

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт инженерной физики и радиоэлектроники  
Кафедра экспериментальной физики и инновационных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В. А. Орлов

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Реинжиниринг процесса экологического on-line мониторинга

27.04.05 Инноватика

27.04.05.01 Управление инновациями

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

должность, ученая степень

Орлов В. А.

инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Антонова Е. А.

инициалы, фамилия

Рецензент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

должность, ученая степень

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Красноярск 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Исследование систем экомониторинга в современных условиях .....	5
1.1. Экологические проблемы.....	6
1.2. Экологический мониторинг .....	11
1.3. Методы экологического мониторинга.....	12
1.4. Технологии для экологического мониторинга .....	17
1.5. Обзор существующих ресурсов on-line мониторинга и литературы по экологическому мониторингу.....	21
2. Комплексный анализ процесса мониторинга окружающей среды.....	26
2.1. Анализ процесса.....	27
2.1.1. Анализ заинтересованных сторон .....	28
2.1.2. Дерево проблем .....	32
2.1.3. Дерево целей.....	35
2.2. Моделирование процессов .....	37
2.2.1. Контекстная диаграмма.....	38
2.2.2. Декомпозиция первого уровня .....	40
2.2.3. Декомпозиция анализа систем экомониторинга .....	42
2.2.4. Декомпозиция создания прибора экомониторинга .....	44
2.2.5. Декомпозиция размещение прибора экомониторинга.....	46
2.3. Система сбалансированных показателей .....	48
3. Разработанная система экологического on-line мониторинга.....	60
3.1. Устройство для экологического мониторинга.....	61
3.2. Платформа для on-line экомониторинга .....	69
Заключение .....	79
Список использованных источников .....	82

## ВВЕДЕНИЕ

Цель исследования: модернизация процесса экологического мониторинга

Предмет исследования: мониторинг окружающей среды

Объект исследования: реинжиниринг процесса

Задачи исследования:

- изучение существующих систем мониторинга состояния окружающей среды;
- анализ процессов определяющих экомониторинг в настоящее время;
- модернизация процесса экологического мониторинга.

Актуальность и новизна проблематики заключается в том, что сейчас существует множество различных устройств на рынке для мониторинга окружающей среды. У всех встречается хотя бы одна из следующих проблем:

- не полноценность. Не возможность измерения какого-то важного параметра;
- офф-лайн. Отсутствие выхода в сеть интернет. Не возможности поделиться измерениями с обществом;
- дороговизна. Хотя все датчики и элементы можно найти по очень низкой цене, конечная стоимость получается чересчур высокой. Устройство будет максимально укомплектовано различными датчиками с доступом в интернет и по достаточно не высокой цене.

Основной моей методикой будет реинжиниринг – это фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений современных показателей деятельности.

В общем случае этапы методики реинжиниринга бизнес-процессов включают следующие действия:

- разработка проекта и выделение процессов. Определяются цели и задачи проекта, формируется команда по реинжинирингу и определяется подход к реинжинирингу;

– документирование процессов. На этом этапе выполняется построение графических моделей бизнес-процессов на основе предложенной методики их документирования, хронометрируются составные операции бизнес-процессов;

– сравнительный анализ процессов. Проводится анализ бизнес-процессов с целью сравнения их с бизнес-процессами передовых подразделений организации или организации-конкурента;

– разработка образа будущей организации процесса экомониторинга. Сформулировать систему взглядов на новую организацию согласно ее целям и возможностям;

– анализ проблем и перепроектирование процессов и технологий. Цель этапа – выявление проблемных мест технологических и процессов;

– внедрение новых процессов, технологий и оценка результатов. На этом этапе необходимо сопоставить результаты эффективности функционирования процессов с заданными в начале реинжиниринга критериями.

Научная значимость предполагаемого исследования: исследование интересно в рамках экологии. Будущие нашей планеты напрямую зависят от наших решений об окружающей среде в настоящее время. Я не считаю, что моё исследование спасёт мир, но оно внесет определенный вклад в этот процесс.

Практическая значимость предполагаемого исследования: сейчас во времена повышенного внимания людей к вопросам экологии и состояния окружающей среды необходимо дать инструмента, который позволит самостоятельно оценивать и предпринимать какие-либо действия в зависимости от результатов показаний. Не смотря на большое количество аналогов, они не находят должного применения из-за своих недостатков.

Социальная значимость предполагаемого исследования: тенденция на экологическую обстановку и настроение общества на этот счет говорят сами за себя. Люди хотят жить в здоровой и чистой экологической среде. Для того чтобы изменять пространство вокруг себя для начала нужно понимать, что с ним происходит и желательно в реальном времени без тех. задержек, что сейчас имеются на существующем оборудовании.

## **1. Исследование систем экомониторинга в современных условиях**

Во времена научно-технической революции люди стали иметь дело с увеличивающимся по масштабам и глубине разрушительным воздействием на природную среду своей хозяйственной и иной деятельностью. Это событие производит повышенный интерес к изучению экологических проблем, к выработке научно обоснованных мероприятий, направленных на улучшение отношений общества и природы.

Большинство стран, в особенности высокоразвитые, осознали опасность экологической катастрофы и вкладывают значительные средства в улучшение экологической безопасности своей промышленности, сельского и коммунального хозяйства. Но всё же ни одна из данных стран не достигла поставленной цели: характер воздействия высокотехнологичных экономик на окружающую среду меняется, но их общее воздействие ни в одном из случаев не снижается и зачастую становится еще более опасным. Население увеличивается, провоцируя рост потребления и необходимость количественного роста всех видов производств, что служит базой для нового импульса роста населения [1].

Современная фундаментальная наука не знает способов и технологий, которые смогли бы обеспечить будущий рост экономики для удовлетворения главных потребностей увеличивающегося населения без разрушения биосферы Земли. Более того, доказано, что целый ряд техногенных воздействий на биосферу провоцирует потерю ее устойчивости, провоцирует потерю равновесия сложившихся круговоротов вещества, энергии и информации, в результате чего может начаться вообще не зависящий от людей спонтанный процесс саморазрушения биосферы как саморегулируемой системы.

В условиях фактора растущего антропогенного воздействия на природу, остро встает не только вопрос борьбы за здоровье человека и сохранение природной среды, а уже более сложный вопрос о стратегии этой борьбы, об оптимальных возможностях использования ресурсов биосферы.

Для сохранения биологического ресурса биосферы должны быть научно определены режимы его использования, обеспечивающие сохранение высокого качества как биосферы в целом, так и всех ее экологических систем [1].

В данной ситуации особенно важна объективная информация о текущем состоянии биосферы и прогнозы о её будущем. В связи с этим возникла проблема организации специальных систем наблюдения, оценки и прогноза состояния природной среды в местах интенсивного антропогенного воздействия и в глобальном масштабе.

### **1.1. Экологические проблемы**

Экологическая проблема – это изменение природной среды в результате деятельности человека, ведущее к нарушению структуры и функционирования природы. Это проблема антропогенного характера. Иначе говоря, она проявляется вследствие неблагоприятного воздействия человека на природу.

Распространенные проблемы экологии:

– вырубка лесов. Во многих государствах растёт вырубка лесов, вследствие чего подвергаются уничтожению сотни гектаров зеленой зоны. Больше всего поменялась экология на северо-западе нашей страны, а также становится актуальной проблема обезлесенья Сибири. Почти все лесные экосистемы меняются для создания сельскохозяйственных угодий. Это приводит к вытеснению многих видов флоры и фауны из их мест обитания. Нарушается круговорот воды, климат становится более сухим и образуется парниковый эффект;

– загрязнение воздуха. Выбросы промышленных отходов усугубляют состояние атмосферы. Отрицательно для воздуха сгорание автомобильного топлива, а еще сжигание угля, нефти, газа, древесины. Вредные частицы загрязняют озоновый слой и разрушают его. Находясь в атмосфере, они вызывают кислотные дожди, те в свою очередь оказывают негативное влияние

на землю и водоемы. Выше перечисленные факторы без исключения являются причиной онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний населения, а также вымирания животных. Ещё загрязнение воздуха влияет на преобразование климата, усиление глобального потепления и увеличение ультрафиолетового солнечного излучения;

– засорение вод и почвы. Индустриальные и бытовые отходы засоряют неглубокие и подземные воды, а вдобавок почву. Усугубляет то, что в государстве чрезвычайно незначительное число водоочистительных сооружений, а большинство используемого оборудования устарело. Помимо этого аграрная техника и удобрения истощают грунты. Имеется другая проблема – это засорение морей разлившимися нефтепродуктами. Ежегодно реки и озера засоряют отходы химической промышленности. Перечисленные проблемы приводят к дефициту питьевой воды, так как большинство источников негодны даже к употреблению воды в технических целях. Ещё это приводит к разрушению экосистем, вымирают отдельные виды животных, рыб и птиц;

– бытовые отходы. В среднем на одного жителя РФ приходится 400 кг твердых бытовых отходов в год. Единственный вариант – это переработка отходов (бумага, стекло и т.д.). Предприятий в сфере утилизации или переработки отходов существует в стране весьма недостаточно;

– радиоактивное загрязнение. Радиоактивные утечки – являются неустранимой частью природной катастрофы, которая приближается. Атомные электростанции отчасти безобидны до тех пор, пока на них не происходят аварии, на которых радиоактивные частицы высвобождаются и перемешиваются с воздухом, водой, почвами, спустя время попадают в организм вместе с водой, едой и воздухом. Сами трагедии случаются весьма быстро, в то время как их последствия устойчивы и наносят огромный ущерб ещё в течение длительного периода [1];

– разрушение заповедных зон и браконьерство. Эта незаконная активность приведет к гибели как отдельных видов флоры и фауны, так и ликвидации экосистем в целом.

Проблема состояния здоровья населения. Рассматривая многообразные природные проблемы, следует обратить внимание на проблемы ухудшения состояния здоровья населения. Главные проявления данной проблемы следующие:

- деградация генофонда и мутации;
- увеличение численности наследственных заболеваний и патологий;
- многие заболевания приобретают хронический характер;
- ухудшение санитарно-гигиенических условий проживания отдельных слоев населения;
- увеличение численности наркоманов и алкоголезависимых людей;
- повышение уровня детской смертности;
- рост мужского и женского бесплодия;
- регулярные эпидемии;
- увеличение числа больных раком, аллергиями, сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Этот перечень можно продолжать долго. Данные проблемы со здоровьем представляются ключевым последствием ухудшения состояния окружающей среды. Если не решать экопроблемы, то число заболевших людей будет увеличиваться, а численность населения будет регулярно сокращаться [2].

Об ухудшении состояния экологии за последние пять лет россияне говорят чаще (31%), чем об улучшении (23%). Это следует из итогов опроса ВЦИОМ 15 января, посвященного экологии (имеется у РБК). В 2018 году 27% опрошенных считали, что экология ухудшается. Особенно пессимистично россияне были настроены в 2010 году — тогда ухудшения в сфере защиты окружающей среды примечали 43% респондентов. Данные представлены на рисунке 1.

Ответственность за состояние экологии граждане преимущественно возлагают на местные (30%) и региональные (23%) власти. Далее респонденты говорят об ответственности самих граждан (21%), профильных ведомств и служб (Минприроды, экополиция, МЧС и др.), федеральной власти (7%),



общественных организаций и промышленных предприятий (по 3%). Данные представлены на рисунке 2.

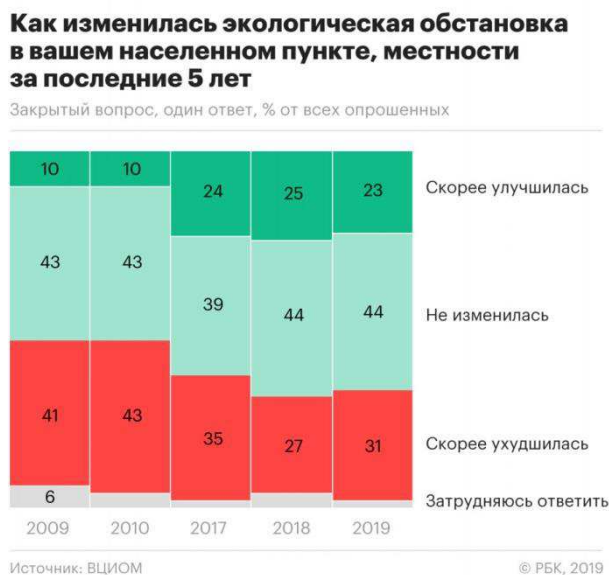


Рисунок 1 – Данные опроса об изменении экологической обстановки

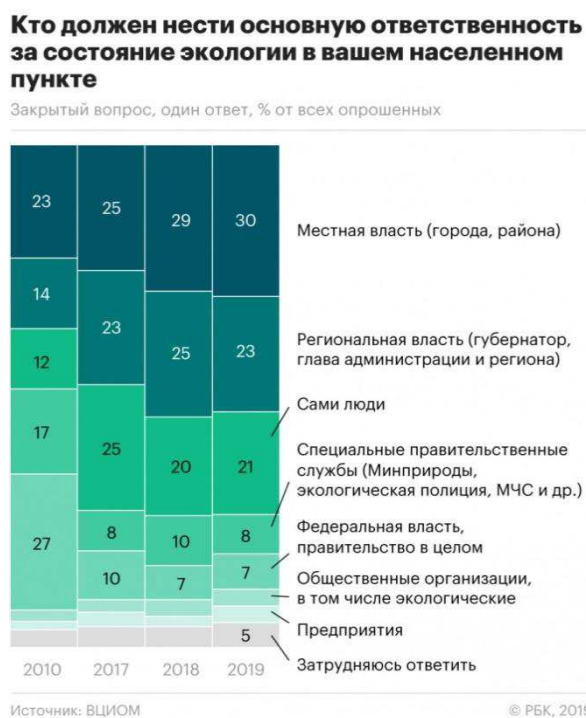


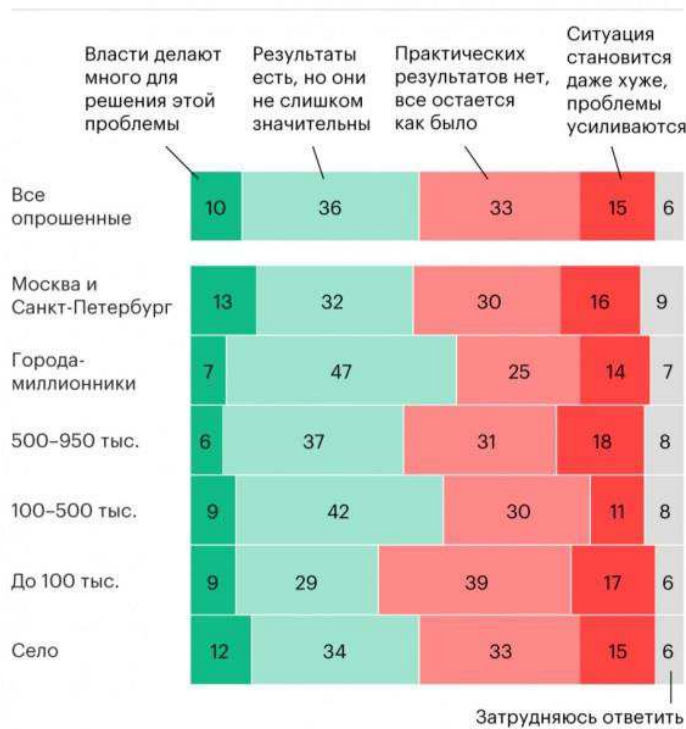
Рисунок 2 – Данные опроса об ответственности за состояние экологии

Из опрошенных 10% считают, что федеральные власти делают достаточно много для решения экологических проблем, также 36% не считают

что результаты чрезвычайно значительными. Треть респондентов, 33%, не наблюдают фактических результатов работы властей, а 15% считают, что проблемы в экологической сфере нарастают. Данные представлены на рисунке 3.

### Как федеральные власти справляются сейчас с решением экологических проблем

Закрытый вопрос, один ответ, % от всех опрошенных



Источник: ВЦИОМ

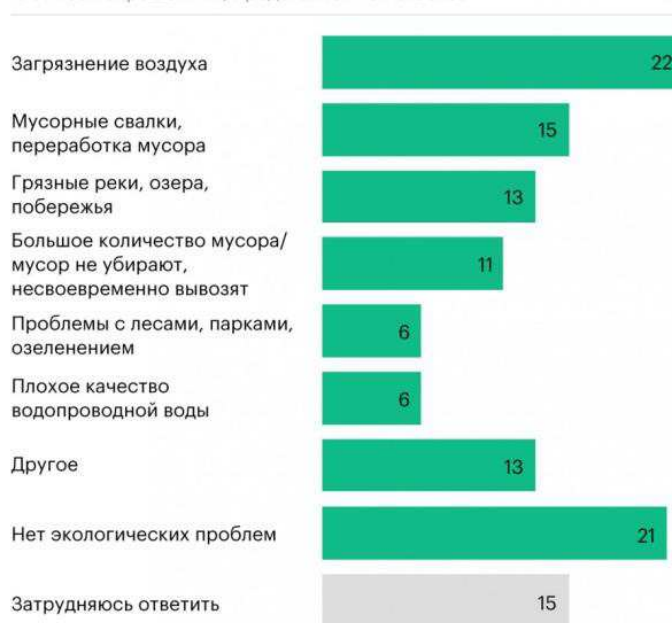
© РБК, 2019

Рисунок 3 – Данные опроса о способностях властей регулировать экологические проблемы

Среди наиболее острых экологических проблем респонденты называют загрязнение воздуха (22%), мусорные свалки (16%), грязные реки и озера (13%), несвоевременный вывоз мусора (11%), плохое качество водопроводной воды и проблемы с озеленением парков и лесов (по 6%). Пятая часть россиян, 21%, не видят значительных экологических проблем на сегодняшний день. Данные представлены на рисунке 4 [2].

### Какая экологическая проблема в вашем населенном пункте/ местности стоит сейчас наиболее остро, требует решения в первую очередь

Открытый вопрос, не более 3-х ответов,  
% от всех опрошенных, представлен топ ответов



Источник: ВЦИОМ

© РБК, 2019

Рисунок 4 – Данные опроса о самой важной экологической проблеме

## 1.2. Экологический мониторинг

Экологический мониторинг – информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов.

Объекты экологического мониторинга:

- вода;
- земля;
- почва.

Виды экологического мониторинга:

- фоновый экологический мониторинг (наблюдение за биосферой);
- локальный экологический мониторинг (наблюдение за антропогенными изменениями определенных объектов);

– биомониторинг (оценка состояния экосистем; проводится в заповедниках);

– аэрокосмический (оценка состояния экосистемы по снимкам, зафиксированный с самолетов или космических аппаратов).

Главными задачами экологического мониторинга являются [3]:

- мониторинг за факторами антропогенного воздействия;
- мониторинг за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под воздействием факторов антропогенного воздействия;
- оценка фактического состояния природной среды;
- мониторинг за источниками антропогенного воздействия;
- мониторинг изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозирующего состояния природной среды.

Экологические мониторинги окружающей среды могут организовываться на уровне промышленного объекта, города, района, области, края, республики в составе федерации.

Автоматизировать процесс мониторинга – одна из самых основных задач современной экологии. Было придумано множество разных способов для отслеживания состояния среды, но не все подобные данные находятся в открытом доступе [4].

### **1.3. Методы экологического мониторинга**

В зависимости от точности результатов, которые необходимо получить при проведении мониторинга по тому или иному компоненту, явлению, процессу, от среды, в которой проходят исследования, доступных финансовых и других средств, используют различные методы мониторинга.

Как известно, первые автоматические системы слежения за параметрами внешней среды были созданы в военных и космических программах. В 1950-е гг. в системе ПВО США уже использовали семь эшелонов плавающих в Тихом

океане автоматических буев, но самая впечатляющая автоматическая система по контролю качества окружающей среды была, несомненно, реализована в «Луноходе». Одним из основных источников данных для экологического мониторинга являются материалы дистанционного зондирования (ДЗ). Они объединяют все типы данных, получаемых с носителей:

- пилотируемые (космические орбитальные станции, корабли многоцелевого использования, автономные спутниковые съемочные системы и т. п.);

- авиационного базирования (самолеты, вертолеты и микроавиационные радиоуправляемые аппараты) и составляют значительную часть дистанционных данных как антонима контактных (прежде всего наземных) видов съемок, способов получения данных измерительными системами в условиях физического контакта с объектом съемки;

- к неконтактным (дистанционным) методам съемки, помимо аэрокосмических, относятся разнообразные методы морского (на водного) и наземного базирования, включая, например, фототеодолитную съемку, электромагниторазведку и иные методы геофизического зондирования недр, гидроакустические съемки рельефа морского дна с помощью гидролокаторов бокового обзора, иные способы, основанные на регистрации собственного или отраженного сигнала волновой природы.

Аэрокосмические (дистанционные) методы экологического мониторинга включают систему наблюдения при помощи самолетных, аэростатных средств, спутников и спутниковых систем, а также систему обработки данных дистанционного зондирования.

Для космического экологического мониторинга целесообразно ориентироваться прежде всего на полярно-орбитальные метеорологические спутники, как на отечественные аппараты (спутники типа «Метеор», «Океан» и «Ресурс»), так и на американские спутники серий NOAA, Landsat и SPOT.

Спутниковые данные дистанционного зондирования позволяют решать следующие задачи контроля состояния окружающей среды:

– определение метеорологических характеристик: вертикальные профили температуры, интегральные характеристики влажности, характер облачности и т. д.);

– контроль динамики атмосферных фронтов, ураганов, получение карт крупных стихийных бедствий;

– определение температуры подстилающей поверхности, оперативный контроль и классификация загрязнений почвы и водной поверхности;

– обнаружения крупных или постоянных выбросов промышленных предприятий;

– контроль техногенного влияния на состояние лесопарковых зон;

– обнаружение крупных пожаров и выделение пожароопасных зон в лесах;

– выявление тепловых аномалий и тепловых выбросов крупных производств и ТЭЦ в мегаполисах;

– регистрация дымных шлейфов от труб;

– мониторинг и прогноз сезонных паводков и разливов рек;

– обнаружение и оценка масштабов зон крупных наводнений;

– контроль динамики снежных покровов и загрязнений снежного покрова в зонах влияния промышленных предприятий.

Целью обработки данных дистанционного зондирования (ДЗ) является получение снимков или изображений с требуемыми радиометрическими и геометрическими характеристиками. Рассмотрим основные этапы обработки данных. В общем случае обработка данных дистанционного зондирования включает три этапа:

– предварительная обработка – прием спутниковых данных, запись их на магнитный носитель, декодировка и корректировка, преобразование данных непосредственно в изображение или космический снимок или в форматы, удобные для последующих видов обработки;

– первичная обработка – исправление искажений, вызванных нестабильностью работы космического аппарата и датчика, а также

географическая привязка изображения с наложением на него сетки координат, изменение масштаба изображения и представление изображения в необходимой географической проекции (геокодирование);

– вторичная (тематическая) обработка – цифровой анализ с применением статистических методов обработки, визуальное дешифрирование и интерпретация в интерактивном или полностью автоматизированном режиме.

Появление глобальной компьютерной сети Интернет и разработка передовых информационных технологий открыли новый этап развития космического экологического мониторинга. Особенностью нового этапа является широкое использование телекоммуникационной инфраструктуры, а также гипертекстовых и интерактивных информационных технологий, которые чрезвычайно перспективны в дистанционном мониторинге состояния окружающей среды. Актуальной является также проблема интегрирования национальных информационных ресурсов по окружающей среде, создание региональных баз данных и расширение электронных коллекций по результатам космического экологического мониторинга.

В связи с этим создаются Центры космического мониторинга (ЦКМ), которые осуществляют оперативный контроль состояния окружающей среды и природных ресурсов (например, Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск), создают многоуровневые информационные системы пространственно-временного мониторинга состояния окружающей среды, включающие технические и программные средства сбора, обработки, анализа и хранения спутниковой информации.

Физико-химические методы исполняют множество различных задач и в свою очередь подразделяются на различные методы:

- качественные методы. Позволяют определить, какое вещество находится в испытуемой пробе;
- количественные методы;

– гравиметрический метод. Суть метода состоит в определении массы и процентного содержания какого-либо элемента, иона или химического соединения, находящегося в испытуемой пробе;

– титриметрический (объемный) метод. В этом виде анализа взвешивание заменяется измерением объемов, как определяемого вещества, так и реагента, используемого при данном определении;

– колориметрические методы. Колориметрия – один из наиболее простых методов абсорбционного анализа. Он основан на изменении оттенков цвета исследуемого раствора в зависимости от концентрации;

– экспресс-методы. К экспресс методам относятся инструментальные методы, позволяющие определить загрязнения за короткий период времени. Эти методы широко применяются для определения радиационного фона, в системе мониторинга воздушной и водной среды;

– потенциометрические методы основаны на изменении потенциала электрода в зависимости от физико-химических процессов, протекающих в растворе.

Биоиндикация – метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту встречи, отсутствия, особенностям развития организмов-биоиндикаторов. Биоиндикаторы – организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания.

Биотестирование – метод, позволяющий в лабораторных условиях оценить качество объектов окружающей среды с помощью живых организмов.

Оценка компонентов биоразнообразия – является совокупностью методов сравнительного анализа компонентов биоразнообразия.

Для обработки данных экомониторинга используются методы распознавания образов, методы вычислительной и математической биологии (в том числе и математическое моделирование), а также широкий спектр информационных технологий.



Для управления территориями с учетом экологических факторов необходимо формирование экологической оценки местности. Проблема в том, что состояние территории отслеживается десятками сетей наблюдений разных ведомств и описывается множеством разнородных показателей, в самых разнообразных ведомственных географических типологиях. Это позволяет определить показатели ведомственных сетей наблюдений, имеющих значимые веса на заданном уровне достоверности, информативные по данному фактору, а также получить комплексные оценки, отображающие совокупную реакцию индикаторов и обобщенные факторы воздействий.

Географические информационные системы является отражением общей тенденции привязки экологических данных к пространственным объектам. Как считают некоторые специалисты, дальнейшая интеграция ГИС и экологического мониторинга приведёт к созданию мощных ЭИС (экологических информационных систем) с плотной пространственной привязкой [5].

#### **1.4. Технологии для экологического мониторинга**

В эпоху больших данных важно собрать как можно больше информации, чтобы получить качественные выводы на основе ее анализа. Мониторинг и оценка состояния окружающей среды актуальны для любых городов, но это особенно «горячий» вопрос для больших городов и городов с промышленным производством.

Анализ качества воздуха. В идеале было бы хорошо измерять и оценивать как можно больше параметров. Но если начинать с малого, почти везде уже можно развернуть сеть из компактных и недорогих устройств, способных делать измерения и оценивать состав воздушной среды в городах, используя датчики CO и CO<sub>2</sub>.

На самом деле иногда даже важно уловить не только газы, а их движение. Поэтому нужно установить как можно больше датчиков, чтобы отслеживать

потоки перемещения. В аэропорту Хитроу в Лондоне проводили подобное исследование и смотрели, как загазованность из аэропорта перемещается по городу, как она исчезает, выветривается. Нужно моделировать состояние города в зависимости не только от состава газов, а от направления ветра и других параметров.

Еще один простой пример использования технологий интернета вещей в экомониторинге, это международный проект SmartSantander в Испании. В рамках этого проекта на городском транспорте были установлены датчики выхлопных газов, миниатюрные системы мониторинга. Муниципальный транспорт фактически создавал динамическую карту экосостояния города. Конечно, применяя такую технологию, нужно учитывать помехи и фон, потому что сам автобус тоже излучает какие-то газы. Но, тем не менее, это уже решается. Примеры, существующих анализаторов воздуха представлены на рисунках 5 и 6.



#### Анализатор воздуха КВТ Ecoline ECO-5

##### Датчики:

- мелкодисперсной пыли;
- формальдегидов;
- летучих органических веществ;
- бензола в воздухе.

Стоимость – 25750 рублей

Рисунок 5 – Анализатор воздуха КВТ Ecoline ECO-5



Анализатор воздуха Xiaomi PM

2.5 Air Detector

Датчики:

– PM2.5 ;

– совместной работы с

очистителем воздуха от компании

Xiaomi, который позволит сделать  
очистку воздуха.

Стоимость – 4690 рублей

Рисунок 6 – Анализатор воздуха Xiaomi PM 2.5 Air Detector

Предотвращение пожаров. До того, как при возгорании появляется непосредственно пламя, сначала выделяется дым. А до появления дыма выделяется газ, который состоит из  $H_2$  — водорода и  $CO$ . Это продукт распада любых горючих материалов. Таким образом, если удастся детектировать этот газ, можно спрогнозировать появление пожара.

Технологии экомониторинга: датчики и сенсоры. Для экологического мониторинга могут применяться технологии: датчики и исполнительные устройства, встроенные системы, беспроводные технологии передачи данных, семантические технологии, облачные технологии, машинное обучение, технологии обеспечения безопасности.

Что касается внешнего вида, основная тенденция — стремление к миниатюризации. Под «умным» датчиком мы понимаем встроенную систему с функциями измерений, обработки данных (микроконтроллер), беспроводной передачи данных и источником питания. Датчики обычно связаны друг с другом посредством беспроводных технологий: они могут быть организованы в беспроводную сенсорную сеть или передавать данные напрямую пользователю.

С точки зрения принципа работы датчики делятся на несколько типов. Для задачи детектирования пожаров, например, используются каталитические датчики. В датчике нагревается чувствительный элемент — тонкая платиноалюминиевая спираль, и если в воздухе присутствует, например, метан

или какой-то другой газ, то на поверхности датчика происходит процесс окисления. И проводимость этого датчика сразу же увеличивается. За счет этого мы можем измерить сопротивление этого датчика, которое коррелирует с тем, что мы улавливаем в воздухе. То есть смысл в том, что мы уловили какой-то газ, у нас изменилось сопротивление датчика, мы это детектировали, и мы на основе этого можем сделать вывод о содержании газа, потому что определенный отклик датчика соответствует определенной концентрации газа в среде.

Такие датчики можно использовать для определения разных типов горючих газов. Но важно, чтобы эти газы были именно горючими, чтобы они могли воспламениться на чувствительном элементе и поменять сопротивление датчика. И, конечно, нужно откалибровать датчик под определенный газ.

Существуют также оптические датчики. Они состоят из миниатюрных передатчика света и приемника. И вот когда между ними попадает, например, некий газ, свет на приемнике меняется. В нормальных условиях среды в воздухе свет распространяется с одной длиной волны, а если в воздухе присутствует газ, длина волны изменится. По этому параметру тоже можно понять, какие изменения произошли в среде и какой концентрации газа это соответствует.

Технологии экомониторинга: передача данных. Если мы говорим про беспроводные сенсорные сети, то на каждом устройстве в таких сетях есть три основных компонента: датчик, микроконтроллер — малопотребляющий процессор, и беспроводной чип. Благодаря этому датчики, или сенсорные модули, могут между собой переговариваться. Сенсорные модули передают сигнал друг от друга по беспроводной сети. Эти беспроводные сети отличаются от обычных технологий WiFi тем, что они формируют маленькие пакеты данных и потребляют гораздо меньше энергии: если WI-FI чип потребляет порядка ста миллиампер, сеть LoRa потребляет в режиме передачи данных около шести миллиампер.

Технология LoRa —метод модуляции в беспроводных сетях, который обеспечивает межмашинное взаимодействие на расстояния до 15 км при минимальном потреблении электроэнергии.

Вся информация отправляется в единый центр, где за ситуацией следит оператор. И если что-то происходит, у него всплывает окно с оповещением, что где-то, например, превышена концентрация. Такие решения чаще внедрены на фабриках или заводах. В автоматическом режиме может срабатывать аудио сирена или визуальная сирена, все зависит от задач и конкретной уже имплементации каждой системы.

Также важно настраивать систему обратной связи, которая будет реагировать на изменения окружающей среды. Существует ряд исполнительных устройств, которые могут отключать потенциальные источники загрязнения или утечки газа. Такими устройствами могут быть клапаны или вентили с интегрированными беспроводными технологиями. Такие устройства необходимо разрабатывать с учетом беспроводных технологий для автоматической актуации. Датчик может находиться в радиусе нескольких десятков метров, и как только мы что-то детектируем, нужно, чтобы это устройство немедленно срабатывало – например, клапан сразу же закрывался. А во многих больших компаниях, например, в нефтегазовых, архитектура таких систем очень иерархична. И пока датчик перешлет важную информацию через какой-нибудь хаб пользователю, пока это все там проанализируется, пока это все отправится обратно или, например, кто-то пойдет его закрывать, то уже десять раз все может взорваться. А нужна автономная, умная реакция на события [6].

### **1.5. Обзор существующих ресурсов on-line мониторинга и литературы по экологическому мониторингу**

Международная команда AirVisual была основана в 2015 году. Она предоставляет приложение для борьбы с загрязнением воздуха, которое

предоставляет всем желающим бесплатный доступ к крупнейшей в мире базе данных о качестве воздуха, охватывающей более 10000 мест по всему миру, и этот список растет с каждым днем [7]. Иллюстрация интернет-ресурса представлена на рисунке 7.

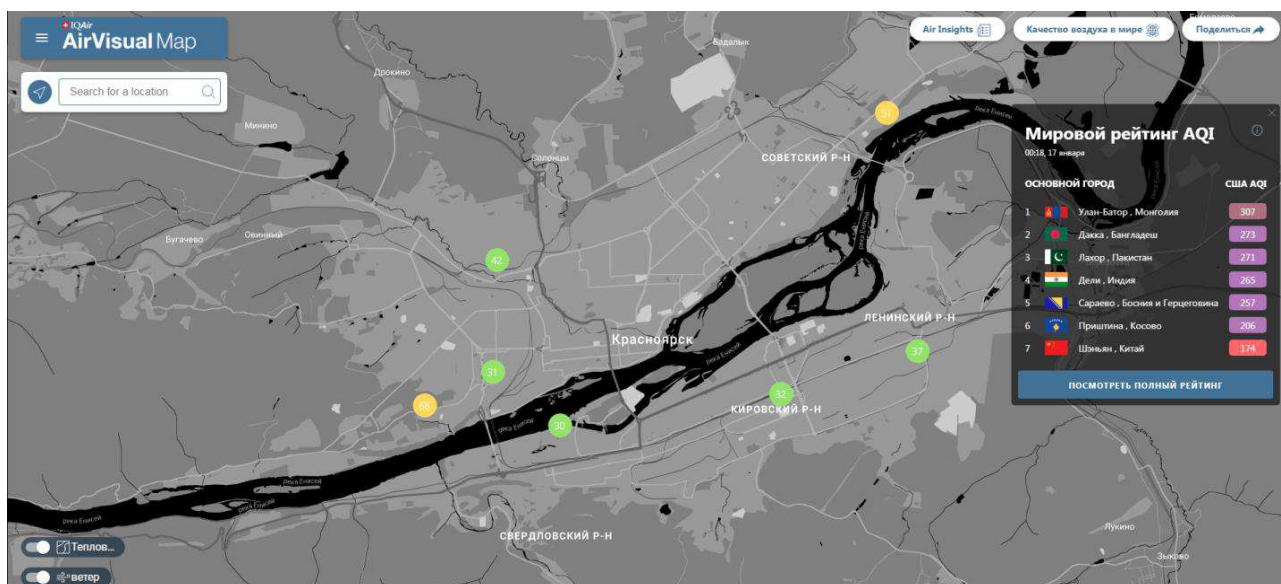


Рисунок 7 – Сайт AirVisual

Для красноярцев разработали приложение Krasecology. Данные о состоянии воздуха оно берет с официальных постов министерства экологии. Данные в приложение передаются с официальных экопостов. Сейчас их в городе 9, ещё 2 заработают в 2020 году. Кроме Красноярска посты есть в Зеленогорске и Ачинске. Следующий - откроется в Канске. Все они есть и будут в приложении. На экопостах стоит мощное современное оборудование со всеми необходимыми аккредитациями [8]. Иллюстрация интернет-ресурса представлена на рисунке 8.

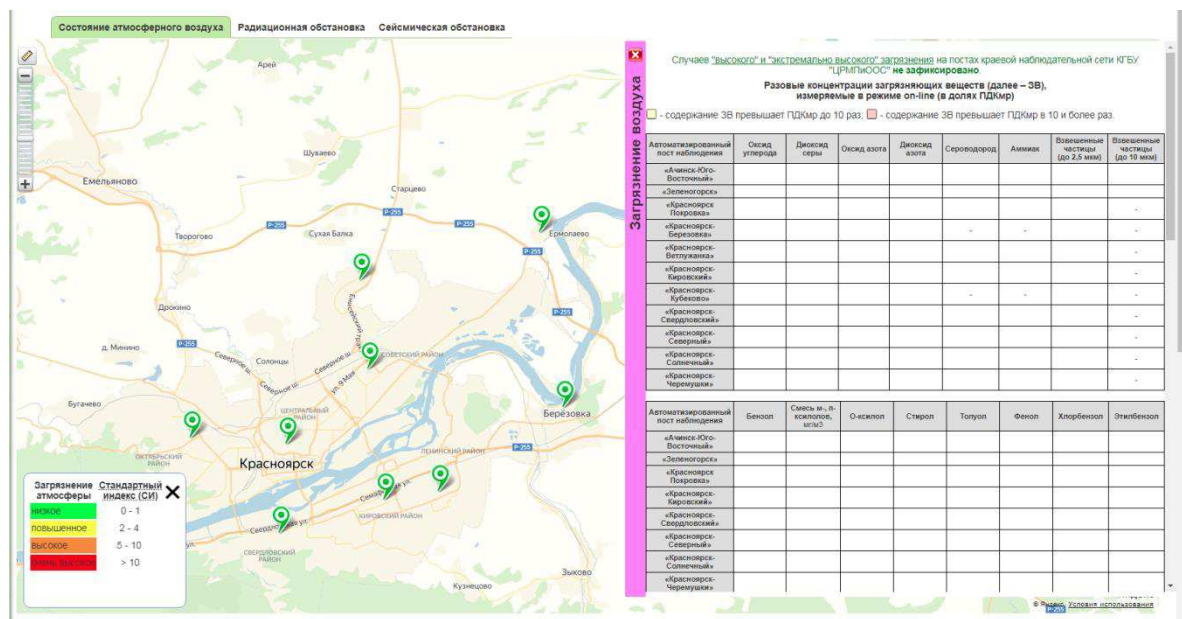


Рисунок 8 – Сайт Krassecology

Мосэкомониторинг запустил обновлённый сайт, где можно найти данные о состоянии окружающей среды и чистоте воздуха в столице. После обновления на сайте появился раздел о загрязнении воздуха в Москве, где можно узнать уровень сероводорода и других вредных веществ в атмосфере. Статистику по 16 загрязняющим веществам получают с 52 станций контроля. Все данные сразу отображаются на интерактивной карте. Портал заработал впервые в сентябре 2017 года, вскоре его закрыли на модернизацию [9]. Иллюстрация интернет-ресурса представлена на рисунке 9.

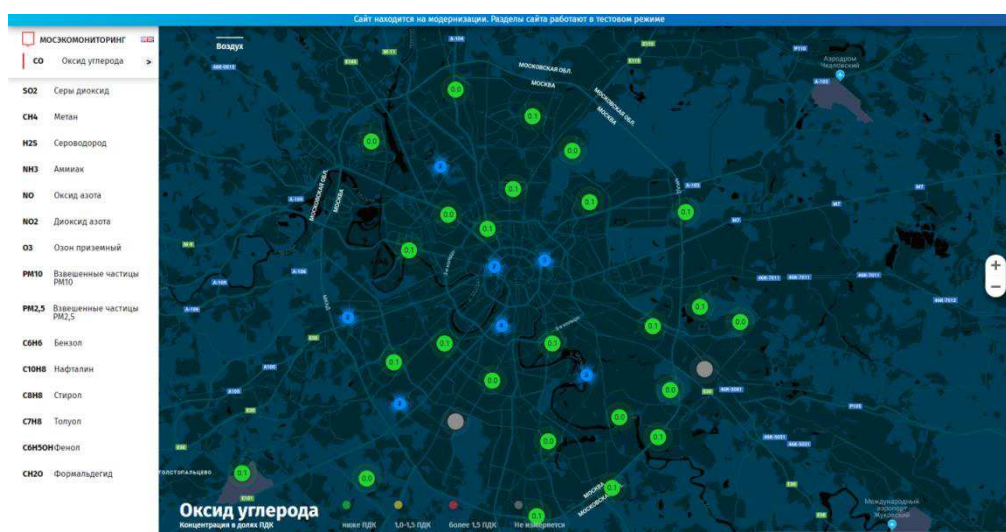


Рисунок 9 – Сайт Mosecom



В учебном пособии по Экологии от СФУ 2019 года изложены базовые понятия экологии: структура и функции биосферы, роль живого вещества в биосфере. Рассмотрены основные среды жизни, экологические факторы и адаптации организмов к их воздействию, а также последствия антропогенных воздействий на биосферу, экологические принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы, основы экономики природопользования, основы экологического права. Предназначено для студентов небиологических специальностей.

Контроль над состоянием окружающей среды является важнейшей задачей, поскольку в связи с ростом населения Земли и развитием промышленности оно заметно ухудшается. В данной области очень полезен учебник и практикум 2016г. «Мониторинг загрязнения окружающей среды» К.П. Латышенко, а также «Экологический мониторинг» К.П. Латышенко, 2016 года.

Экологический мониторинг направлен на усвоение студентами комплекса понятий и представлений о системах и подсистемах экологического мониторинга как основы природоохранной деятельности. Особенностью книги является изучение большого количества методов и средств измерений, являющихся основой для анализа текущей экологической обстановки, ее контроля и прогнозирования.

Следующей полезной литературой будет «Экологический мониторинг и регулирование воздействия на окружающую среду» О.И. Пономаренко, 2016 года издания. Учебное пособие посвящено комплексной оценке экологического состояния природной среды. Обсуждаются понятия и стандарты регулирования воздействия на окружающую среду. Анализируются вопросы, связанные с основными положениями стандартов качества окружающей среды, даются основные показатели загрязнений, приводятся методы контроля состояния природных объектов для осуществления мониторинга на различных уровнях. Рассматривается концепция экологического менеджмента, стандарты и международные рекомендации в области систем экологического менеджмента.



Учебное пособие представляет интерес для бакалавров, магистрантов, докторантов, а также для тех, кто работает в области химической экологии и осуществляет контроль над загрязнением окружающей среды.

Очень важно взять во внимание государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2020 году» содержит сведения о качестве природной среды, состоянии природных ресурсов края и природоохранной деятельности на территории края в 2020 г.

Содержание Доклада отражает результаты наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и земельных ресурсов, растительного и животного мира. В Докладе отражены климатические особенности года, экологическая ситуация в городах и районах края, состояние особо охраняемых природных территорий; наглядно показаны экологические последствия влияния различных видов экономической деятельности, техногенных аварий и опасных природных явлений. В заключении дан анализ экологического состояния территории края в 2020 г.

Атмосферное исследование загрязнения – международный журнал, предназначенный для публикации статей о загрязнении воздуха. В статьях должны быть представлены новые экспериментальные результаты, теория и моделирование загрязнения воздуха в локальном, региональном или глобальном масштабе. Охватываемые области включают исследования неорганических, органических и стойких органических загрязнителей воздуха, мониторинг качества воздуха, управление качеством воздуха, атмосферное рассеивание и транспорт, обмен загрязнителями воздуха с поверхностью, осаждение, воздух в помещении качество, оценка воздействия, воздействие на здоровье, спутниковые измерения, естественные выбросы, химический состав атмосферы, парниковые газы и воздействие на изменение климата.

## **2. Комплексный анализ процесса мониторинга окружающей среды**

Состояние природной среды подвергается постоянным изменениям. Данные процессы имеют разный характер, они отличаются по своей направленности и величине, неравномерно распределены в пространстве и во времени.

Естественные, природные изменения состояния биосферы имеют весьма важной особенностью – в экосистемах большого масштаба и осреднении в крупном интервале времени изменения происходят, обычно, около некоторого среднего, относительно стабильного уровня состояния. Для примера можно привести относительное постоянство климатических характеристик крупных регионов, природного состава различных сред, характера круговорота веществ в природе, глобальной биологической продуктивности, состояния крупных экологических систем [10].

Такие средние значения могут глобально меняться лишь в течение длительных интервалов времени (измеряемых многими тысячами лет). Исключения составляют изменения, вызванные стихийными бедствиями катастрофического характера (извержения вулканов, землетрясения, ураганы). Однако эти изменения носят своего рода локальный характер.

Совсем другой особенностью обладают антропогенные изменения состояния природной среды, которые стали весьма важными в последние десятилетия в связи с большой технической и энерговооруженностью человека. Антропогенные изменения приводят в отдельных случаях к резкому, быстротечному изменению среднего состояния природной среды в данном регионе. Эти изменения могут быть подразделены на намеренные и ненамеренные. К намеренным антропогенным изменениям состояния природной среды следует отнести существенные изменения, направленные на удовлетворение потребностей человеческого общества, – разработка сельскохозяйственных угодий, мелиорация земель, строительство городов и поселков. К ненамеренным, негативным изменениям состояния природной

среды следует отнести обеднение крупных массивов земель, гибель или существенную трансформацию экосистем крупных озер, загрязнение Мирового океана нефтепродуктами.

Негативные результаты антропогенных воздействий, обычно, связаны с ошибками в технической политике, низкой изученностью эффектов антропогенного воздействия, использования природной среды в качестве рассеивателя вредных веществ и полигона их захоронения.

В сложившейся ситуации представляется чрезвычайно важной (как для незамедлительных практических действий, так и для планирования на длительную перспективу) организация контроля состояния природной среды, ее непрерывных изменений и определение тенденций в ее изменениях [10].

Контроль требуется как за естественными изменениями состояния окружающей природной среды, так и за изменениями, вызванными антропогенными воздействиями, накладывающимися на естественные изменения, а иногда и усиливаемые ими.

Контролем естественных изменений состояния природной среды уже многие годы занимаются различные геофизические службы – метеорологические, гидрологические, агрометеорологические, службы наблюдения за состоянием морей и океанов и другие.

В связи с необходимостью выявить антропогенные изменения состояния природной среды возникла потребность в организации системы мониторинга – специальной системы наблюдения и анализа состояния природной среды, в первую очередь загрязнений и эффектов, вызываемых ими в биосфере.

## **2.1. Анализ процесса**

Осенью 2020 года Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края опубликовало государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» за 2019 год, позволяющий в комплексе оценить экологическую обстановку в регионе [10]. Данный доклад уже обсудили депутаты Заксобрания края.

Согласно докладу, наблюдения за загрязнением воздуха бензапиреном проводились в 7 городах края. Наибольшая среднегодовая (14,3 ПДК с.с.) и среднемесячная (82,5 ПДК с.с.) концентрация этого вещества в 2019 году наблюдалась в Минусинске [10]. Одна из возможных причин, которую называют эксперты — ландшафт. Минусинск, как и Красноярск, находится в котловине, что способствует накоплению вредных выбросов. Наиболее высокие значения концентраций бензапирена фиксировались в атмосфере всех семи городов в зимние месяцы.

Стоит отметить что в 4 районах Красноярска также фиксировали превышение гигиенического норматива по бензапирену — это Северный, Солнечный, Черемушки и Покровка. В Покровке зафиксирована наибольшая среднегодовая концентрация — 2,8 ПДК и наибольшая среднесуточная концентрация — 59 ПДК.

В итоге, Красноярск по загрязненности бензапиреном оказался на третьем месте — после Лесосибирска и Минусинска.

Основной же «вклад» в загрязнение воздуха в Красноярске внесли взвешенные вещества, диоксид азота, аммиак, формальдегид и бензапирен.

В связи с вышеописанными данными хотелось бы рассмотреть данную проблему через определение заинтересованных сторон.

### **2.1.1. Анализ заинтересованных сторон**

Заинтересованная сторона – лицо, группа или организация, которая может влиять, на которую могут повлиять или которая может воспринимать себя подвергнутой влиянию решения, операции или результата проекта.

Анализ заинтересованных сторон – выявление интересов отдельных лиц, групп или организаций, которые может затронуть проект, а также определение их основных ключевых проблем, ограничений и возможностей.

Экологическая обстановка Красноярска находится под влиянием промышленных предприятий и автомобильного транспорта. Основными промышленными загрязнителями природной среды города являются [11]:

- энергетические предприятия, к которым относятся все ТЭЦ и котельные;
- красноярский алюминиевый завод, который принадлежит «Русалу».
- лидирующие позиции по атмосферному загрязнению долгие годы занимают ФГУП «Красмашзавод» и ООО «Цемент».

Постперестроечный период ознаменовался закрытием на территории Красноярска нескольких крупных индустриальных объектов, в результате чего было зафиксировано снижение уровня загрязнений. Суммарный ежегодный объём промышленных выбросов составляет порядка 275 тыс. тонн вредных веществ.

Наиболее крупные отрасли Красноярска связаны с [11]:

- добычей угля и золота;
- машиностроением;
- химической промышленностью;
- атомной промышленностью;
- строительством;
- сельским хозяйством;
- транспортом;
- фармацевтикой;
- цветной металлургией;
- нефтедобычей;
- гидро- и тепловой энергетикой;
- деревообработкой.

Последние несколько лет стабильным ростом отличалась автомобилизация экономики и населения Красноярска. Город находится на втором месте в России по уровню относительной автомобилизации, где на

тысячу жителей приходится 380 автомашин. Результатом этого показателя стал высокий уровень загрязнения городского воздуха.

Наибольшее скопление автомобильного транспорта характерно для центральной части города.

Такая ситуация сложилась из-за специфики расположения автодорожных мостов, которые соединяют правый и левый берега, а также устаревшей дорожной системы и низкого уровня автодорожного обслуживания.

Зелёные зоны Красноярска не полностью соответствуют требованиям, которые предъявляются к зонам для отдыха. К положительным моментам относится достаточная устойчивость к интенсивным рекреационным нагрузкам, разнообразие породного состава, а также высокие показатели ландшафтной и эстетической характеристик.

Основными зелёными зонами Красноярска являются [11]:

- центральный парк на базе соснового бора;
- парк «Роев ручей»;
- крупнейший рекреационный комплекс — фанпарк «Бобровый лог».

В таблице 1 представлен анализ заинтересованных сторон проекта.

Таблица 1 – Анализ заинтересованных сторон проекта

Группа заинтересованных сторон	Каков их интерес в проекте? (положительные и отрицательные стороны)	Условия для долгосрочности?	Возможное участие (роль)
Жители г. Красноярск	Улучшение экологической обстановки города	Достижение улучшения экологической обстановки города	Потребитель, консультации и решения организационных вопросов
Команда проекта	Привлечения внимания к экологической обстановке в городе	Нацеленность на использование новых технологий экологического мониторинга	Организатор, исполнитель, консультации и решения организационных вопросов

Окончание таблицы 1

Группа заинтересованных сторон	Каков их интерес в проекте? (положительные и отрицательные стороны)	Условия для долгосрочности?	Возможное участие (роль)
Предприятия, требующие экологического мониторинга	Снижение издержек	Появление новых связей и коопераций	Консультации
Научно-исследовательские институты	Формирование новых методик или популяризованные редких методик	Толчок для развития экологического мониторинга	Контроль, консультации и решения организационных вопросов
Поставщики комплектующих	Получение дополнительной прибыли	Создание коопераций	Поставщик
Магазины эко-оборудования	Получение новой продукции для реализации	Соотношение цены качества продукта	Потребитель
Конкуренты	Получение дополнительной прибыли. Снижение издержек.	Узнаваемость компании	Исполнитель
Инвесторы	Экономическая эффективность	Достижение результативности	Денежное участие
Правительство Красноярска	Информирование граждан о состоянии окружающей среды на территории края	Прогресс в поставленных задачах, связанных с экологической обстановки	Консультации и решения организационных вопросов
Минприроды России	Улучшение условий для формирования благоприятной окружающей среды	Прогресс в поставленных задачах	Консультации и решения организационных вопросов

Кроме того, на территории Красноярска функционируют многочисленные парки. Большим количеством насаждений располагают дендрарий им. Сукачева, ботанический сад и Юдинский сад. Множеством зеленых зон для горожан являются скверы.

### 2.1.2. Дерево проблем

Анализ проведённых исследований позволил сделать выводы о следующих экологических проблемах:

- понижение в последние годы производственных объёмов не снизило антропогенную нагрузку на окружающую среду;
- неуклонно растёт количество ресурсоемких и экологически грязных производств;
- увеличивает антропогенную нагрузку и ориентация краевой продукции на экспорт.

Проблема – это сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения, разрешения.

Дерево проблем – ключевой график, призванный облегчить процесс формирования задач и поиск путей решения.

Дерево проблем составляется исходя из анализа заинтересованных сторон. Для этого необходимо определить проблемы для каждой заинтересованной стороны.

Для улучшения экологического статуса Красноярска следует как минимум восстановить подзаконный акт, который устанавливал зелёные зоны. Также необходимо создать санитарно-защитные зоны вокруг потенциально опасных объектов и обратить пристальное внимание на пропаганду здорового образа жизни среди жителей, проживающих в районах с высоким уровнем загрязнения.

Именно поэтому необходимо направить все силы на воспитание экологической культуры населения и доработать нормативную базу.

В таблице 2 представлены основные проблемы для заинтересованных сторон. На рисунке 10 представлено дерево проблем проекта.



Таблица 2 – Основные проблемы для заинтересованных сторон

Заинтересованные стороны	Основные проблемы
Жители г. Красноярск	Загрязнение воздуха от сжигания древесины
	Загрязнение воздуха от сжигания угля
	Большие выбросы от сжигания угля на ТЭЦ
	Отходы от алюминиевого завода
	Загрязненность воздуха от отходов завода искусственного каучука
	Загрязнения выше ПДК
	Запах водорода
	Запах гари
	Низкая скорость информирования жителей
	Увеличение заболеваемости
	Незамерзающий Енисей
	Неполнота информирования о состоянии окружающей среды
Команда проекта	Программирование контролера
	Собрать прибор
	Найти комплектующие
	Найти датчики
	Передача данных через интернет
	Проблемы со связью
Предприятия, требующие экологического мониторинга	Высокие экологические штрафы
	Нарушение регламентных работ
	Отсутствие дешевых, точных и информативных приборов эко-мониторинга
	Отсутствие современных технологий с малым выбросом
Научно-исследовательские институты	Разделение основных загрязнителей
	Требуется доп. источники информирования об окружающей среде
	Требуется увеличение применения различных методик мониторинга на практике
Поставщики комплектующих	Требуется увеличение спроса на комплектующие для приборов
Магазины эко-оборудования	Требуется новый прибор для увеличения ассортимента товара
Конкуренты	Разработка новых приборов
	Разработка новых методик
Инвесторы	Отсутствие дешевых и в тоже время эффективных приборов
Правительство Красноярск	Недостаточное обеспечение информирования граждан о состоянии окружающей среды на территории края
Минприроды России	Требуемые улучшения условий для формирования благоприятной окружающей среды

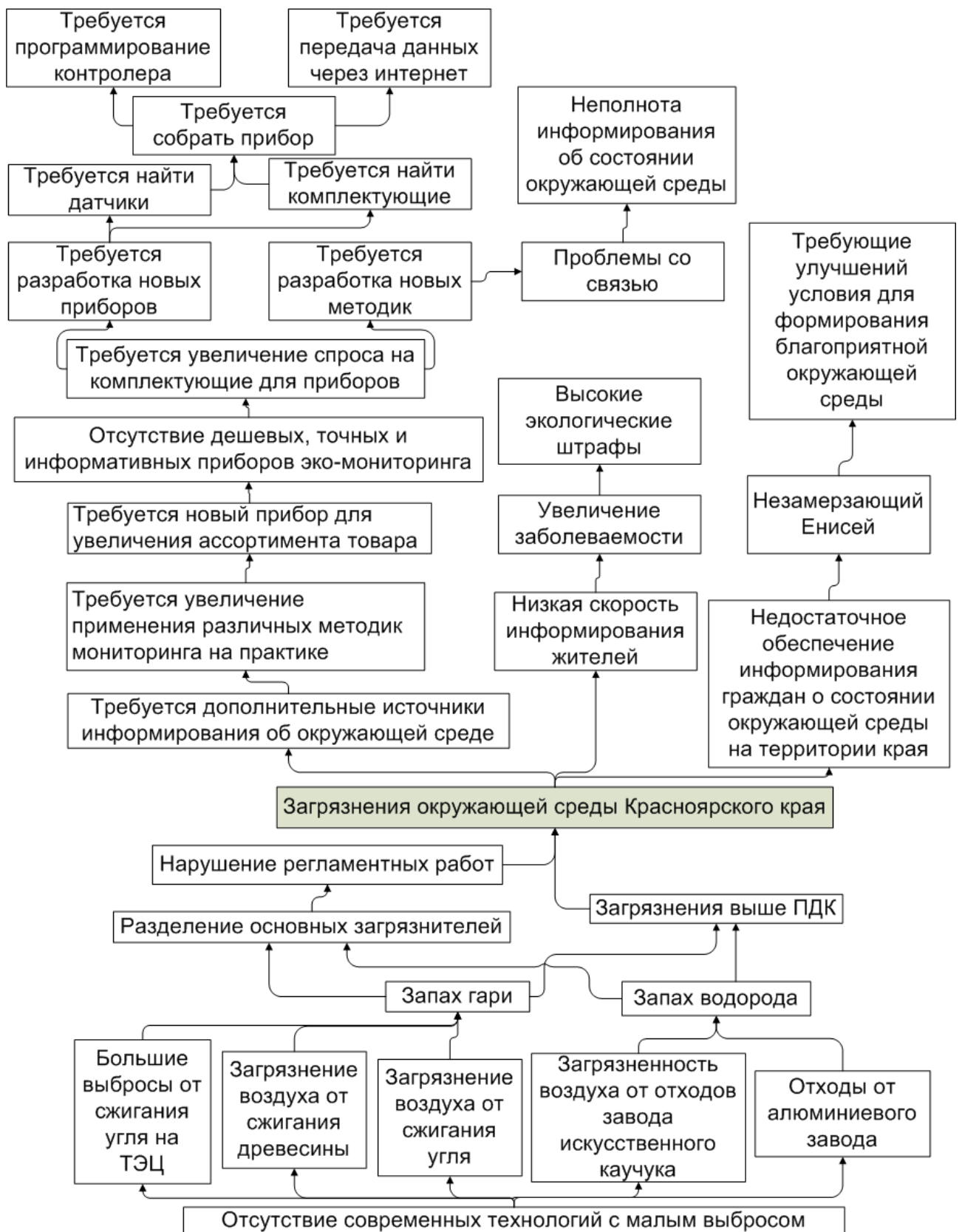


Рисунок 10 – Дерево проблем проекта

### 2.1.3. Дерево целей

Дерево целей – структурированная совокупность целей организации, построенная по иерархическому принципу (распределенная по уровням, ранжированная). По сути, это визуальное представление достижения целей. Принцип, согласно которому главная цель достигается за счет совокупности второстепенных и дополнительных целей.

Цели проекта – это желаемый результат деятельности, достигаемый при реализации проекта в заданных условиях.

Цель должна быть конкретной и измеримой в рамках проекта, также необходимо для цели быть достижимой, актуальной и ограниченной во времени.

Метод дерева целей считается одним из наиболее эффективных методов планирования задач. Изобразив планы в виде графика, менеджмент компании видит, с какими проблемами придется столкнуться в будущем, и какие дополнительные ресурсы потребуются, чтобы достичь задуманного.

Дерево целей позволяет:

- скоординировать деятельность всех структурных подразделений организации;
- увязать обязанности должностных лиц и повысить их взаимную ответственность;
- осуществлять четкий контроль исполнительской дисциплины, установив конкретные задачи и сроки реализации;
- обеспечить высокую степень управляемости бизнес-процессов;
- подготовить организацию к внезапным переменам.

Главной проблемой в дереве проблем является загрязнение окружающей среды, соответственно требуется достичь цели, при которой экология Красноярского края соответствует всем стандартам.

Дерево целей строится на основании противопоставления дерева проблем. На рисунке 11 представлено дерево целей проекта.

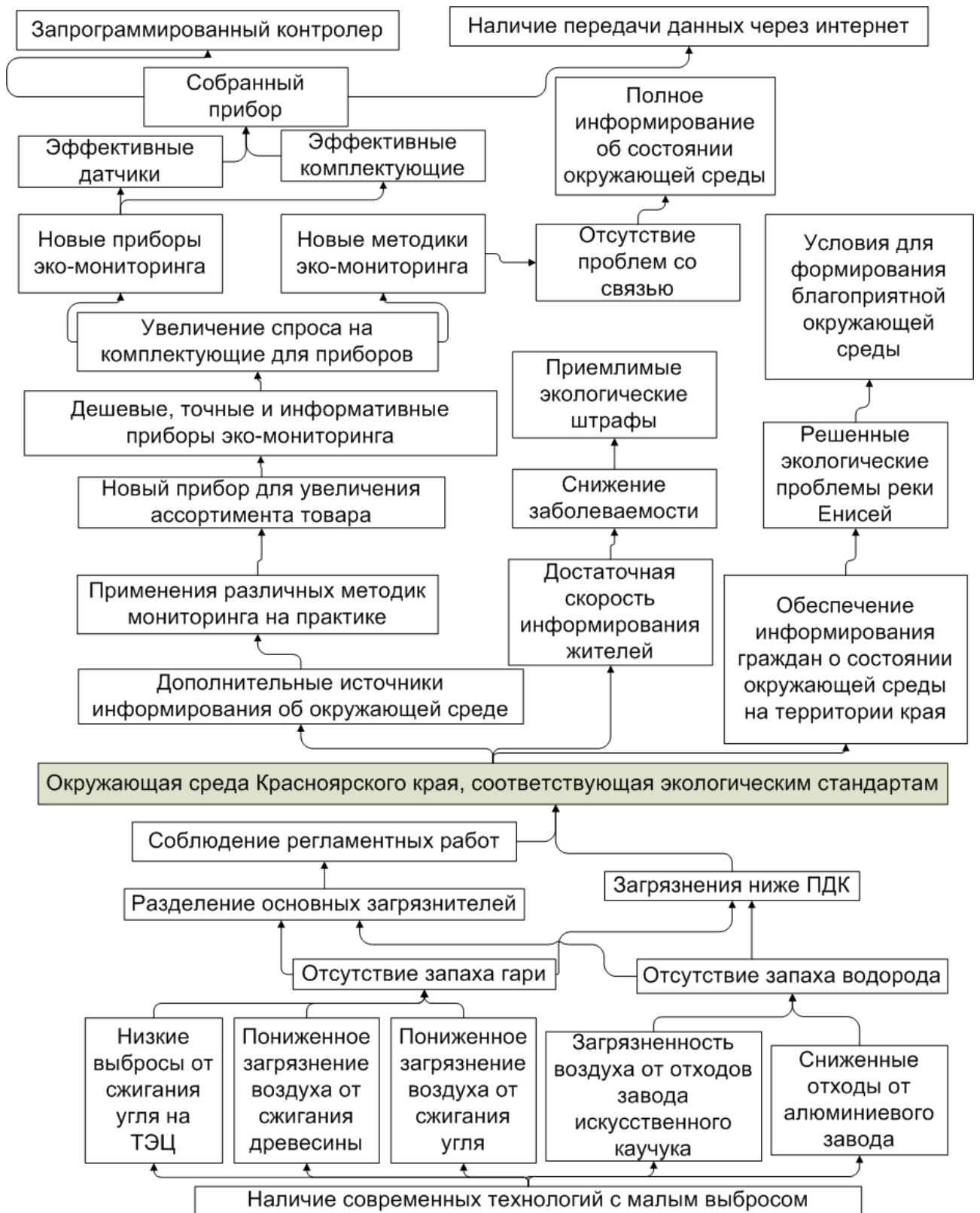


Рисунок 11 – Дерево целей проекта

## 2.2. Моделирование процессов

В общем виде процесс экологического мониторинга можно представить схемой: окружающая среда (либо конкретный объект окружающей среды), измерение параметров различными подсистемами мониторинга, сбор и передача информации, обработка и представление данных (формирование обобщённых оценок), прогнозирование. Система экологического мониторинга предназначена для обслуживания систем управления качеством окружающей среды [12].

Информация о состоянии окружающей среды, полученная в системе экологического мониторинга, используется системой управления для предотвращения или устранения негативной экологической ситуации, для оценки неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды, а также для разработки прогнозов социально-экономического развития, разработки программ в области экологического развития и охраны окружающей среды.

В системе управления можно также выделить три подсистемы: принятие решения (специально уполномоченный государственный орган), управление выполнением решения (например, администрация предприятий), выполнение решения с помощью различных технических или иных средств. Мониторинг является многоуровневой системой. В экологическом аспекте обычно выделяют системы (или подсистемы) детального, локального, регионального, национального и глобального уровней [12].

Моделирование процессов предполагает построение модели «как есть», т.е. модель уже существующего процесса. Построение функциональной модели «как есть» позволяет четко зафиксировать, какие процессы осуществляются [13].

В данном случае необходимо построить модель экологического мониторинга, учитывающего все влияющие управляющие факторы и ресурсы необходимые для функционирования системы [14].

### 2.2.1. Контекстная диаграмма

Контекстная диаграмма (диаграмма верхнего уровня), являясь вершиной древовидной структуры диаграмм, показывает назначение системы (основную функцию) и ее взаимодействие с внешней средой. В каждой модели может быть только одна контекстная диаграмма. После описания основной функции выполняется функциональная декомпозиция, т.е. определяются функции, из которых состоит основная [15].

Главным процессом является создание новой системы экологического мониторинга. Входной параметр – существующие системы экологического мониторинга. Выходной – новая система экологического мониторинга.

В качестве управления были определены следующие факторы:

- уровни предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ;
- сведения о загрязнителях окружающей среды;
- требования жителей г. Красноярск;
- сведения о датчиках для экомониторинга;
- технические условия для сборки прибора;
- техническое задание на программирование контроллера;
- требования Минприроды России.

Ресурсами для процесса будут выступать:

- команда проекта;
- организационная техника;
- комплектующие для прибора экомониторинга;
- датчики для прибора экомониторинга;
- ресурсы для сборки прибора экомониторинга.

На рисунке 12 представлена контекстная диаграмма.

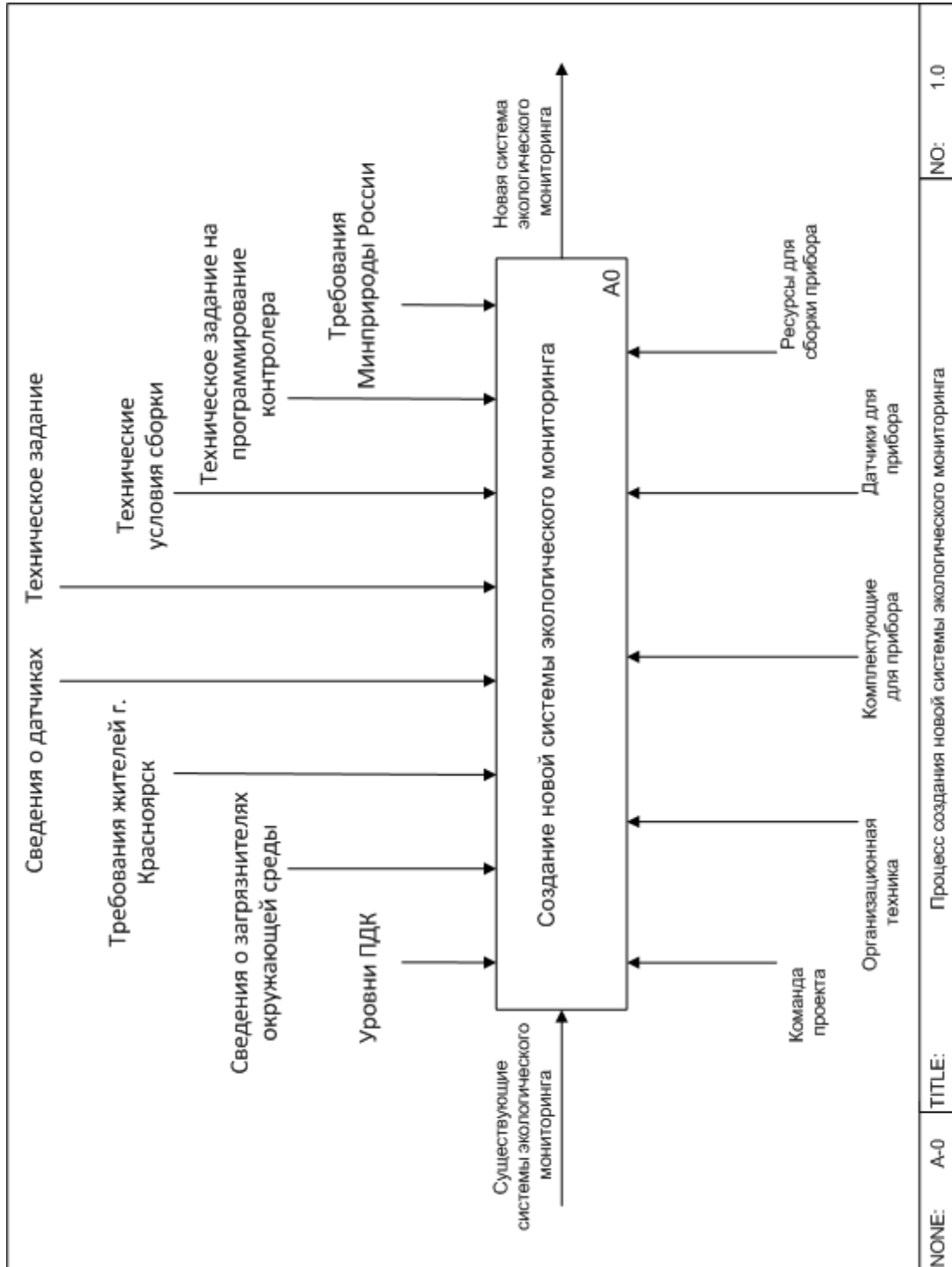


Рисунок 12 – Контекстная диаграмма A-0

## 2.2.2. Декомпозиция первого уровня

Декомпозиция создания новой системы экологического мониторинга (рисунок 13) состоит из 4 процессов:

– анализ систем экомониторинга. Системный подход способствует выработке правильного метода мышления о самом процессе управления, но любая система является частью большей системы и постоянно изменяется. В том случае, когда нет достаточной информации о существовании проблемной ситуации, тогда для того, чтобы организовать процесс принятия решений, менеджер применяет системный анализ. Результатом анализа получим данные по системам экомониторинга [16];

– создания прибора экомониторинга. Проектирование и конструирование служит для одной цели: разработке нового изделия. Сначала в уме разработчика создается конкретный мысленный образ. Одновременно оценивается эффект внесенных изменений, определяется, как эти изменения могут подействовать на конечный результат. И как итог этого процесса будет создан прототип [17];

– размещение прибора экомониторинга. Размещение прибора одним из способов, облегчает условия сбора информации и обеспечивает стабильность доступа к устройству. Какой метод применить, зависит от размера и функциональности прибора. Для многофункционального прибора требуется найти место где потенциал прибора будет раскрыт максимально. Ответственный должен найти эффективное место, установить его и обеспечить получение информации с контрольной точки [18];

– создания сайта экомониторинга. Данный процесс предназначен для предоставления информации в удобной для потребителей форме. В процессе нужно настроить передачу данных на сайт в реальном времени, настроить корректное отображение этих данных, предоставление сопутствующих данных. Этот процесс будет заключительным во всей схеме и результатом его окончания будет новая полноценная система экологического мониторинга [19].



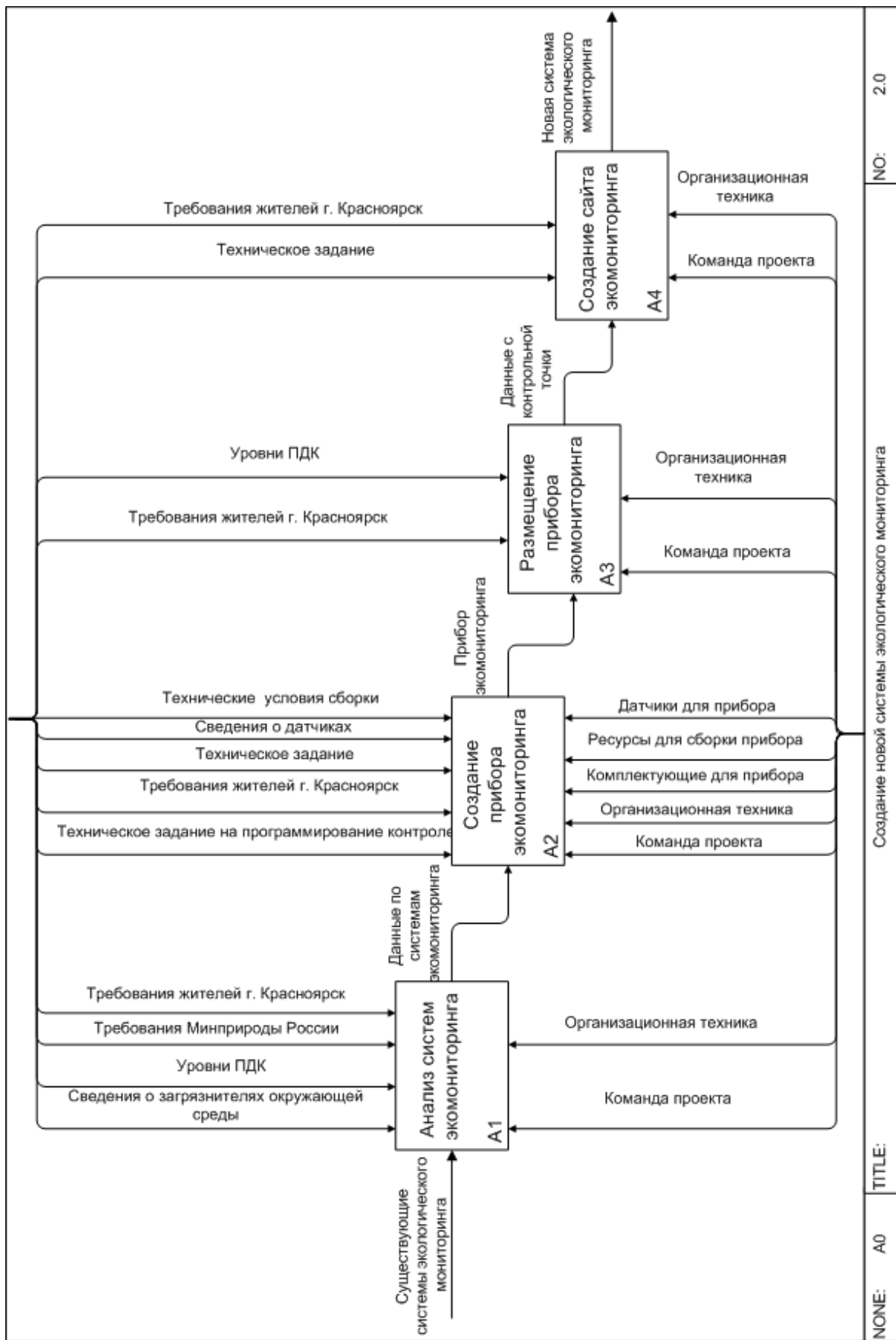


Рисунок 13 – Диаграмма A0 (декомпозиция первого уровня)

### 2.2.3. Декомпозиция анализа систем экомониторинга

Можно выделить следующие составляющие анализа систем экомониторинга:

– сбор информации по системам экомониторинга. Под данным этапом понимается процесс сбора информации и измерения целевых показателей в сложившейся системе, который впоследствии позволяет ответить на актуальные вопросы и оценить полученные результаты. Выходом данного процесса будет являться информация по системам экомониторинга [20];

– проверка на соответствие современным экологическим стандартам. Результат оценки соответствия не следует рассматривать, как некое строгое доказательство того, что объект соответствует, и всегда будет соответствовать установленным требованиям. Демонстрация соответствия может проводиться с разной степенью достоверности и убедительности в зависимости от потребности и возможностей. Выходом будет являться проверенные данные по экомониторингу [21];

– обработка полученных данных. процесс изменения формы представления информации или её содержания. Обработка информации — это решение информационной задачи, или процесс перехода от исходных данных к результату. Обрабатывать можно информацию любого вида, и правила обработки могут быть самыми разнообразными. В результате обработки имеющейся (входной) информации мы получаем новую (выходную) информацию. Это правило может быть представлено в виде формулы или подробного плана действий. Выходом являются данные по системам экомониторинга [22].

На рисунке 14 представлена декомпозиция анализа систем экомониторинга.

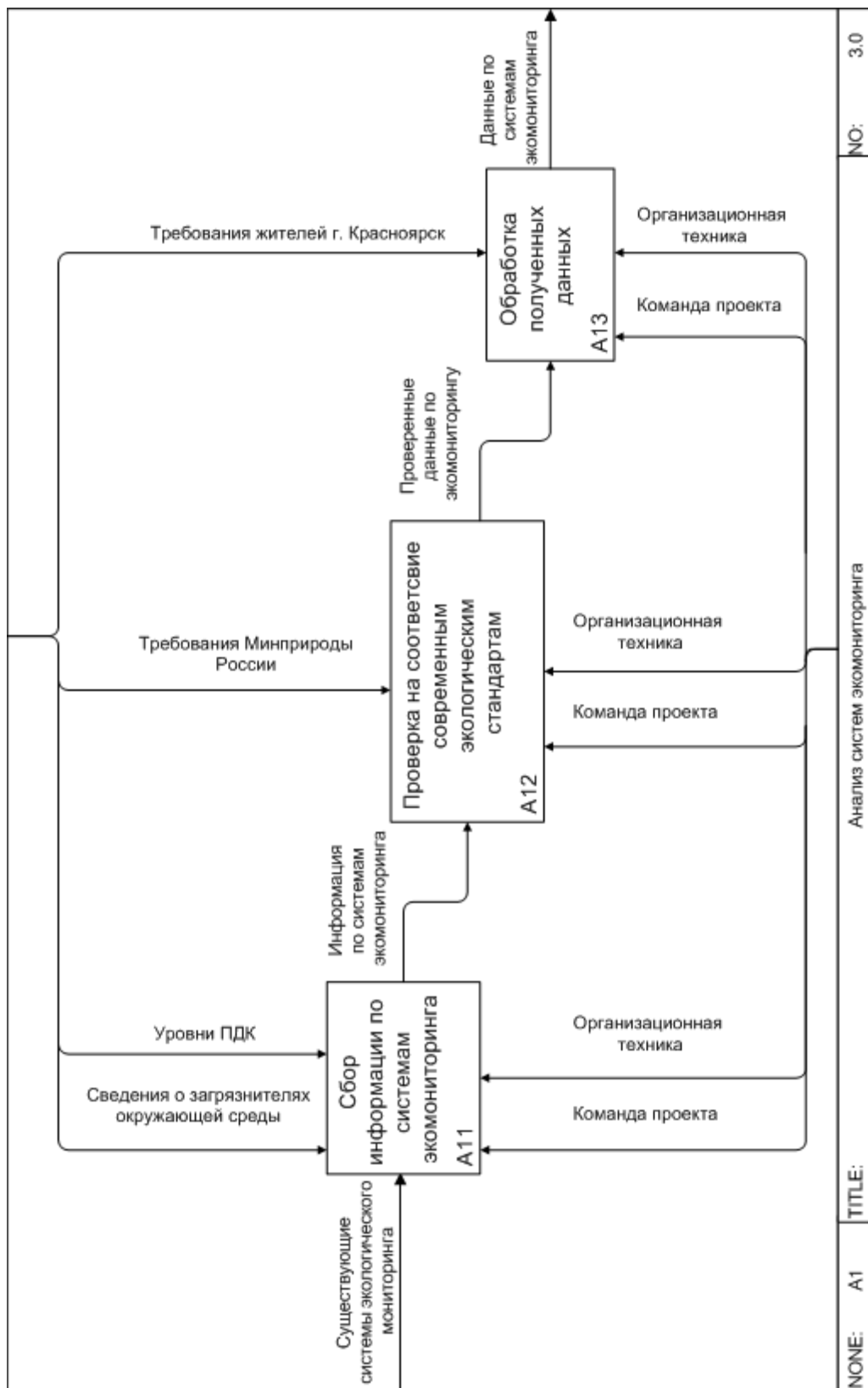


Рисунок 14 – Декомпозиция анализа систем экомониторинга

#### **2.2.4. Декомпозиция создания прибора экомониторинга**

Основные этапы, которые составляют создание прибора экомониторинга:

– подбор комплектующих для прибора экомониторинга. На сегодняшний день существует возможность найти огромное количество качественных и дешевых комплектующих для прибора. Выходом будут являться комплектующие и информации о возможностях нашего прибора [23];

– подбор датчиков для прибора экомониторинга. В современном мире технологии не стоят на месте, тем более в защите окружающей среды, каждый производитель пытается внедрить, что то новое. Требуется найти датчики, которые будут определять загрязнители с достаточной точностью и обладать низкой стоимостью. С учетом предыдущего процесса на выходе будет иметь полный комплект для создания прибора экомониторинга [24];

– сборка прибора. Сборка и герметизация прибора включает в себя 3 основные операции: присоединение контроллера к основанию корпуса, присоединение других комплектующих и датчиков, защиту прибора от воздействия внешней среды. От качества сборочных операций зависят стабильность электрических параметров и надёжность конечного изделия. кроме того, выбор метода сборки влияет на суммарную стоимость продукта;

– программирование прибора экомониторинга. Под программированием понимается процесс превращения алгоритма в нотацию, написанную на языке программирования, которая может быть выполнена компьютером. Несмотря на существование большого количества различных языков программирования и типов компьютеров, самый первый и важный шаг - это иметь решение. Без алгоритма никакой программы быть не может. Как результат мы получим работающий прибор по определённому алгоритму заданному нами [25];

– проверка работы экомониторинга. Завершительным процессом будет проверка работоспособности прибора.

На рисунке 15 представлена декомпозиция создания прибора экомониторинга.

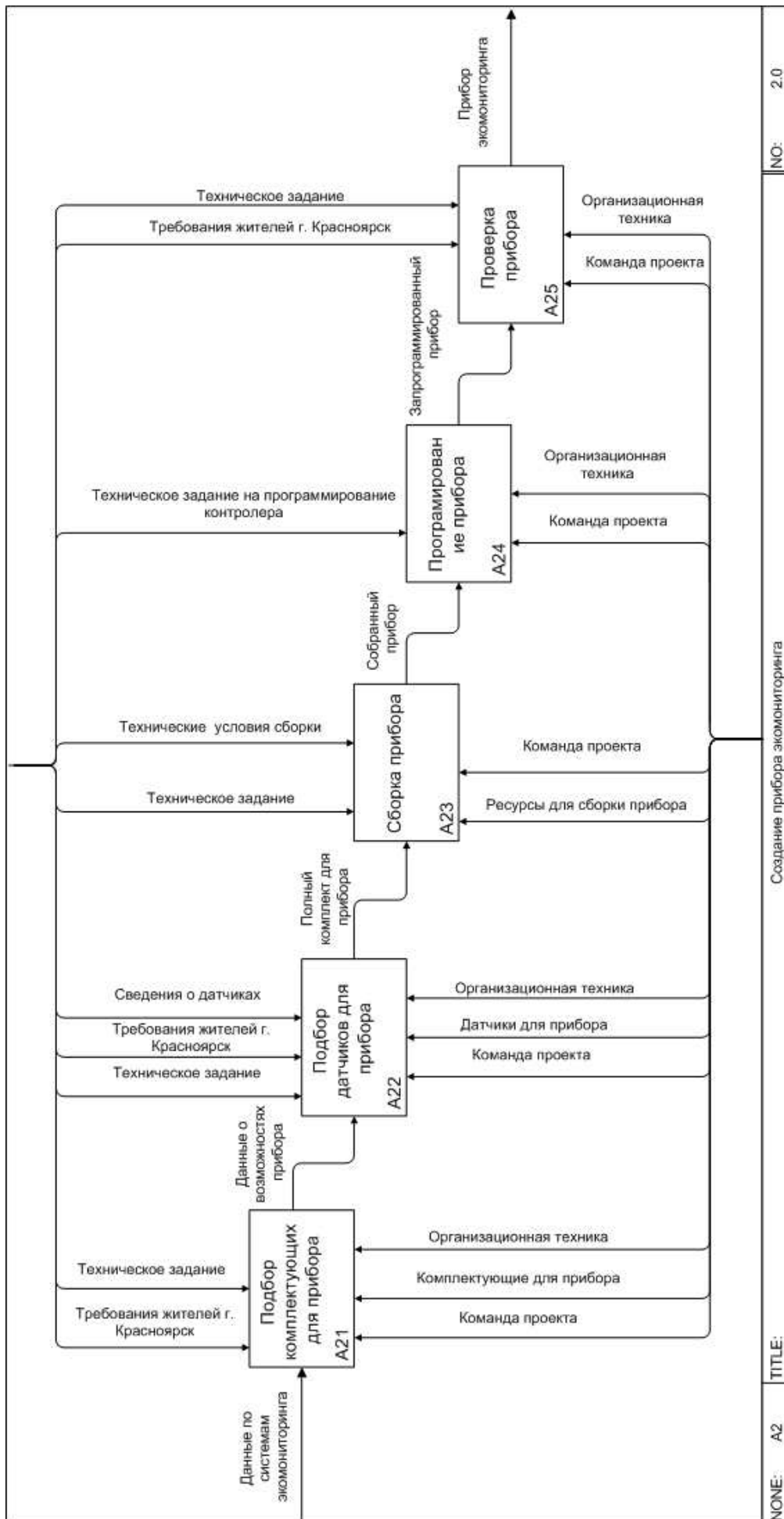


Рисунок 15 – Декомпозиция создания прибора экомониторинга

### **2.2.5. Декомпозиция размещение прибора экомониторинга**

Составляющие процесса размещение прибора экомониторинга являются:

– поиск контрольной точки для измерения. Для определения контрольной точки, где будут проводиться замеры необходимо руководствоваться требованиями жителей г. Красноярска. Контрольная точка размещается в месте, где прибор будет использоваться максимально эффективно. Результатом будет конкретное место, где будет устанавливаться прибор [26];

– установка прибора в контрольной точке. Данный этап подразумевает урегулирование вопросов с документами, договоров с владельцем места установки и непосредственно сам монтаж. Выходом будет установленный прибор в контрольной точке [27];

– проверка работы устройства на контрольной точке. По завершению предыдущего этапа требуется произвести проверку работы устройства, так как в процессе транспортировке и монтажа могли случаться сбои. После проверки и успешной работы прибора, с контрольной точки можно получать на постоянной основе данные.

На рисунке 16 показана декомпозиция размещения прибора экомониторинга.

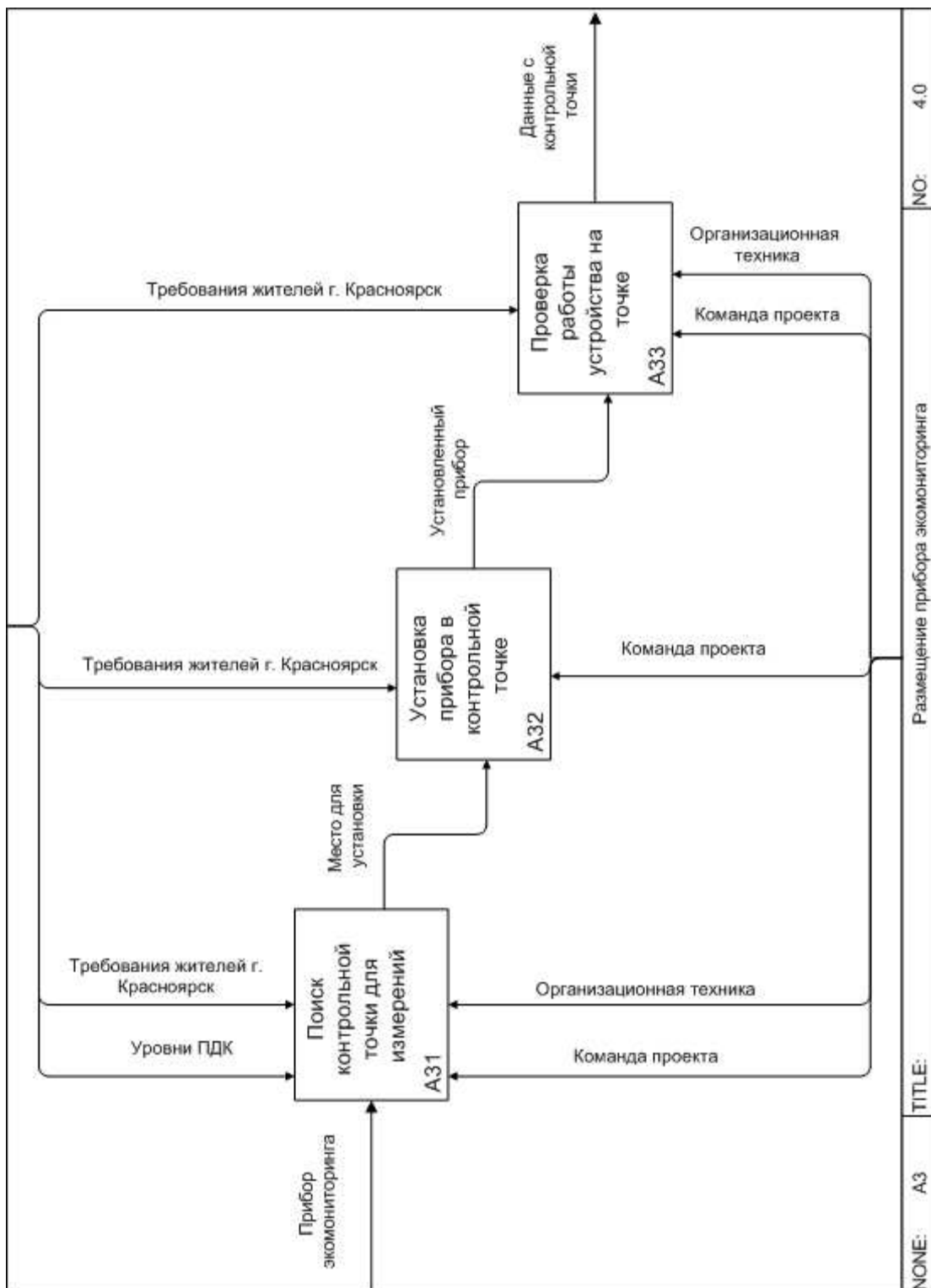


Рисунок 16 – Декомпозиция размещения прибора экомониторинга

### **2.3. Система сбалансированных показателей**

Модернизация предприятия затруднительный процесс и поэтому стабильность развития, подвержена влиянию множества факторов и условий. На предприятиях, как следствие, могут появляться трудности и проблемы в развитии, которые следует заблаговременно устранять сразу после их возникновения. Чтобы избежать этого требуется создать систему показателей, которая даёт возможность вести наблюдение за эффективностью работы предприятия в целом. В качестве этой системы может выступать сбалансированная система показателей эффективности, дающая возможность весьма заметно поднять качество управления предприятием, в частности, когда предприятие занимается многопродуктовым бизнесом, или обладает несколькими направлениями деятельности. Оценка деятельности предприятия классическим способом, которая базируется лишь на анализе динамики финансовых показателей, в обстоятельствах жесткой конкуренции, не позволяет произвести быстрое реагирование на меняющуюся рыночную обстановку. Ещё имеется риск, что рост прибыли станет чрезмерной задачей, которая перекроет другие стороны деятельности предприятия: инновации, клиентскую политику, квалификацию персонала и т. д. Это может привести к заметным убыткам, уменьшению доли рынка и даже к банкротству предприятия. Для того чтобы справиться с подобными проблемами предприятию необходима система ССП [28].

Большинство отечественных и зарубежных авторов предполагают, что сбалансированной системе показателей эффективности требуется охватить каждое значимое направление работы предприятия [29]. В классическом варианте ССП их 4: финансы, работа с клиентами, внутренние бизнес-процессы и управление персоналом [30]. Но количество и наименования направлений зависят от деятельности предприятия и изменяющихся условий внешней среды [31]. Важными факторами при составлении и построении ССП требуется считать следующее:



– необходимо согласие и желание управленческого аппарата. В случае если руководство предприятия в действительности хочет внедрять ССП, то это значительно поможет упростить ход самого процесса, а также снизит сопротивляемость. Стратегия – это задача управляющего аппарата. Стратегия, работающая по принципу «снизу вверх» вероятнее всего не реализуется. Процесс разработки ССП в значительной степени обусловлен спецификацией фирмы, однако все равно реализуется по классической схеме «сверху вниз»;

– руководству предприятия следует помогать процессу составления ССП. Главное – это стремление изменить предприятие в лучшую сторону и переход на новый качественный уровень;

– проект введения ССП не оканчивается с разработкой. Он содержит весьма заметный этап внедрения;

– ССП должно являться поглощённой с системой согласования целей. Это приведет к пониманию каждого работника собственной роли на предприятии и повысит заинтересованность в успехе деятельности предприятия.

Основной смысл состоит в том, чтобы применить эту модель как основу для создания стратегических целей и критериев их достижения – показателей, их целевых значений и мероприятий по достижению целей [32].

По словам В. Ивлева и Т. Поповой [33], на сегодняшний день предприятиям требуются системы управления, снижающие риск неудачи в работе и изменяющую саму работу на весьма прогнозируемую. Имеет высокое значение стремительная реакция на любые изменения внешней среды [34]. Каждому предприятию, стремящемуся развиваться в способностях использования имеющихся возможностей, требуется справляться с 2-мя задачами: заботой о себе и корректном видении окружающей их действительности и реальности. Авторы утверждают, что часть стандартных методов управления не смешивает формулировку стратегий предприятия и их встраивание в мероприятия, которые направлены на стратегию. В то же время большинство предприятий используют только финансовые показатели при

принятии управленческих решений. Но конкретно они сокращают возможности предсказания будущего, так как представляют результаты проведённой деятельности и включают сокращённую информацию. Авторы называют основные предположения (аксиомы) по стратегическому управлению:

– аксиома случайности: не бывает только одного способа оптимального управления предприятием;

– аксиома зависимости от внешней среды: окружающая действительность представляет оптимальную модель поведения предприятия [35];

– аксиома соответствия: для того чтобы добиться успеха, агрессивности стратегии требуется находиться в соответствии с уровнем изменчивости (турбулентности) окружающей среды [36];

– аксиома стратегии, способности и деятельности: деятельность компании оптимальна в условиях, когда ее стратегическое поведение совпадает по уровню изменчивости среды, тогда как деловые способности совпадает со стратегическим поведением;

– аксиома многоэлементности: успешная деятельность компании – это результат взаимодействия нескольких ключевых элементов;

– аксиома сбалансированности: все уровни изменчивости внешней среды соответствует комбинации элементов, которые оптимизируют успех всего предприятия [37].

К. Радченко повествовал о том, что деятельность по уравниванию ССП приводит только к снижению разрыва между финансовыми и нефинансовыми показателями. Создатели ССП значительно снижают финансовую часть стратегического «пирога», направленного на топ-менеджеров, которые в основном зависимы от инноваций предприятия, однако не изменяют приоритеты, то есть финансы являются главной составляющей ССП. Но смещение в практическую применимость этих показателей остается на прежнем уровне. Количественное смещение в основном ведет к значимым привычным финансовым и операционным показателям в сравнении с такими важными факторами создания стоимости, как интеллектуальный капитал, а также

согласование стратегических целей компании с интересами внешних заинтересованных сторон. Самый популярный представитель 1-го направления, который рекомендует «свернуть» ССП вглубь предприятия, а значит, переориентировать управляющий персонал на ключевые внутренние показатели, это доктор Артур (Арт) Шнейдерман, который сделал предложение [38] разгрузить ССП, сохранив только главные показатели, которых должно быть меньше 10. Он основным образом сосредотачивает внимание на внутренней результативности предприятия [39]. Робин Лоутон [20] предложил применять модель, которая содержит 8 областей измерения [21]:

- результаты, которые важны для потребителя: удовольствие, безопасность, экономия личного времени, повышение статуса, здоровье;

- результаты, которые имеют отрицательное влияние для потребителя: результаты: налоги, дискомфорт, потраченное впустую время, расстройство;

- характеристики продукта либо услуги, которые считаются привлекательными для потребителя: простота в использовании, доступность, низкая стоимость, долговечность, полезность;

- характеристики процессов, которые являются привлекательными для потребителя: получение заказанного продукта или услуги вовремя, отсутствие лишних формальностей и затрат времени, легкость приобретения;

- результаты, которые являются желательными для компании: лидерство, высокая прибыль, значительная доля рынка, опережающие конкурентов темпы роста;

- результаты, которые являются нежелательными, которых компания желала бы избежать либо снизить: высокий уровень отходов, финансовые убытки, потеря клиентов;

- характеристики продукта, которые компания хотела бы иметь: простота создания, низкие производственные затраты, отсутствие расходов на гарантийное обслуживание, простота распространения;

– характеристики процессов, которые желательны для компании: высокая производительность, оптимальное время производственного цикла, отсутствие необходимости частой переналадки оборудования и т.п.».

В основе ССП «ключевые показатели эффективности» – КРІ (Key performance indicator). Главная разница сбалансированной системы показателей эффективности от типичного набора показателей в том, что КРІ, которые являются частью сбалансированной системы, направлены на стратегические цели предприятия, взаимосвязаны между собой и сгруппированы по различным признакам.

Сбалансированная система показателей эффективности включает в себя главные направления деятельности компании. Функционируя в окружающей среде, предприятие подвергается влиянию внешних и внутренних факторов [39]. Но формулировка и количество направлений, которые рассматривает ССП изменяется из-за сферы деятельности предприятия и изменчивых условий внешней среды.

Чтобы управлять и контролировать деятельность предприятия по критическим факторам успеха, нужно определить КРІ. Ключевые показатели эффективности бывают абсолютными (объем выручки) и относительными (рентабельность). Но множеству показателей важно по большей части не абсолютное значение, а динамика (например, для объема просроченной дебиторской задолженности). Определяют конкретные ключевые показатели эффективности обычно менеджеры по тому или иному направлению. Это не классический набор финансовых и нефинансовых показателей, а описание стратегии ведения бизнеса в количественном отношении, без которого невозможно построить эффективную систему управления стратегией предприятия [40].

Обстоятельства эффективного управления уже продолжительное время являются объектом дискуссий, впрочем, ранее были предприняты попытки эту задачу разрешить исключительно с применением систем финансовых

показателей, а на сегодняшний день авторы все чаще рекомендуют использовать и нефинансовые показатели.

Сторонники данного направления считают, что финансовое измерение способным исключительно оценивать уже произошедшее. К тому же временной промежуток между совершением хозяйственных операций и получением их финансового толкования весьма большой. Впрочем, жесткие обстоятельства игры на предпринимательском рынке, увеличение темпов деятельности, а вдобавок соперничество за клиента ведет к присутствию в сопровождение расширенной информационной базы, существующей для принятия административных решений. С целью беспристрастной оценки возможностей развития необходимо обладать информацией финансового и нефинансового профиля по вкладу любого из участников хозяйственной деятельности в общую стоимость предприятия, это требуется для своевременной расстановки приоритетов и фокусировки усилий на самых многообещающих и выгодных. Система сбалансированных показателей дает возможность заполнения существующего на многих предприятиях пробела между разработанной стратегией и повседневной деятельностью [40].

Иначе, система сбалансированных показателей необходима предприятию при условиях, если у него есть стратегия будущей деятельности. Во время разработки системы сбалансированных показателей требуется расценивать факторы, которые причисляются к статичным «стратегическим рамкам», а также к динамичной системе целей. Эти условия присоединяются в «арену конкуренции», которая охватывает внушительную для предприятия информацию о тенденциях, сценариях, рынках, потребителях, отрасли, условиях успеха и конкурентах [41].

Мы проанализировали стандартную работу Д. Нортон и Р. Каплана и это дало возможность заметить подобные достоинства использования системы сбалансированных показателей в деятельности предприятий индустриального профиля:

– ССП включает в рамках одного доклада несколько вроде бы автономных элементов, которые устанавливает конкурентоспособность предприятия; ориентацию на клиентов, сокращение сроков реакции на их запросы, увеличение качества, кооперативную работу, сокращение времени, которое необходимо для старта производства нового продукта, управление для достижения долгосрочных результатов;

– сбалансированная оценка способствует исключить субоптимизации. Подразумевая, что управленческий аппарат обязан брать в расчет весь объем важных операционных показателей, система дает возможность увидеть, не добивается ли усовершенствований в одной области за счет издержек в другой. Настоящий подход к оценке деятельности согласован с инициативами отдельных предприятий, которые затрагивают функциональности и интеграции, создания партнерств потребителей с поставщиками, глобализации, а вдобавок долговременного совершенствования процессов и выхода к командной ответственности.

Сбалансированная система показателей предоставляет возможность управленческому аппарату посмотреть на свой бизнес с четырех значительных сторон. Она отвечает на следующие 4 вопроса:

- как мы выглядим со стороны потребителей;
- в чем мы можем являться лучшими;
- в состоянии ли мы продолжить эффективное совершенствование или создание ценностей;
- какими мы выглядим со стороны акционеров.

Максимальным вниманием у западных авторов используется анализ деятельности предприятия с учетом кооперации и взаимодействия экологических, финансовых и социальных показателей в ее работе. В целом, структура изменилась незначительно, для нас в первую очередь интересен выбор продуктивного и эффективного финансового показателя.

По субъективному мнению авторов, результат по достижению предприятием своих поставленных целей можно оценивать по изменению

показателя рентабельности инвестированного капитала, который значительно интересует собственников и акционеров.

Очевидно, что представленное допущение действительно при выборе результативного показателя, при разработке метода оценивания устойчивости предприятия промышленного профиля, на основании использование метода основного компонента. Данный показатель представляется результативным при построении комплексного метода оценивания устойчивости, а также нахождение условий его устойчивого развития.

Но большинство на практике ориентируются первоначально на финансовый показатель, который характеризует использование активов, его целевое значение надлежит доказать во время разработки стратегии – рентабельность активов.

Его моделирование происходит с помощью формулы Дюпона, она позволяет проанализировать административный аппарат предприятия не только со стороны прибыльности продаж, но и со стороны эффективности использования активов, а также дает возможность определения, за счет каких условий производится изменение рентабельности инвестированного капитала.

Как важнейший показатель эффективность бизнеса, он обладает в себе полным набором элементов, которые характеризуют различные стороны хозяйственной деятельности. Проанализировав их взаимосвязи, отделим факторы, которые больше всего влияют, и сконцентрируем внимание на управлении ими. Фактором смены значения показателя может служить увеличение активов либо сокращение соответствующих видов прибыли.

На рисунке 17 представлена система сбалансированных показателей для создания аппаратуры мониторинга природной среды.

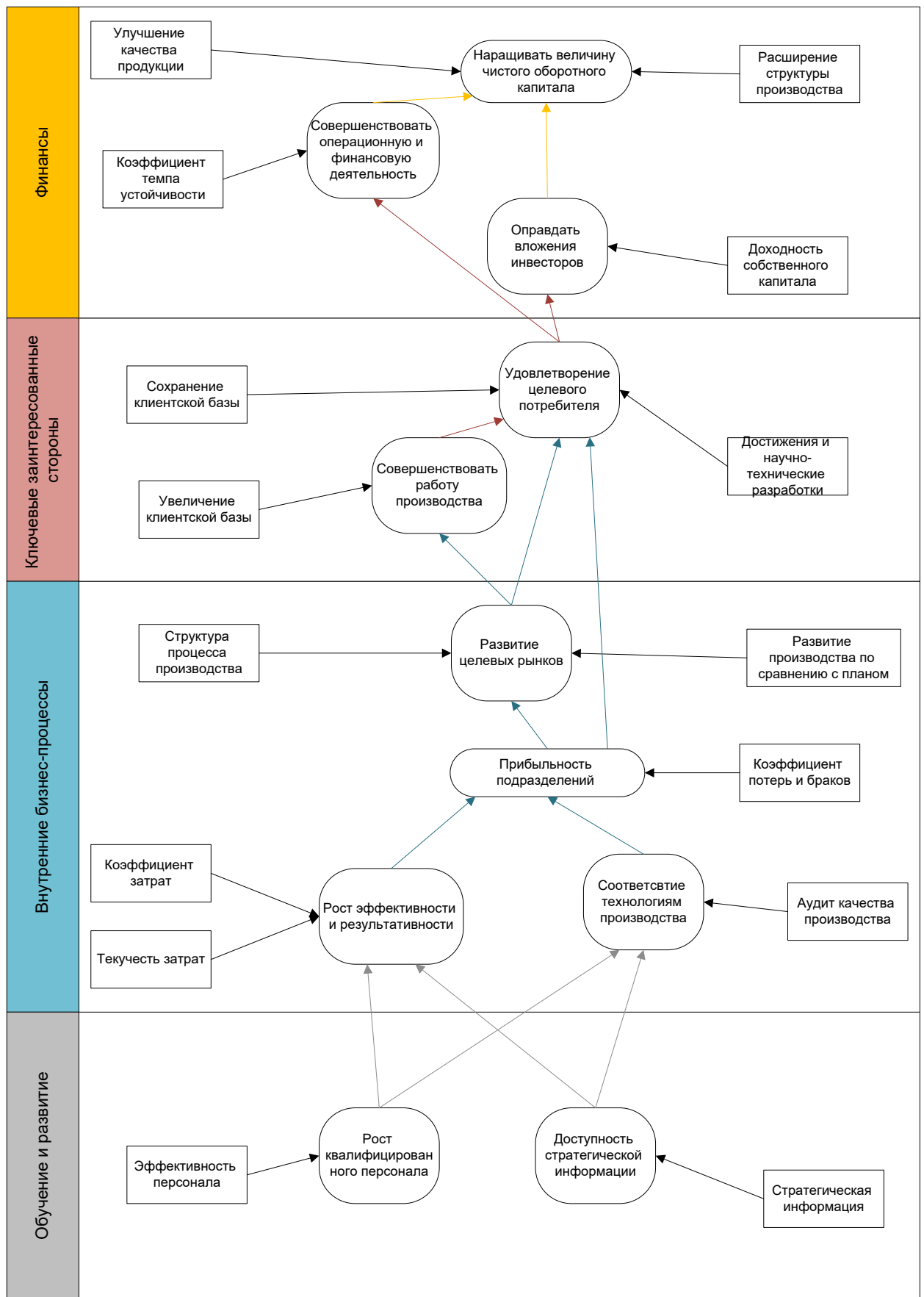


Рисунок 17 – Система сбалансированных показателей для оценки экологического мониторинга в регионе



Основным показателем эффективности использования акционерного капитала для собственников (акционеров) будет являться рентабельность собственного капитала. Стабильный рост сообщает о большой эффективности организации всеми видами ресурсов и затрат предприятия. А, что касается его отклонение, от среднеотраслевого значения сообщает об излишней степени долга в структуре капитала, а также высоком финансовом риске. Конечно, показатель не будет характеризовать целиком адекватно достижение административным аппаратом главной цели (повышение стоимости предприятия), однако он в любом случае – значительная характеристика по производительности управления с точки зрения акционеров и по выработыванию стратегии будущего развития компании. Значит, в качестве продуктивного признака динамического развития акционерного общества мы применяем показатель, который рассчитывается в долях за каждый исследуемый год.

Мы видим, что в рисунке весьма наглядно обозначается стадия стабильного состояния. Но по нашему представлению устойчивость деятельности предприятия и устойчивое состояние термины не идентичные. Таким образом, использование системы сбалансированных показателей связано в значительной степени с функциональной устойчивости, т.е. управленческий аппарат определяет степень выполнения своих функций в соответствии с заранее сформулированными финансовыми и нефинансовыми показателями. Мы же в основном заинтересованы оценкой стабильности компании, которая демонстрирует его жизнеспособность. Это представление по итогам деятельности фирмы позволяет построить траекторию его устойчивости, опираясь на обозначенные предварительно внутренние факторы, которые в значительной степени влияют на рентабельность собственного капитала. По нашему предположению, метод оценки, который был разработан, предоставляет возможность нивелировать хотя бы один из главных минусов ССП – методологическую трудность определения показателей по группам из ряда других, которые выделены многими авторами [42]:

- трудность восприятия и принятия всем коллективом совместной стратегии;
- отсутствие ответственности за итог и расчет на управление активами и ресурсами вместо финансирования;
- ССП не наблюдает за тем, что помимо потребителей также заинтересованные стороны – это инвесторы, кредиторы и государство;
- ССП не функционирует с опционами и эффектами, которые сопряжены с информационным снабжением бизнес–процессов в компании;
- ССП не моделирует неопределенность и риски;
- методологически затруднительно установить показатели интеллектуального капитала;
- недостаток сведений о многих параметрах внешнего окружения, это не предоставляет предприятию четкую картину в проекции клиентов;
- отсутствует вероятность извлечения информации для одной из перспектив, что рушит единство всей системы и ведет к неточным показателям.

Общепринятый эволюционный подход возможно объяснить специфики функционирования отношений между ними. «Душа» фирмы развивается в процессе роста коллективной культуры, в том числе внутрифирменных традиций, а вдобавок в ходе взаимодействия с другими предприятиями, которые размещается на более высоком уровне развития духовных качеств. В основе лежит представление рутин – традиций, внутрифирменных микроинститутов, которые снабжает воспроизводство функциональноинституциональной системы компании, основываясь на принципах преемственности, наследуемости и отбора.

Клейнер Г.Б. полагает [43], что основные направления, которые ориентированы отмеченным образом, должны модернизировать:

- внутреннюю организационно-функциональную структуру компании, корреляцию среди производственной, маркетинговой и инновационной активностью предприятий;

- систему принятия заключений и систему управления предприятием, в том числе связи фирмы со своими крупными акционерами (повышение ответственности за принимаемые решения), а также мелкими акционерами (обеспечение прав участия в принятии решений);
- согласование и координацию предприятий в рамках отрасли и территориального кластера;
- каналы влияния общества на деятельность предприятия и предприятий на деятельность государства;
- коммуникация корпоративных предприятий и фондового рынка;
- систему регистрации и ликвидации предприятий;
- систему внутреннего планирования работы предприятий в связке с системой прогнозирования и индикативного моделирования экономики в целом.

В данном исследовании мы не задавались вопросом отличие эксплуатации системы сбалансированных показателей, так как она характеризуется обилием достоинств. Мы попытались специфицировать метод отбора внутренних свойств предприятия промышленного профиля и сгруппировать самые необходимые факторы, которые воздействуют на жизнеспособность предприятия на рынке или на ее устойчивость. Далее необходимо производить оценку деятельности предприятий промышленного профиля в динамике и учитывая рекомендованные в литературе методы оценки. Разумно предположить, что данный анализ количественно обязан подтвердить то, что анализируя устойчивость развития фирмы нужно руководствоваться категориями, которые являются количественными оценками наиболее значимых факторов [44]. Поэтому следует отметить, что в решении задачи оценки стабильности развития предприятия важную роль играет качество отбора наиболее необходимых факторов для сбалансированной системы показателей, которые всецело способны описать существующее положение предприятия с учетом его возможных особенностей.

### **3. Разработанная система экологического on-line мониторинга**

В любом государстве система комплексного мониторинга основывается на существующих системах наблюдения, нередко отражающих в какой-то мере организационную структуру управления хозяйством в данной стране. Однако главные черты мониторинга в разных странах должны быть похожи, также должна быть единой сама концепция мониторинга, включая осуществление наблюдений, оценку и прогноз состояния природной среды, унификацию измерений, единое определение приоритетности при наблюдениях, критерии оценки состояния природной среды.

Целью современного экологического мониторинга является создание основы для защиты окружающей среды и содействие формированию высокопродуктивной системы «человек-природа».

Основными задачами системы мониторинга являются:

- наблюдение воздействующими на за факторами, и, окружающую природную среду, и за состоянием среды;
- оценку фактического состояния природной среды;
- прогноз состояния окружающей природной среды и оценку этого состояния.

Исполнение этих задач даёт исполнительным органам возможность собирать информацию, требуемую для планирования мероприятий по снижению загрязнения, выделения приоритетных сфер деятельности, контроля и оценки эффективности осуществления природоохранных мер;

- разработки временных мер по сокращению загрязнения в тех районах, где оно достигло опасного уровня;
- проверки соблюдения норм и стандартов качества природного объекта;
- получения данных для проведения научных исследований, в частности, изучения влияния загрязняющих веществ на здоровье человека;
- введения соответствующих законодательных актов.

При организации систем мониторинга весьма немаловажным является экономический аспект: мониторинг ради самого мониторинга не имеет смысла, поэтому главное значение должно придаваться мониторингу, способному продемонстрировать, в какой степени удовлетворяются цели политики защиты окружающей среды.

До недавнего времени в мире господствовала политика экологической безопасности, основанная на следующих положениях:

– воздействие техногенных факторов опасности на организм человека имеет пороговый характер, т.е. биологический эффект от воздействия проявляется в организме только при концентрациях токсичных и радиоактивных веществ в окружающей среде, превышающих ПДК;

– человек является наиболее чувствительным к опасностям объектом в биосфере и поэтому, если защищен человек, защищена природная среда.

При таких подходах мониторинг состояния окружающей среды является больше контролирующим мероприятием, поскольку для реализации такой политики, как правило, достаточно органов технологического контроля на предприятиях и служб здравоохранения.

В последние годы показано, что такая политика неоправданна. Малые концентрации многих веществ, особенно в определенных сочетаниях, могут вызвать гораздо большие нарушения, чем большие концентрации. А человек является не самым чувствительным элементом биосферы. Работы последних лет показали, что гигиенические нормы ПДК недостаточны и в большинстве случаев завышены, так как они не обеспечивают сохранение и выживание многих видов живых организмов (лишайники, хвойные породы деревьев и др.).

### **3.1. Устройство для экологического мониторинга**

Мы предлагаем прототип устройства экомониторинга, обладающего достаточно широким набором измеряемых величин, имеющего возможность контролироваться и управляться через средства сотовой связи. Также данный

прототип имеет возможность передачи собранных данных через сервера мобильного интернета. Современные средства электроники предоставляют возможности для реализации модульных конструкций с широким спектром возможностей. Основой нашего прототипа является процессор ATmega328 (технология «Arduino») [45]. Многофункциональная плата ArduinoNano управляет набором датчиков и периферийных устройств сбора и передачи данных.

Arduino – торговая марка аппаратно-программных средств для построения и прототипирования простых систем, моделей и экспериментов в области электроники, автоматизации процессов и робототехники.

Программная часть представлена бесплатной программной оболочкой (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры. Аппаратная часть состоит из набора смонтированных печатных плат, распространяющихся как официальным производителем, так и сторонними фирмами. Полностью открытая архитектура системы даёт возможность свободно копировать или дополнять линейку продукции Arduino [46]. Используется как для создания автономных объектов, так и подключения к программному обеспечению через проводные и беспроводные интерфейсы. Отлично подойдёт для начинающих пользователей с минимальным входным порогом знаний в области разработки электроники и программирования.

Программирование происходит полностью через собственную бесплатную программную оболочку Arduino IDE (распространяется по условиям GPLv2). В этой оболочке находится текстовый редактор, менеджер проектов, препроцессор, компилятор и инструменты для выгрузки программы в микроконтроллер. Оболочка написана на Java на основе проекта Processing, работает под Windows, Mac OS X и Linux. Используется комплект библиотек Arduino (по лицензии LGPL) [47].

Язык программирования Arduino называется Arduino C и представляет собой язык C++ с фреймворком Wiring, Язык различается в плане написания кода, который компилируется и собирается с помощью avr-gcc, с

особенностями, облегчающими написание работающей программы — имеется набор библиотек, включающий в себя функции и объекты [48]. При компиляции программы IDE создает временный файл с расширением \*.cpp.

Программы, созданные программистом Arduino, называются наброски или скетчи (транслитерация от англ. sketch) и сохраняются в файлах с расширением \*.ino. Эти файлы перед компиляцией обрабатываются препроцессором Ардуино. В то же время имеется возможность создавать и подключать к проекту стандартные файлы C++.

Программист должен написать две обязательные для Arduino функции `setup()` и `loop()`. Первая вызывается однократно при старте, вторая выполняется в бесконечном цикле. В тексте своей программы (скетча) программист не обязательно должен вставлять заголовочные файлы, используемые в стандартных библиотеках. Эти заголовочные файлы добавит препроцессор Arduino в соответствии с конфигурацией проекта. Всё же пользовательские библиотеки требуется указывать.

Управляющий проектом Arduino IDE имеет необычный механизм добавления библиотек. Библиотеки в виде исходных текстов на стандартном C++ добавляются в специальную папку в рабочем каталоге IDE. Также название библиотеки добавляется в список библиотек в меню IDE. Программисту требуется отмечать необходимые библиотеки, и они вносятся в список компиляций. Arduino IDE не предлагает никаких настроек компилятора и минимизирует другие настройки, что упрощает начало работы для новичков и уменьшает риск возникновения проблем; но присутствуют директивы препроцессора, такие как `#define`, `#include`, и много других.

Полный текст простейшей программы (скетча) мигания светодиодом, подключенного к 13 выводу (пину) Arduino, с периодом 2 секунды (полпериода, то есть 1 секунду светодиод горит, полпериода — не горит)[49]. Он доступен в среде разработки в Скетч>примеры>стандартные>Blink. Пример работы программы представлен на рисунке 18.

```

void setup () {
  pinMode (13, OUTPUT); // Назначение порта 13 в качестве выходного порта
}

void loop () {
  digitalWrite (13, HIGH); // Установка порта 13 в состояние "1",
  светодиод загорается
  delay (1000); // Задержка на 1000 миллисекунд
  digitalWrite (13, LOW); // Установка порта 13 в состояние "0", светодиод
  гаснет
  delay (1000); // Задержка на 1000 миллисекунд
}

```

Рисунок 18 – Пример программы для Arduino

Все используемые в этом примере функции есть в библиотеке. В комплекте Arduino IDE имеется множество встроенных примеров программ. Существует перевод документации по Arduino на русский язык [50].

Инсталляция программы в микроконтроллер Arduino производится через предварительно запрограммированный специальный загрузчик (все микроконтроллеры от Ардуино продаются с этим загрузчиком). Загрузчик создан на основе Atmel AVR Application Note AN109. Загрузчик может работать через интерфейсы RS-232, USB или Ethernet в зависимости от состава периферии конкретной процессорной платы. В некоторых вариантах, таких как Arduino Mini или неофициальной Boarduino, для программирования необходим отдельный переходник.

Пользователь в состоянии самостоятельно запрограммировать загрузчик в чистый микроконтроллер. Для этого в IDE интегрирована поддержка программатора на основе проекта AVRdude. Поддерживается несколько типов популярных дешёвых программаторов. Под торговой маркой Arduino выпускается несколько плат с микроконтроллером (англ. boards) и платы расширения (так называемые шилды – транслитерация с англ. shields). Большинство плат с микроконтроллером снабжено минимально необходимым набором обвязки для нормальной работы микроконтроллера (стабилизатор питания, кварцевый резонатор, цепочки сброса и т. п.).



В концепцию Arduino не входит корпусного или монтажного конструктива. Разработчик сам выбирает метод установки и механической защиты плат самостоятельно или с помощью сторонних компаний. Сторонними производителями также выпускаются наборы робототехнической электромеханики, ориентированной на работу совместно с платами Arduino [51]. Независимыми производителями также выпускается большая гамма всевозможных датчиков и исполнительных устройств, в той или иной степени совместимых с Ардуино.

Этапы сборки нашего устройства представлены ниже. На данный момент прототип обладает следующими возможностями:

- измерение концентраций: углекислого газа, угарного газа, формальдегида, аэрозоли 2.5мкм;
- измерение температуры, давления, влажности, индикация наличия осадков;
- индикация данных на TFT дисплее, звуковая индикация при SMS запросе данных.
- передача собранной информации посредством мобильного интернета на сервер сбора данных, на котором формируется php-страничка с отображением параметров датчиков (<https://217.144.174.104/eco/index.php> ).
- возможность питания от батареек формфактора aa (8 шт.) или от сети 220 в через адаптер.

Более подробно все части устройства экологического мониторинга представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень частей устройства экологического мониторинга

N	Название	Марка	Цена, руб.	URL
1	TFT Экран (2.4 ‘)	TZT	310	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32956172798.html?spm=a2g0o.cart.0.0.6f213c00qKkxtz&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32956172798.html?spm=a2g0o.cart.0.0.6f213c00qKkxtz&amp;mp=1</a>
2	Датчик дождя	TZT	70	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32787572398.html?spm=a2g0o.cart.0.0.6f213c00qKkxtz&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32787572398.html?spm=a2g0o.cart.0.0.6f213c00qKkxtz&amp;mp=1</a>

Продолжение таблицы 3

N	Название	Марка	Цена, руб.	URL
3	Температ/Влажность	DHT22	210	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/4000002578288.html?spm=a2g0o.cart.0.0.6f213c00qKkxtz&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/4000002578288.html?spm=a2g0o.cart.0.0.6f213c00qKkxtz&amp;mp=1</a>
4	Температ/Давление	BMP280	60	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32968949182.html?spm=a2g0o.cart.0.0.6f213c00qKkxtz&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32968949182.html?spm=a2g0o.cart.0.0.6f213c00qKkxtz&amp;mp=1</a>
5	Угарный газ	MQ-7	130	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32779723482.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00X8pe5Z&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32779723482.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00X8pe5Z&amp;mp=1</a>
6	Датч. ультрафиолета	GUVA-S12SD	170	<a href="https://aliexpress.ru/item/32811144758.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.530160eeYFQHA&amp;algo_pvid=619eacbe-b912-4403-9d81-a9689b0df4a5&amp;algo_expid=619eacbe-b912-4403-9d81-a9689b0df4a5-8&amp;btsid=0b8b037015826390086088664e0be9&amp;ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_0,searchweb201603_0">https://aliexpress.ru/item/32811144758.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.530160eeYFQHA&amp;algo_pvid=619eacbe-b912-4403-9d81-a9689b0df4a5&amp;algo_expid=619eacbe-b912-4403-9d81-a9689b0df4a5-8&amp;btsid=0b8b037015826390086088664e0be9&amp;ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_0,searchweb201603_0</a>
7	Дат. Магн. поля	Gy-273	150	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32826264150.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00X8pe5Z&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32826264150.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00X8pe5Z&amp;mp=1</a>
8	Аэрозоль	DSM501A	300	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32962260131.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00X8pe5Z&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32962260131.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00X8pe5Z&amp;mp=1</a>
9	CO2	MQ-135	130	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32786781040.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00X8pe5Z&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32786781040.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00X8pe5Z&amp;mp=1</a>
10	Освещенность	GY-302	100	<a href="https://aliexpress.ru/item/32765542002.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.5cbf19adMYwXA1&amp;algo_pvid=f2201575-a899-4279-838f-54c5d10de1f2&amp;algo_expid=f2201575-a899-4279-838f-54c5d10de1f2-12&amp;btsid=0b8b036315826394750611860e9ada&amp;ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_0,searchweb201603_0">https://aliexpress.ru/item/32765542002.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.5cbf19adMYwXA1&amp;algo_pvid=f2201575-a899-4279-838f-54c5d10de1f2&amp;algo_expid=f2201575-a899-4279-838f-54c5d10de1f2-12&amp;btsid=0b8b036315826394750611860e9ada&amp;ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_0,searchweb201603_0</a>
11	Формальдегид	CJMC U-1100	450	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32958148046.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00X8pe5Z&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32958148046.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00X8pe5Z&amp;mp=1</a>
12	Мутность воды		600	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32919585879.html?spm=a2g0o.cart.0.0.54ab3c00RUVOFN&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32919585879.html?spm=a2g0o.cart.0.0.54ab3c00RUVOFN&amp;mp=1</a>
13	Громкость звука	MAX9814	100	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/4000291697321.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00iPcsob&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/4000291697321.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c00iPcsob&amp;mp=1</a>
14	Зумер	TMB09 A05	1	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/4000124543874.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c003yJuIE&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/4000124543874.html?spm=a2g0o.cart.0.0.58633c003yJuIE&amp;mp=1</a>

### Окончание таблицы 3

15	Провода		200	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/701588771.html?spm=a2g0o.cart.0.0.447e3c005WxrJg&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/701588771.html?spm=a2g0o.cart.0.0.447e3c005WxrJg&amp;mp=1</a>
16	Контроллер	MEGA 2560	500	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32697479857.html?spm=a2g0o.cart.0.0.447e3c005WxrJg&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32697479857.html?spm=a2g0o.cart.0.0.447e3c005WxrJg&amp;mp=1</a>
17	Контроллер	NANo	200	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32647196840.html?spm=a2g0o.cart.0.0.447e3c005WxrJg&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32647196840.html?spm=a2g0o.cart.0.0.447e3c005WxrJg&amp;mp=1</a>
18	Блок питания		120	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/4000099226148.html?spm=a2g0o.cart.0.0.6eb73c003qxMoN&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/4000099226148.html?spm=a2g0o.cart.0.0.6eb73c003qxMoN&amp;mp=1</a>
19	Модуль GSM	SIM800L	120	<a href="https://www.aliexpress.ru/item/32658455967.html?spm=a2g0o.cart.0.0.37083c0016coBP&amp;mp=1">https://www.aliexpress.ru/item/32658455967.html?spm=a2g0o.cart.0.0.37083c0016coBP&amp;mp=1</a>
20	Корпус		400	Chip/Dip

С точки зрения принципа работы датчики делятся на несколько типов. Большинство датчиков каталитического типа. В датчике нагревается чувствительный элемент — тонкая платиноалюминиевая спираль, и если в воздухе присутствует, например, метан или какой-то другой газ, то на поверхности датчика происходит процесс окисления, и проводимость этого датчика увеличивается. Существуют также оптические датчики. Они состоят из миниатюрных передатчика света и приемника (датчик аэрозоли) [52]. Схема установки датчиков представлена на рисунке 19.

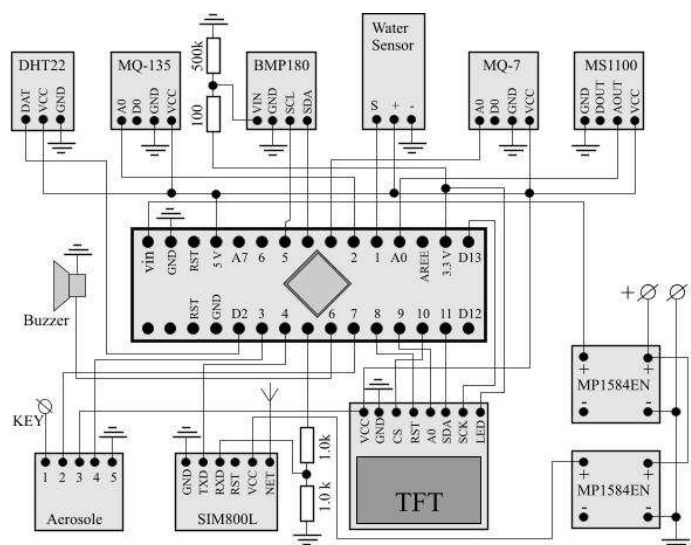


Рисунок 19 – Схема установки датчиков на контроллер

Если говорить про беспроводные сенсорные сети, то на каждом устройстве в таких сетях есть три основных компонента: датчик, микроконтроллер — малопотребляющий процессор, и чип беспроводной связи (SIM800L). Эта технология отличается от технологий WiFi тем, что формируются маленькие пакеты данных и потребляют гораздо меньше энергии [53].

Планируется расширение функционала путем добавления следующих возможностей: измерение уровня ультрафиолета, величины магнитного поля, освещенности, громкости звукового поля, уровня мутности жидкостей. Что касается внешнего вида, основная тенденция — стремление к миниатюризации. Размеры прототипа составляют примерно 18x14 см. Непосредственно сам прототип представлен на рисунке 20.

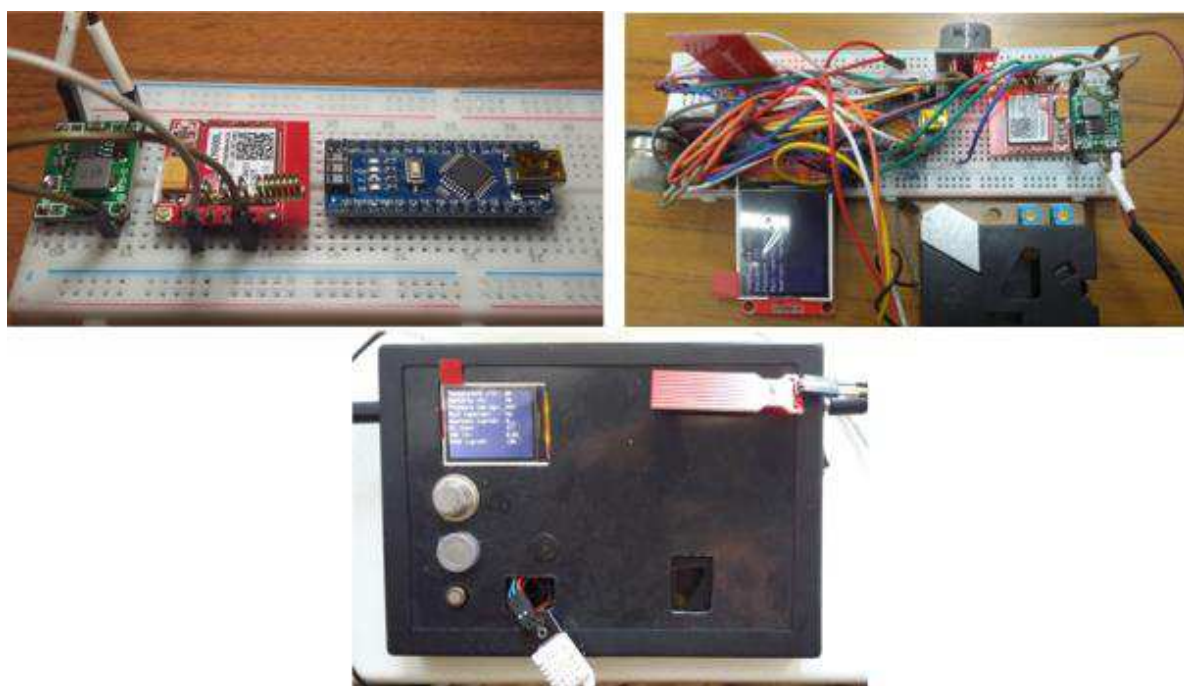


Рисунок 20 – Прототип устройства для экомониторинга

Стоимость комплекта для сборки одного устройства составила 2200 рублей.

Отметим, что измерение различных параметров окружающей среды может решать различные задачи: выявление опасных выбросов газов,

сокращение респираторных заболеваний у жителей городов, экологическое планирование города. Как только понятна проблема, нужно ставить задачу для ее решения, либо стараться минимизировать пагубные последствия.

Я считаю, что предлагаемый прибор позволит сделать более доступными технологии сбора данных о состоянии окружающей среды, предоставит реальную возможность следить удаленно за экологической ситуацией, не только специальным организациям, но и обычным гражданам.

### **3.2. Платформа для on-line экомониторинга**

С ростом количества интернет-ресурсов с экологическим мониторингом находится актуальным вопрос увеличения конкурентоспособности сайтов. Главным аспектом при разработке сайта привлекательного для пользователя является юзабилити.

Пригодность использования или юзабилити (англ. «usability» - возможность использования, полезность) - это «свойство системы, продукции или услуги, при наличии которого установленный пользователь может применить продукцию в определенных условиях использования для достижения установленных целей с необходимой результативностью, эффективностью и удовлетворенностью» [54]. Юзабилити сайта или веб-юзабилити характеризует степень удобства его использования полезности для пользователя.

Обычно в среднем пользователю интернет-ресурса необходимо около 10-20 секунд, для того чтобы принять заключение остаться на сайте или закрыть страницу [55]. Посетитель сайта не будет разбираться в трудном для понимания меню или находить необходимую информацию в громоздком и плохо организованном контенте. Всё это показывает, на необходимость для веб-страницы иметь грамотную структуру и понятный интерфейс. В то же время пригодность использования определяется не только формой, но и качеством содержания. Сайт не должен быть перегружен излишней информацией, а иметь

полезный, грамотно изложенный контент. Соответствие интернет-ресурса критериям юзабилити помогает находить баланс между простотой интерфейса и информативностью.

Основными показателями пригодности использования является эффективность, продуктивность и удовлетворенность пользователя [56]. Эффективность можно определить возможностью достижения пользователями поставленных ими целей. Её измерение производится по таким параметрам как количество реализуемых задач, отношение числа успешных действий к ошибкам, количество используемых функций. Продуктивность оценивает объем ресурсов, необходимый для точного решения задачи пользователем. Данный показатель характеризуется временем на обучение и выполнения задания, количеством совершаемых ошибок, временем, затрачиваемым на их решение и т. д. Удовлетворенность подразумевает комфорт использования продукта. Измерение этого критерия происходит за счет рейтинговой оценки по шкалам полезности продукта, удовлетворенности функционалом и прочим показателям.

Увеличение степени юзабилити способствует соблюдению главных принципов, к которым относятся множество принципов. Правило «7±2», согласно которому кратковременная память может хранить одновременно от 5 до 9 сущностей. Учитывая эту информацию, рекомендуется делать меню, состоящее не более чем из 9 элементов, избегать обилия посторонних материалов [57].

Правило «80/20» основывается на том, что 80% эффективности является результатом 20% действий. Это значит, что для развития сайта 80 % пользы можно извлечь, работая с 20 % наиболее значимых пользователей или процессов. Требуемая информация должна быть показана не больше чем на трех страницах в пределах одного сайта, а максимально допустимое время ожидания реакции системы (например, открытие страницы) составляет 2 секунды.

Правило «Хлебные крошки», названное по аналогии со сказкой братьев Гримм, представляется системой навигации, которая дает человеку возможность легко определять свое местоположение на сайте, предусматривает возврат на предыдущую страницу. Веб-ресурс с большим количеством страниц должен иметь свою поисковую систему. Форму для поиска лучше располагать на каждой странице, запросы пользователей рекомендуется проверять на орфографию и уточнять фразу в случае ошибок [58].

Заголовки должны быть краткими, конкретными и отражать содержание текста. В этом случае поисковые системы эффективнее определяют релевантность сайта, а пользователи быстрее и легче воспринимают контент. Шрифт следует делать удобочитаемым: размер шрифта должен быть комфортным для чтения, а цвет - гармонично сочетаться с фоном.

Так как юзабилити во многом основано на психологии поведения человека, проведение его оценки является довольно затруднительной задачей. Требуется анализ удобства навигации и поиска по сайту, актуальности информации, степени удовлетворенности пользователей и прочих факторов. Существуют несколько способов проверки юзабилити интернет-ресурса [59].

Необходим анализ статистики посещений сайта. Самый простой метод, для реализации которого достаточно воспользоваться счетчиками, такими как Яндекс.Метрики, GoogleAnalytics и другие. Исследуется статистика посещений, поисковый трафик. Минус этого анализа являются сравнительно маленький объем данных и поверхностность выводов. Организация обратной связи. Необходимо предоставлять пользователям возможность оставить отзыв и развиваться с учетом их замечаний, однако в большинстве случаев такой способ выявляет лишь наиболее явные недостатки интернет-ресурса.

Необходимо будет провести тестирование сайта. Этот способ подходит для сравнения разных вариантов интернет-ресурса и оценки нововведений, Для тестирования формируется фокус-группа, которая разделяется на две части, и обе работают со своей версией интернет-ресурса, выполняя поставленную перед ними задачу. Наблюдая за действиями участников и обрабатывая их



оценку, можно сделать статистически подтвержденный выбор. Наблюдение за действиями пользователей также предполагает формирование фокус-групп для выполнения подготовленных заданий. Благодаря соответствующим инструментам, например, Веб-визор в Яндекс.Метрике, выполняется запись всех действий пользователей на веб-ресурсе. Метод позволяет собрать большой объем данных для анализа и сделать различные варианты выводов. Минусом может являться сложность обработки собранных данных [60].

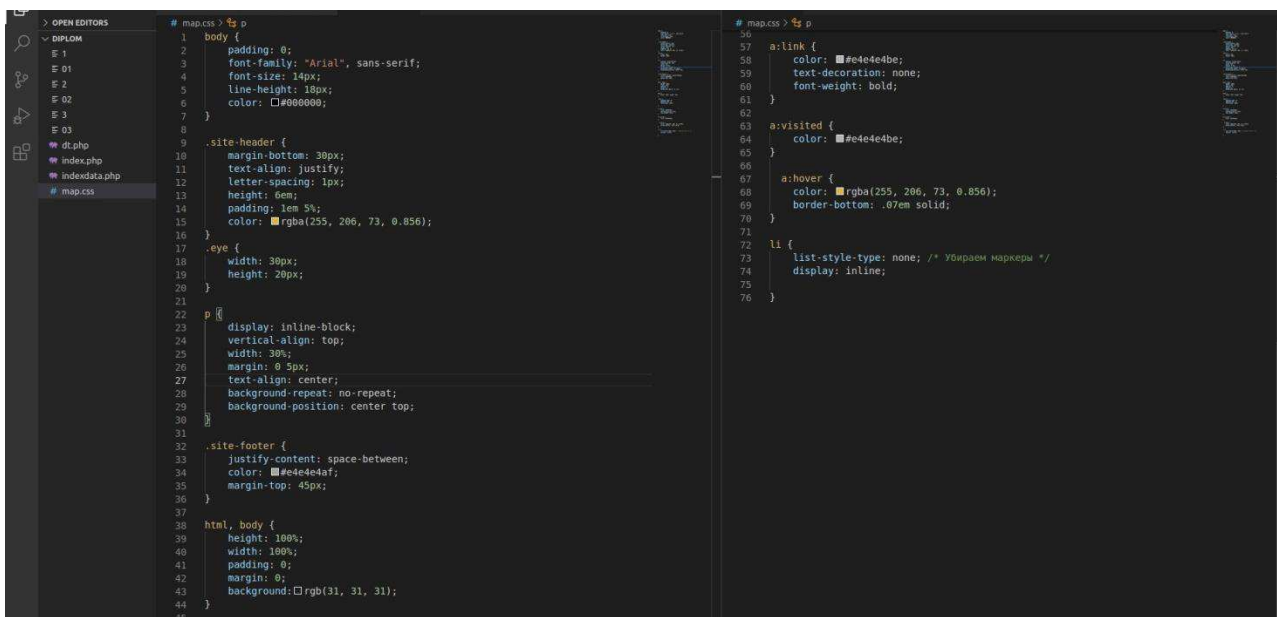
Создание нашего сайта по экологическому мониторингу начинается с вёрстки. Первым делом мы создаём «скелет» сайта, то есть написание HTML (HyperText Markup Language — «язык гипертекстовой разметки») кода. На данном этапе мы прописываем элементы, которые будут отображаться на странице сайта. Также в структуру HTML мы внедряем код JavaScript, который отвечает за функциональное поведение элементов веб-страницы. Код HTML нашего сайта представлен на рисунке 4.

The image shows a screenshot of the Visual Studio Code editor with two files open: index.php and map.js. The index.php file contains HTML code for the site's structure, including a header with a title 'EcoEye', a navigation menu with links for '0 проект', 'Новости', and 'Контакты', and a footer with the text 'EcoEye, 2021' and 'г. Красноярск'. The map.js file contains JavaScript code for initializing a Yandex Map, setting a center point at [55.905544, 92.979629], and adding a placemark with a hint 'экомонитор 1' and a balloon containing a PHP include statement. The code also includes comments in Russian regarding map settings like zoom, search control, and icon offsets.

Рисунок 4 – Код HTML сайта экологического мониторинга



Следующим шагом мы присваиваем стили для HTML-элементов с помощью CSS-файла. На этом моменте мы добавляем размер шрифта, цвет, месторасположение и другие дополнительные эффекты для визуализации наших данных. Вследствие чего мы получаем структурированную и удобную для восприятия страницу сайта. Код CSS представлен на рисунке 5.

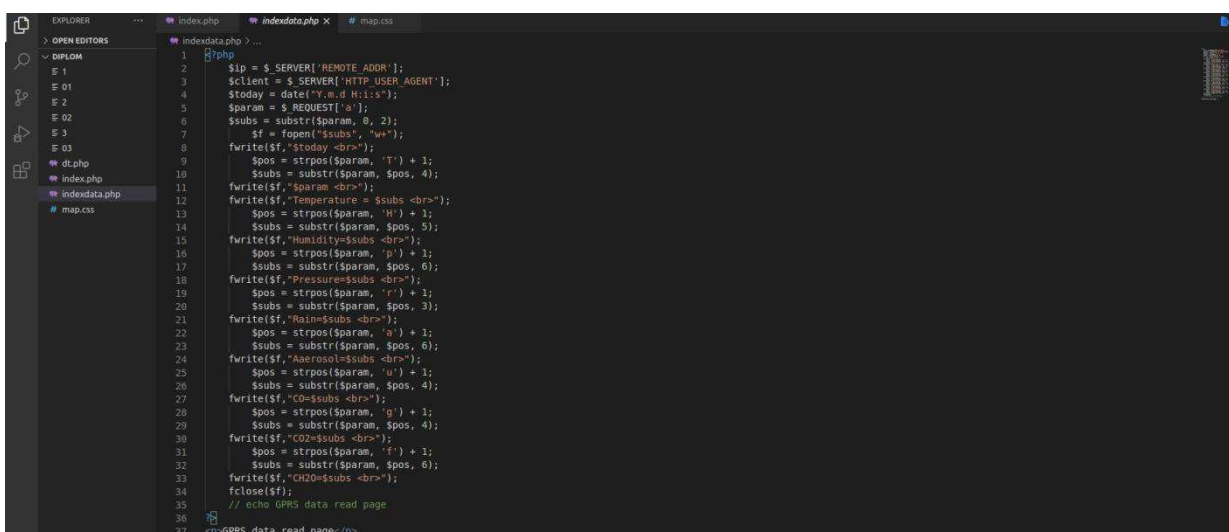


```
# map.css > p
1 body {
2     padding: 0;
3     font-family: "Arial", sans-serif;
4     font-size: 14px;
5     line-height: 18px;
6     color: #000000;
7 }
8
9 .site-header {
10    margin-bottom: 30px;
11    text-align: justify;
12    letter-spacing: 1px;
13    height: 6em;
14    padding: 1em 5%;
15    color: #444444;
16 }
17
18 .eye {
19    width: 30px;
20    height: 20px;
21 }
22
23 p {
24    display: inline-block;
25    vertical-align: top;
26    width: 30%;
27    margin: 0 5px;
28    text-align: center;
29    background-repeat: no-repeat;
30    background-position: center top;
31 }
32
33 .site-footer {
34    justify-content: space-between;
35    color: #444444;
36    margin-top: 45px;
37 }
38
39 html, body {
40    height: 100%;
41    width: 100%;
42    padding: 0;
43    margin: 0;
44    background-color: #f3f3f3;
45 }
```

```
# map.css > p
57 a:link {
58     color: #444444;
59     text-decoration: none;
60     font-weight: bold;
61 }
62
63 a:visited {
64     color: #444444;
65 }
66
67 a:hover {
68     color: #444444;
69     border-bottom: .07em solid;
70 }
71
72 li {
73     list-style-type: none; /* Убираем маркеры */
74     display: inline;
75 }
76 }
```

Рисунок 5 – Код CSS сайта экологического мониторинга

Далее создаётся код для передачи данных с устройства непосредственно на сайт. Код пишется на языке PHP. Данный код представлен на рисунке 6.



```
indexdata.php > ...
1 <?php
2 $ip = $_SERVER['REMOTE_ADDR'];
3 $client = $_SERVER['HTTP_USER_AGENT'];
4 $today = date("Y.m.d H:i:s");
5 $param = $_REQUEST['a'];
6 $subs = substr($param, 0, 2);
7 $f = fopen("$subs", "w+");
8 fwrite($f, $today <br>");
9 $pos = strpos($param, 'T') + 1;
10 $subs = substr($param, $pos, 4);
11 fwrite($f, "Sparam <br>");
12 fwrite($f, "Temperature = $subs <br>");
13 $pos = strpos($param, 'H') + 1;
14 $subs = substr($param, $pos, 5);
15 fwrite($f, "Humidity=$subs <br>");
16 $pos = strpos($param, 'P') + 1;
17 $subs = substr($param, $pos, 6);
18 fwrite($f, "Pressure=$subs <br>");
19 $pos = strpos($param, 'r') + 1;
20 $subs = substr($param, $pos, 3);
21 fwrite($f, "Rain=$subs <br>");
22 $pos = strpos($param, 'a') + 1;
23 $subs = substr($param, $pos, 6);
24 fwrite($f, "Aerosol=$subs <br>");
25 $pos = strpos($param, 'U') + 1;
26 $subs = substr($param, $pos, 4);
27 fwrite($f, "CO=$subs <br>");
28 $pos = strpos($param, 'g') + 1;
29 $subs = substr($param, $pos, 4);
30 fwrite($f, "CO2=$subs <br>");
31 $pos = strpos($param, 'f') + 1;
32 $subs = substr($param, $pos, 6);
33 fwrite($f, "CH2O=$subs <br>");
34 fclose($f);
35 // echo GPRS data read page
36
37 <?php GPRS data read page/?p=
```

Рисунок 6 – Код PHP сайта экологического мониторинга

Каждый код отвечает за отображение информации на странице сайта, что отображено на рисунке 7.

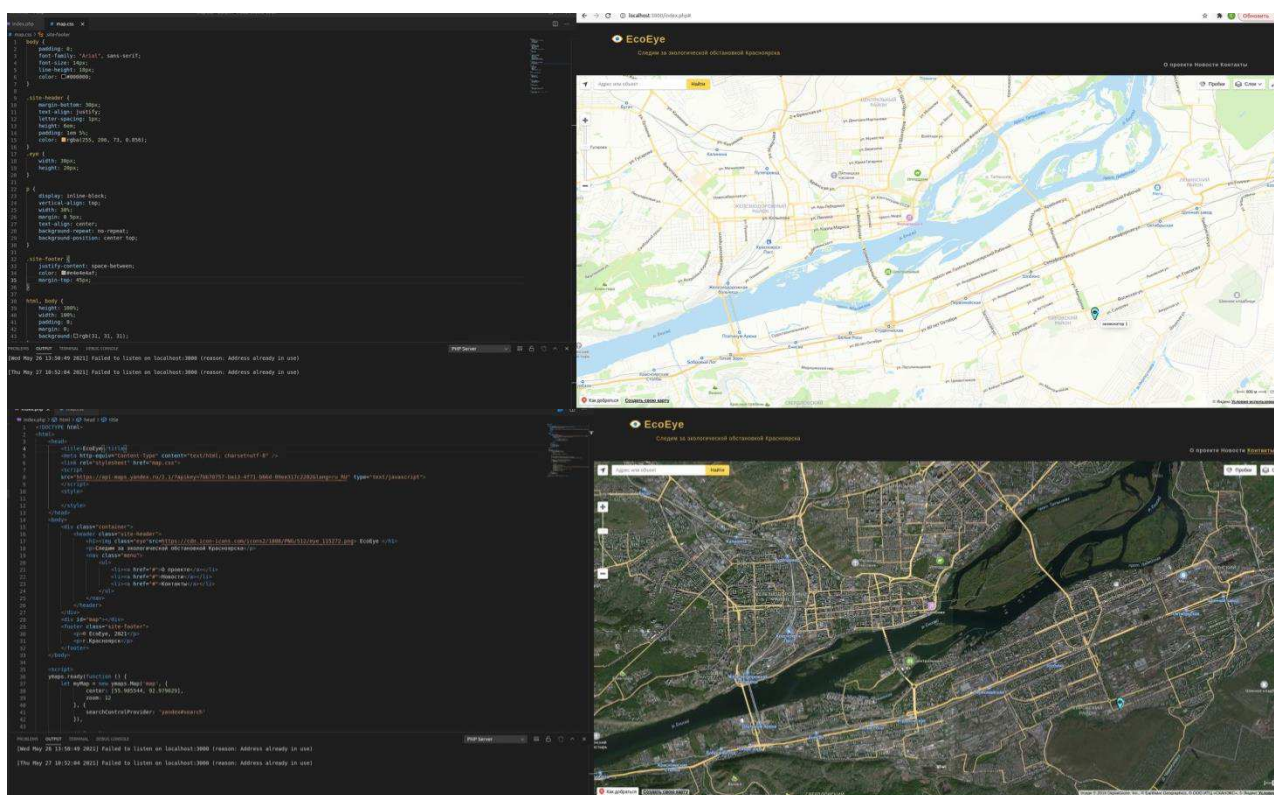


Рисунок 7 – Код соответствующий отображению на карте или спутнике

Исходный код определенной части ПО (модуля, компонента) имеет возможность включать один или нескольких файлов. Код программы не обязательно пишется исключительно на одном языке программирования. Так например, часто программы, написанные на языке Си, из идей оптимизации содержат вставки кода на языке ассемблера. Помимо этого возможны ситуации, когда определенные компоненты или части программы пишутся на различных языках, с последующей сборкой в единый исполняемый модуль при помощи технологии, известной как компоновка библиотек.

Кроме того, код имеет различные применения. Он может применяться как инструмент обучения. Он также применяется как инструмент общения между опытными программистами благодаря своей природе.



Отображение точки нахождения устройств экомониторинга на карте или на фотографии со спутника показано на рисунке 8.

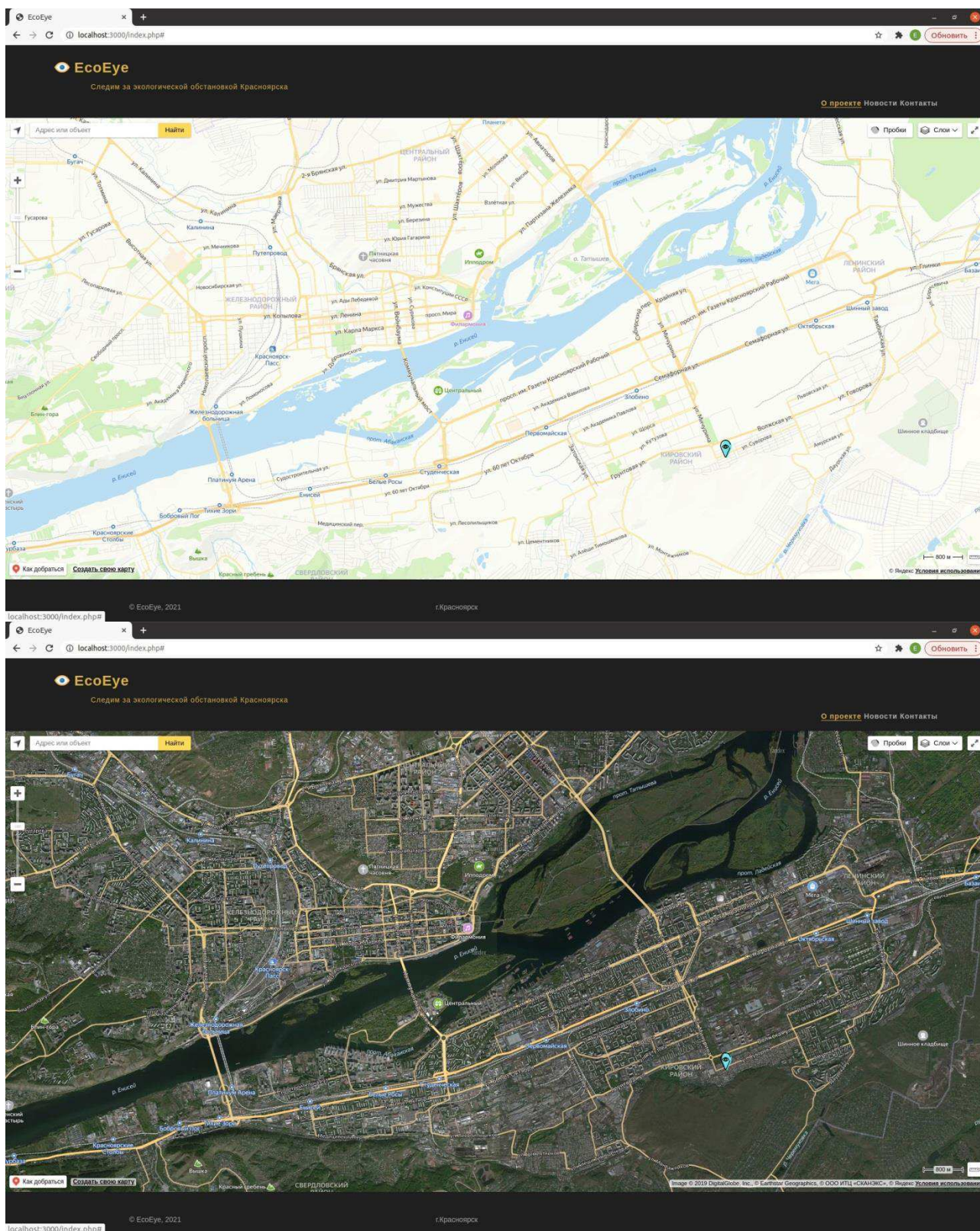


Рисунок 8 – Отображение точки расположения устройства экомониторинга на карте Красноярска и на фотографии со спутника



При наведение на точку происходит отображение название данной точки, что показано на рисунке 9.

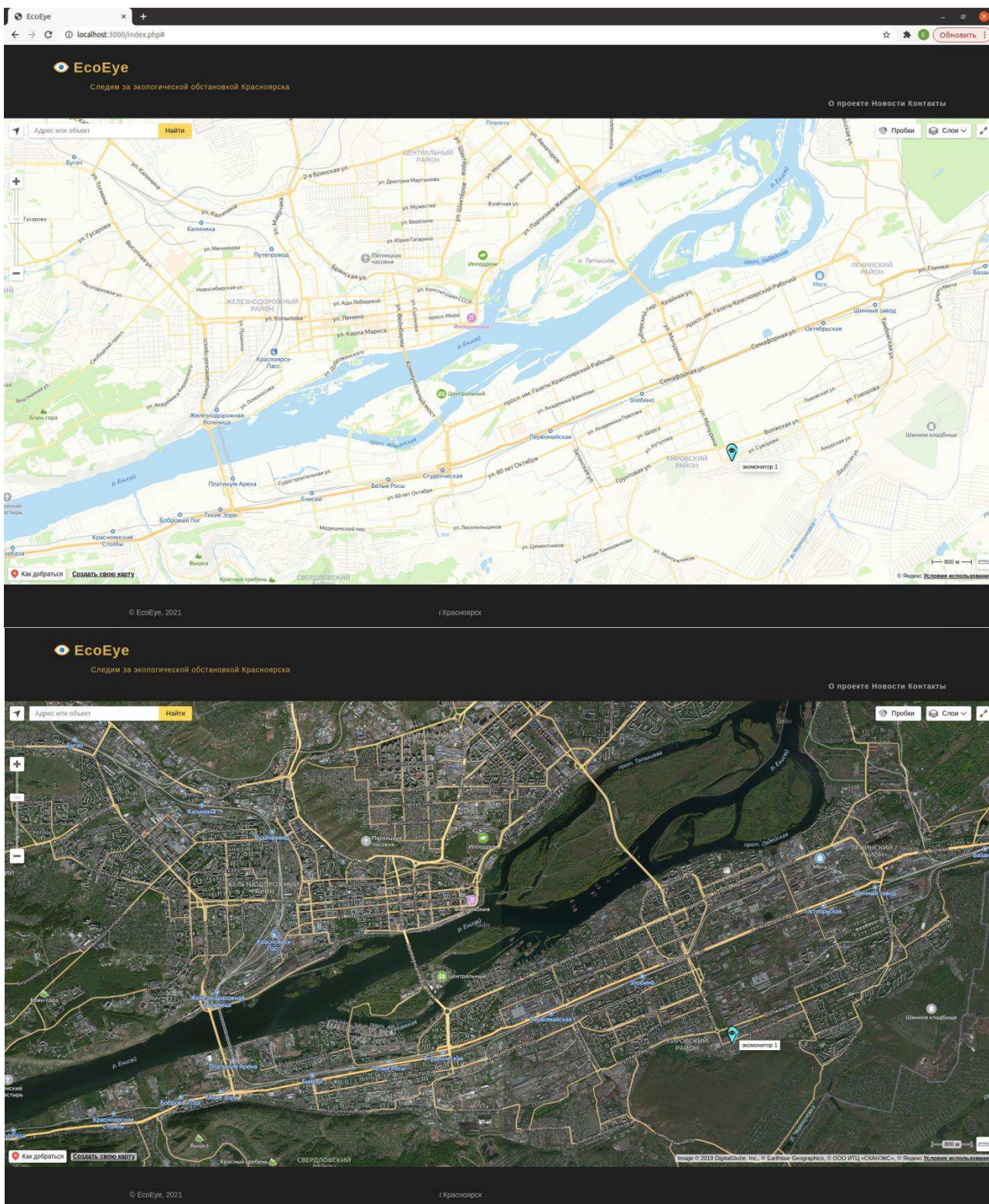


Рисунок 9 – Отображение название точки расположение устройства экомониторинга на карте и на фотографии Красноярска со спутника



При нажатие на одну из точек экомониторинга отображаются данные с этой точки. В первую очередь происходит отображение даты последнего сбора данных. Список отображаемых данных: температура, влажность, давление, наличие дождя, аэрозоль, углекислый газ, угарный газ, формальдегиды. Как отображаются данные на карте и на фотографии со спутника можно рассмотреть на рисунке 10 и рисунке 11 соответственно.

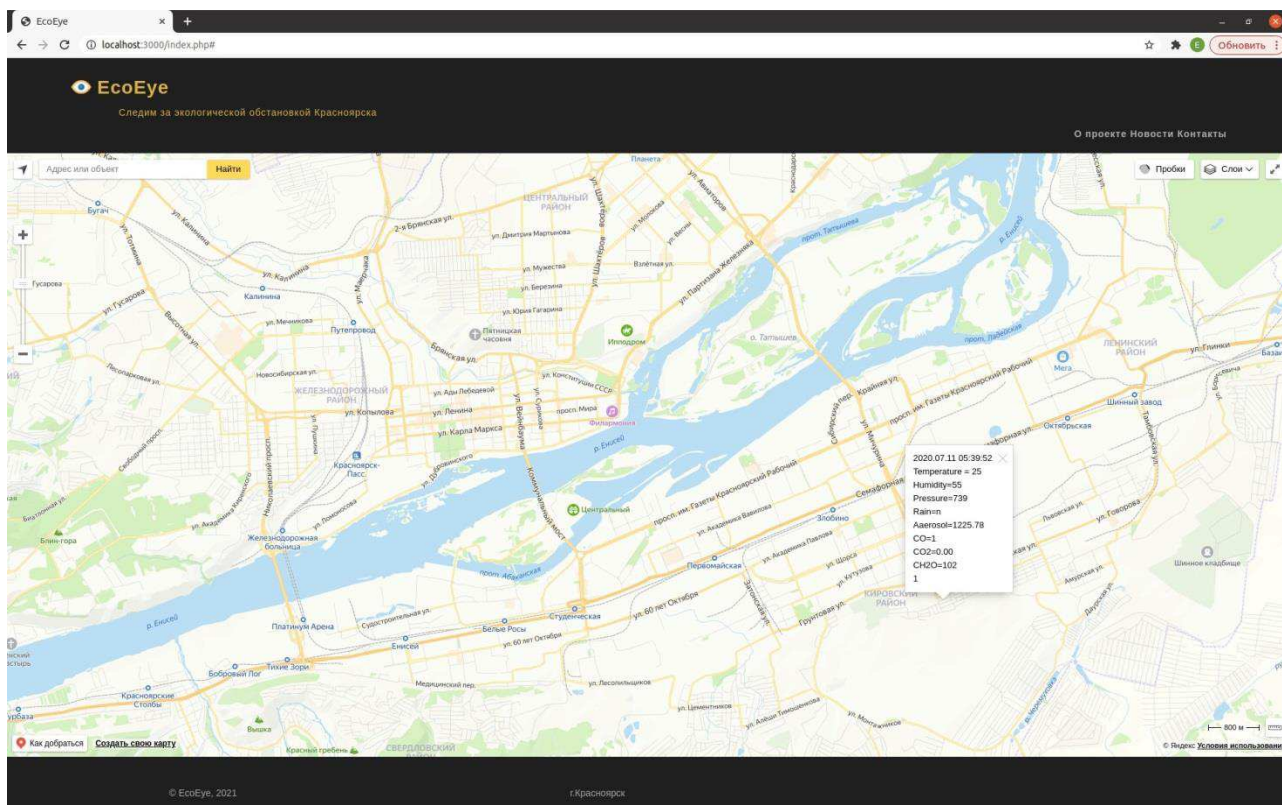


Рисунок 10 – Отображение данных экомониторинга на карте Красноярска

Проведение экспертизы, в ходе которой выполняется экспертная оценка характеристик юзабилити, выявление проблем и недостатков интерфейса и дизайна, их ранжирование по степени важности. Данный метод может быть реализован самостоятельно при наличии соответствующего опыта в поиске юзабилити-ошибок. В случае обращения к профессионалам услуга будет платной, но и эффективность анализа будет значительно выше.

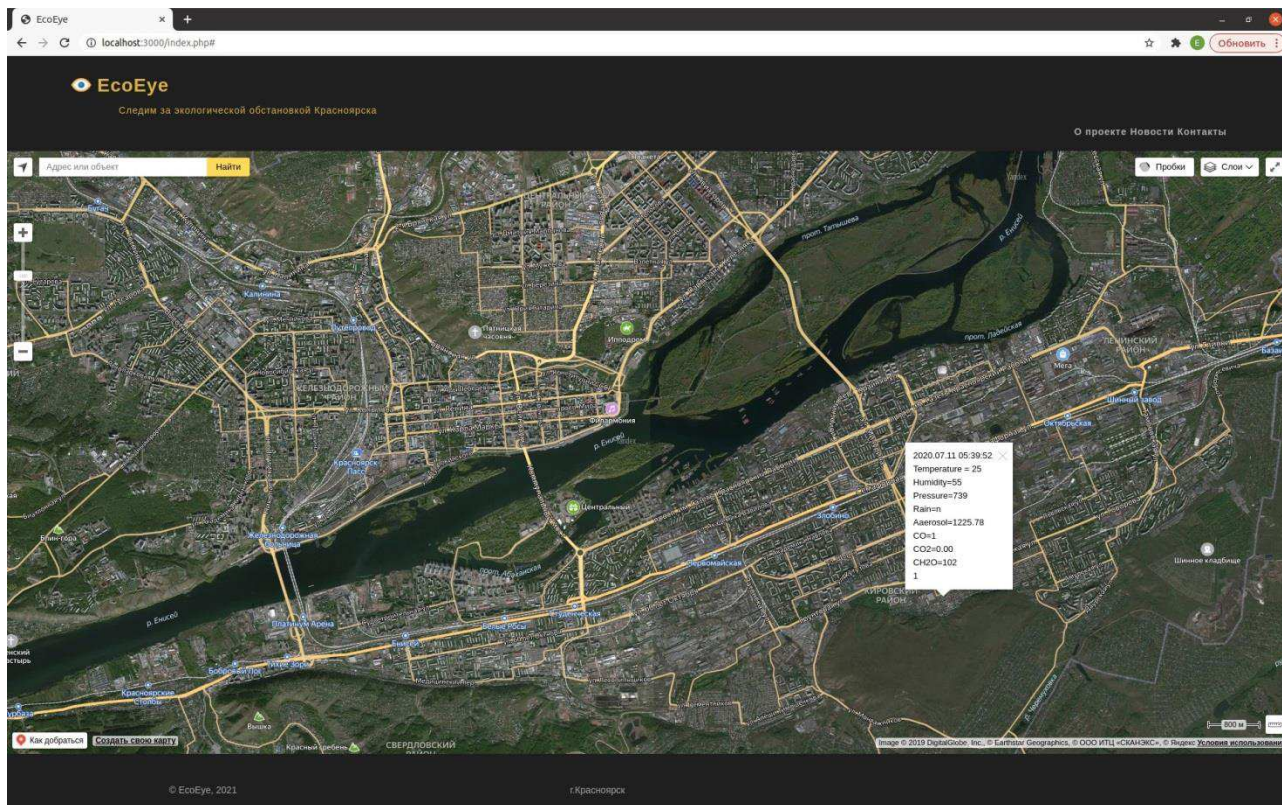


Рисунок 11 – Отображение данных экомониторинга на изображение Красноярска со спутника

Человеко-ориентированное проектирование делает сайт экологического мониторинга успешнее, поэтому принципы пригодности использования необходимо учитывать еще на этапе планирования. В дальнейшем ведение статистики по результатам продвижения позволит скорректировать работу сайта. Важно помнить, что даже контент высокого качества не сделает интернет-ресурс востребованным, если не организовать его в удобную и привлекательную структуру. Веб-страницы с высокой степенью юзабилити проще и быстрее воспринимаются пользователями, имеют лучшие показатели посещаемости. Таким образом, использование правил юзабилити обеспечивает существенное конкурентное преимущество и делает продвижение сайта максимально эффективным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка состояния окружающей среды актуальна прежде всего потому, что мы живем в этой среде, а она, в свою очередь, оказывает на нас влияние. Измерение различных параметров окружающей среды может решать различные задачи: выявление опасных выбросов газов, сокращение респираторных заболеваний у жителей городов, экологичное планирование города. Как только понятна проблема, нужно ставить задачу для ее решения, либо стараться уменьшать пагубные последствия.

В первой главе выполнены следующие задачи:

- была собрана информация об окружающей среде и экологическом мониторинге. Выявлены положительные и отрицательные стороны существующих методологий;

- исследована информация о технологиях и возможных затруднениях экомониторинга;

- подобрана соответствующая литература для более глубокого изучения.

Хоть решение экопроблем напрямую зависит от деятельности представителей государственной власти. И необходимо контролировать все направления экономики, чтобы все предприятия уменьшали свое негативное воздействие на экологию. Для этого требуется дополнительная стимуляция в виде полноценного информирования служб занимающихся вопросами окружающей среды, и что немало важно обычных граждан. Также нужна разработка и внедрение экотехнологий. Сегодня требуются кардинальные меры для решения экологических проблем.

Решение экопроблем напрямую зависит от деятельности представителей государственной власти. Необходимо контролировать все направления экономики, чтобы все предприятия уменьшали свое негативное воздействие на экологию. Также нужна разработка и внедрение экотехнологий. Сегодня требуются кардинальные меры для решения экологических проблем. Однако мы должны помнить, что многое зависит и от нас самих: от образа жизни,

экономии природных ресурсов и коммунальных благ, соблюдения гигиены и от нашего собственного выбора. К примеру, каждый может выбрасывать мусор, сдавать макулатуру, экономить воду, тушить костер на природе, использовать многоразовую посуду, покупать бумажные пакеты вместо полиэтиленовых, читать электронные книги. Эти небольшие действия помогут вам сделать свой вклад в улучшение экологии России.

В ходе выполнения второй главы были решены следующие задачи:

- анализ процесса создания аппаратуры мониторинга природной среды;
- моделирование процесса создания аппаратуры мониторинга природной среды;
- создание системы сбалансированных показателей создания аппаратуры мониторинга природной среды.

Первым этапом был анализ заинтересованных сторон, на основании которых было построено дерево проблем и дерево целей. Количество заинтересованных сторон составило 10. Ключевыми из них являются правительство Красноярска и Минприроды РФ. Основными являются команда проекта и жители г. Красноярск. На основании анализа заинтересованных сторон были выявлены проблемы и представлены в виде дерева проблем. При построении дерева проблем была выделена главная проблема загрязнения окружающей среды Красноярского края, которая связана нарушением регламентных работ, загрязнениями выше ПДК. Дерево целей строилось на основании дерева проблем, где окружающая среда Красноярского края, соответствующая экологическим стандартам.

Далее необходимо было построение модель «как есть», по которой определяется составляющие системы экологического мониторинга. В ходе построения этой модели были выявлены четыре главных процесса, которые больше всего оказывают влияние. Ими являются анализ систем, создание прибора, размещение прибора и создание сайта. Далее производилась декомпозиция первых трех этапов.



На основании ключевых заинтересованных сторон и модели «как есть» была сформирована система сбалансированных показателей. Где стратегией является увеличение потока инвестиций в реинжиниринг экологического онлайн мониторинга.

В ходе выполнения третьей главы были выполнены следующие задачи:

- разработан прототип устройства экологического on-line мониторинга;
- разработан сайт для отображения данных экологического мониторинга.

Я считаю, что экологический онлайн мониторинг позволит следить тщательней за ситуацией в стране и в мире, не только специальным организациям, но и обычным гражданам.

В ходе выполнения магистерской диссертации выполнены следующие задачи:

- исследовать системы экомониторинга в современных условиях;
- произвести анализ процесса мониторинга окружающей среды;
- разработать систему экологического on-line мониторинга.

В заключение отметим, что измерение различных параметров окружающей среды может решать различные задачи: выявление опасных выбросов газов, сокращение респираторных заболеваний у жителей городов, экологическое планирование города. Как только понятна проблема, нужно ставить задачу для ее решения, либо стараться минимизировать пагубные последствия.

Я считаю, что предлагаемый прибор и сайт позволит сделать более доступными технологии сбора данных о состоянии окружающей среды, предоставит реальную возможность следить удаленно за экологической ситуацией, не только специальным организациям, но и обычным гражданам.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Окружающая среда и мы [Электронный ресурс]: Сайт «TOODAY». – Режим доступа: [http://tooday.ru/?l=fr&r=226&t=l\\_environment\\_et\\_nous-okrujayuschaya\\_sreda\\_i\\_myi-c3](http://tooday.ru/?l=fr&r=226&t=l_environment_et_nous-okrujayuschaya_sreda_i_myi-c3).
2. Проблемы экологии в России [Электронный ресурс]: Сайт «ECOPORTAL». – Режим доступа: <https://ecoportal.info/problemy-ekologii-v-rossii/>.
3. Ашихмина, Т.Я. Экологический мониторинг / Т.Я. Ашихмина. – Москва: Академический проект, 2008. – 416 с.
4. Экологические проблемы региона и пути их разрешения [Электронный ресурс]: Сайт «Сибирское отделение Российской академии наук». – Режим доступа: <http://conf.ict.nsc.ru/files/conferences/ecology2018/465718/Сборник%20Экологические%20проблемы%20региона%20%202018.pdf>.
5. Методы экологического мониторинга [Электронный ресурс]: Сайт «Википедия». – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Методы\\_экологического\\_мониторинга](https://ru.wikipedia.org/wiki/Методы_экологического_мониторинга).
6. Экологический мониторинг [Электронный ресурс]: Сайт «Postnauka». – Режим доступа: <https://postnauka.ru/longreads/86264>.
7. Международное приложение по мониторингу загрязнения воздуха [Электронный ресурс]: Сайт «AirVisual». – Режим доступа: <https://www.airvisual.com/>.
8. Подсистема мониторинга атмосферного воздуха Красноярского края [Электронный ресурс]: Сайт «Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края». – Режим доступа: <http://www.krasecology.ru/>.
9. Экологическая ситуация города Москвы [Электронный ресурс]: Сайт «МОСЭКОМОНИТОРИНГ». – Режим доступа: <https://mosecom.ru/>
10. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» за 2019 год [Электронный ресурс]: сайт «Министерство

экологии и рационального природопользования». – Режим доступа: <http://www.mpr.krskstate.ru/envir/page5849/0/id/45884>.

11. Красноярск: миллионный город нуждается в миллионах на экологию [Электронный ресурс]: сайт «Greenologia о качестве жизни». – Режим доступа: <https://greenologia.ru/eko-problemy/goroda/krasnoyarsk.html>.

12. Сюткин, В. М. Экологический мониторинг административного региона/ В. М. Сюткин. – Киров: ВГПУ, 2016. – 232 с.

13. Бояркин, Г. Н. Моделирование бизнес-процессов метод. указания к лаб. работам / Г. Н. Бояркин, К. В. Кравченко. – Омск: ОмГТУ, 2019. – 39 с.

14. Методика составления системы экологического мониторинга [Электронный ресурс]: сайт «Российская экологическая партия «Зелёные»». – Режим доступа: <http://greenparty.ru/news/27868/>.

15. Методология IDEF0 [Электронный ресурс]: сайт «Проектирование информационных систем». – Режим доступа: [https://www.sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/pris/lecture/tema6/tema6\\_2](https://www.sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/pris/lecture/tema6/tema6_2).

16. Переверзнев, Н. Е. Управление предприятием с помощью системы Balanced Scorecard / Н. Е. Переверзнев // Финансовый директор. – 2018. – № 3. – С. 53–57.

17. Ивлев, В.А. Система сбалансированных показателей / В. А. Ивлев, Т. Н. Попова // Менеджмент сегодня. – 2019. – № 4. – С. 24–33.

18. Радченко, К. Т. Сбалансированное неравенство: интересы потребителей и Balanced Scorecard / К. Т. Радченко // Менеджмент сегодня. – 2003. – № 6. – С. 6–15.

19. Schneiderman, A.M. Time to Unbalance Your Scorecard / A.M. Schneiderman // Strategy +Business. – 2003. – № 3. – P. 3–4.

20. Thorstein, S. Why is Economics not an Evolutionary Science? / S. Thorstein, E. Veblen // The Quarterly Journal of Economics. – 2010. – № 4. – P. 395–397.

21. Lawton, R. Using Measures to connect Strategy with Customers / R. Lawton // Quality and Participation. – 2000. – № 2. – P. 54–58.

22. Kaplan, R. S. Putting the Balanced Scorecard to Work / R. S. Kaplan, David P. Norton // Harvard Business Review. – 2002. – № 1. – P. 134–147.
23. Колесников, О.А. Balanced Scorecard как система стратегического управления / О.А. Колесников, В.Ю. Ступин // Экономические стратегии. – 2006. – № 2. – С. 6–15.
24. Колесников, О.А. Balanced Scorecard: новое заклинание или стратегия управления? / О.А. Колесников // Управление компанией. – 2002. – № 9. – С. 72.
25. Coase, R.H. The nature of the firm / R.H. Coase // Economica. – 1973. – № 4. – P. 134–147.
26. Мазманян, Г.А. Внедрение сбалансированной системы показателей / Г.А. Мазманян. – 2-е издание. – Москва: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 478 с.
27. Audretsch, D.V. Innovation and Industry Evolution / D.V. Audretsch. – London: MIT Press, 1995. – 59 p.
28. Chichilinsky, G. What is Sustainable Development? / G. Chichilinsky // Land Economics. – 1997. – №4. – P. 467–491.
29. Каплан, Р.С. Сбалансированная система показателей, определяющих эффективность работы организаций / Р.С. Каплан, Д.П. Нортон // Российский журнал менеджмента. – 2004. – № 3. – С. 71–84.
30. Hodgson G. M., How Veblen Generalized Darwinism / G. M. Hodgson // Journal of Economic Issues. – 2008. – № 2. – P. 101–104.
31. Aldrich, H. E. Organizations Evolving / H. E. Aldrich, M. Ruef. – Second Edition. – Padstow: TJ International Ltd., 2006. – 330 p.
32. Афанасьев, А. Внедрение BSC: советы от автора / А. Афанасьев // Финансовый директор. – 2006. – № 4. – С. 82–83.
33. Давлетова, Р.С. Оценка устойчивости предприятия на основе системы сбалансированных показателей / Р.С. Давлетова, Р.А. Коловертнов // Проблемы экономики и менеджмента. – 2012. – № 11. – С. 19–28.
34. Демидько, Е.В. Реализация стратегии на основе Balanced Scorecard / Е.В. Демидько // Управление компанией. – 2008. – № 7. – С. 36–37.

35. Симутин, К.Н. Система сбалансированных показателей – форма или содержание? / К.Н. Симутин // Управление компанией. – 2006. – № 3. – С. 54–57.
36. Клейнер, Г.Б. Стратегия предприятия / Г.Б. Клейнер // Издательство «Дело» АНХ. – 2008. – № 3. – С. 565–568.
37. Давлетова, Р.С. Влияние внешней среды на стратегическое планирование развития промышленного предприятия / Р.С. Давлетова, Р.А. Коловертнов, Р.В. Файзуллин // Экономика и предпринимательство. – 2013. – №7. – С. 519–522.
38. Давлетова, Р.С. Моделирование зависимости состояния нефтедобывающего предприятия от эндогенных и экзогенных факторов / Р.С. Давлетова, Р.В. Файзуллин // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2013. – №3. – С. 33–37.
39. Кошечев, В.А. Бюджетирование как инструмент управления организацией в условиях конкурентной среды / В.А. Кошечев, В.П. Грахов // Вестник гражданских инженеров. – 2007. – № 1. – С. 80–82.
40. Грахов, В.П. Стратегическое планирование инновационных проектов / В.П. Грахов, Е.Ю. Лекомцева // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2012. – № 2. – С. 75–77.
41. Пермякова, Т.В. Иерархическая кластеризация нефтеперерабатывающих заводов России / Т.В. Пермякова, Р.В. Файзуллин // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2014. – №1. – С. 58–60.
42. Бобкова, Е.Ю. Формирование системы контроллинга на предприятии / Е.Ю. Бобкова // Гуманитарные научные исследования. – 2013. – № 11. – С. 34–37.
43. Котляров, И. Д. Оценка конкурентоспособности предприятия сферы услуг: модель плавающих весов / И. Д. Котляров, О. С. Сычева // Практический маркетинг. – 2010. – № 11. – С. 11–15.

44. Полякова А.Г. Устойчивое развитие в координатах пространственной экономики / А.Г. Полякова // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2011. – № 3. – С. 179–186.

45. Что такое Arduino [Электронный ресурс]: сайт «Официальный сайт Амперка.ру». – Режим доступа: <https://amperka.ru/page/what-is-arduino>.

46. Минимальная Arduino своими руками [Электронный ресурс]: сайт «Хабр». – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/131589/>.

47. Arduino – FAQ [Электронный ресурс]: сайт «Официальный сайт Arduino». – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Main/FAQ#toc10>.

48. Как программируют Arduino [Электронный ресурс]: сайт «Журнал «Код»: программирование без снобизма». – Режим доступа: <https://thecode.media/arduino-code/>.

49. Мигающий светодиод на Arduino [Электронный ресурс]: сайт «Ledjournal.info». – Режим доступа: <https://ledjournal.info/shemy/migayushhij-svetodiод-arduino.html>.

50. РадиоЛокН Hi-Tech — Arduino Russian [Электронный ресурс]: сайт «РадиоЛокН». – Режим доступа: <http://rln.nnov.ru/arduino/>.

51. Робототехнические конструкторы под управлением Ардуино [Электронный ресурс]: сайт «Официальный сайт Makeblock». – Режим доступа: <http://www.makeblock.ru/>.

52. Экологический мониторинг [Электронный ресурс]: сайт «Официальный сайт ПостНаука». – Режим доступа: <https://postnauka.ru/longreads/86264>.

53. GSM-модуль SIM800L [Электронный ресурс]: сайт «Сайт Codius». – Режим доступа: [http://codius.ru/articles/GSM\\_модуль\\_SIM800L\\_часть\\_1](http://codius.ru/articles/GSM_модуль_SIM800L_часть_1).

54. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2012 Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем. – Введ. 01.12.2017. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 57 с.

55. How Long Do Users Stay on Web Pages? [Электронный ресурс]: сайт «Nielsen Norman Group: UX Training, Consulting, & Research». – Режим доступа: <http://www.nngroup.com/articles/how-long-do-users-stay-on-web-pages/>.

56. Критерии юзабилити? [Электронный ресурс]: сайт «Rezonans – сайт по работе с сайтами». – Режим доступа: <http://www.rezonans.ru/audit-saytov/informaciya/yuzabiliti-saytov/kriteriiyuzabiliti.html>.

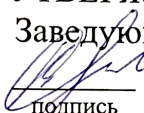
57. Юзабилити сайта: критерии [Электронный ресурс]: сайт «Блог Dicim.net». – Режим доступа: <http://dicim.net/yuzabiliti-sajta-kriterii-ocenki.html>.

58. Юзабилити сайта по полочкам [Электронный ресурс]: сайт «Полиция Сайтов — онлайн-сервис для проверки качества сайтов и повышения конверсии». – Режим доступа: <http://sitepolice.ru/blog/usability/25639/>.

59. Юзабилити анализ: разновидности и отличия. Как провести анализ сайта? [Электронный ресурс]: сайт «Официальный сайт Keyvision». – Режим доступа: <http://keyvision.ru/blog/item/id/56/>.

60. Юзабилити сайта [Электронный ресурс]: сайт «SEMBOOK. Энциклопедия поискового продвижения Ingate». – Режим доступа: <http://www.sembook.ru/book/povyshenie-konversii-sayta/yuzabiliti-sayta/>.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт инженерной физики и радиоэлектроники  
Кафедра экспериментальной физики и инновационных технологий

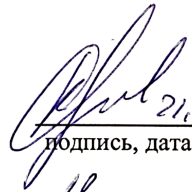


УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
  
подпись В. А. Орлов  
инициалы, фамилия  
« 21 » июль 2021 г.

## МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Реинжиниринг процесса экологического on-line мониторинга

27.04.05 Инноватика

27.04.05.01 Управление инновациями

Руководитель	 подпись, дата	<u>заведующий кафедрой СФУ, к. ф.-м. н.</u> должность, ученая степень	<u>Орлов ВА</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата		<u>Антонова Е. А.</u> инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата	<u>зав. кафедр. Техн. и Прикладн К.Т.Н.</u> должность, ученая степень	<u>Фортисовская С.В.</u> инициалы, фамилия

Нормоконтроль  
21.06.21  
Темрюшина А.А.

Красноярск 2021