



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИИ

**ИЗУЧЕНИЕ И РАЗРАБОТКА ОСНОВ СИСТЕМЫ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ**

**Выпускная квалификационная работа по направлению  
05.03.06 Экология и природопользование**

**Направленность программы бакалавриата**

**«Природопользование»**

**Форма обучения очная**

Проверка на объем заимствований:

70,16 % авторского текста

Работа рекомендована к защите  
рекомендована/не рекомендована

«10» июня 2022г.

Зав. кафедрой Географии и МОГ  
(название кафедры)

 Малаев А.В.

Выполнил:

Студент группы ОФ-401/058-4-1

Злобин Егор Павлович

  
Научный руководитель: к.г.н. доцент

 Панина Мария Викторовна

**Челябинск**

**2022**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА .....	5
1.1 Понятие, сущность и классификации систем мониторинга .....	5
1.2 Использование систем мониторинга г. Челябинска .....	9
Выводы по главе 1 .....	23
ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ Г. ЧЕЛЯБИНСКА .....	25
2.1 Характеристика использованных средств мониторинга.....	25
2.2 Внедрение системы мониторинга водных объектов .....	33
Выводы по главе 2 .....	36
ГЛАВА 3. ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ЧЕЛЯБИНСКА .....	38
Выводы по главе 3 .....	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	46

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность исследования:* В связи с растущими потребностями населения в чистой окружающей среде, проблема разработки систем ее мониторинга становится как никогда актуальна. Разработка систем автоматизированного мониторинга является весьма трудоемкой, особенно актуальна для крупного города система мониторинга поверхностных вод и более того, она ранее не была представлена экологическими организациями.

*Проблема исследования:* постоянно растущие потребности населения в чистой питьевой воде и атмосферном воздухе ставят проблему проверки их качества с высокой точностью и в кратчайшие сроки. Необходимо разработать и предложить один из вариантов разработки системы автоматизированного мониторинга и проверки качества воды г. Челябинска.

*Целью исследования:* разработать и предложить систему автоматизированного мониторинга окружающей среды г. Челябинска.

*Задачи исследования:*

1. Изучить теоретические основы автоматизированного мониторинга окружающей среды (воздуха, воды);
2. Определить проблемы и перспективы использования систем мониторинга водных объектов г. Челябинска;
3. Разработать один из вариантов системы автоматизированной проверки поверхностных вод на примере Шершневого водохранилища.

*Объект исследования:* системы автоматизированного мониторинга окружающей среды на примере поверхностных вод.

*Предмет исследования:* возможность использования и внедрения системы на территории нашего города

*Методы исследования:*

1. Аналитический;
2. Информационный;

3. Статистический;
4. Картографический.
5. Экономический

Новизна: определены проблемы, перспективы и возможности использования систем мониторинга окружающей среды экологическими организациями на территории г. Челябинска, ранее система автоматизированного мониторинга водных объектов не была предложена ни одной организацией города.

Практическая значимость: Материалы представленной работы могут быть использованы в качестве основы для создания и внедрения системы мониторинга водных объектов на территории нашего города.

Структура: работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников, приложения.

Автор хочет выразить благодарность ОГКУ «Центр экологического мониторинга Челябинской области» за консультации и предоставленные аналитические материалы для подготовки выпускной квалификационной работы.

# ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА

## 1.1 Понятие сущность и классификация систем мониторинга

*Автоматизированная система экологического мониторинга* — это комплекс технических и программных средств предназначенный для решения задач по непрерывному контролю состояния окружающей среды как территорий отдельных промышленных предприятий, так и регионов в целом. Система экологического мониторинга позволяет в непрерывном режиме отслеживать экологическую обстановку и контролировать все основные источники загрязнения для последующего принятия управленческих решений.

*В состав систем входят:*

- стационарные посты контроля (ПКЗ);
- передвижные экологические лаборатории (ПЭЛ);
- станции контроля вертикального профиля температур (инверсии атмосферы);
- автоматизированные системы контроля организованных промышленных выбросов (АСКПВ);
- система мониторинга качества воды (СМКВ);
- программное обеспечение указанных измерительных звеньев (для хранения, обработки и передачи информации);
- средства связи;
- центры приема информации (ЦМ);
- информационные табло и терминалы для вывода и представления информации.

Статьей 63 Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 29 июля 2017 года) установлено, что государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды) осуществляется в рамках единой системы

государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) федеральными органами исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации в соответствии с их компетенцией, установленной законодательством Российской Федерации, посредством создания и обеспечения функционирования наблюдательных сетей и информационных ресурсов в рамках подсистем единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)[15].

В соответствии со статьей 6 данного закона органы государственной власти субъектов Российской Федерации участвуют в осуществлении государственного экологического мониторинга с правом формирования и обеспечения функционирования территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды на территории субъекта Российской Федерации, являющихся частью единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды).

Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды проводится в рамках подсистемы государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды (далее – государственный мониторинг) в порядке, установленном Положением о государственном мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 июня 2013 г. № 477.

В соответствии с Положением государственный мониторинг проводится на основе государственной системы наблюдений, включающей в себя стационарные и подвижные пункты наблюдений за состоянием окружающей среды. На рисунке 1 представлена передвижная лаборатория.

В автоматическом режиме в атмосфере контролируются CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, предельные углеводороды (C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> и суммарно C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>), непредельные углеводороды (C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub> и суммарно C<sub>2</sub>-C<sub>5</sub>),

непредельные ароматические углеводороды (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы, стирол), пыль с высокой чувствительностью в диапазонах измерения от 0,2 до 10 ПДК[17].



Рисунок - 1 Пост передвижной лаборатории

*Контролируемые параметры:*

В полуавтоматическом режиме в воздухе рабочей зоны - до 60 веществ органического происхождения.

В ручном режиме выполняется отбор проб воздуха для последующего определения загрязнения компонентов в стационарной аналитической лаборатории.

В автоматическом режиме контролируются метеопараметры (температура, давление, относительная влажность, скорость и направление ветра, осадки), радиационный фон, вертикальный профиль температур до высоты 1000 м.

В промышленных выбросах в автоматическом режиме контролируются CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, горючие газы, температура и расход газа.

В автоматическом режиме контролируются параметры водных объектов температура, водородный показатель, электропроводность, растворенный

кислород, ХПК, специфические загрязнители (например, ионы металлов, нитриты, фосфаты, аммоний и другие) [16].

Измеренные и обработанные данные от всех технических средств и точек контроля в автоматическом режиме круглосуточно поступают в центр экологического мониторинга для окончательной обработки с целью формирования общей базы данных, формирования и предоставления отчетов в табличном и графическом виде. Программные обеспечения всех звеньев системы совместимы между собой, что обеспечивает «бесконфликтную» работу и позволяет наращивать состав технических средств без ограничения.

Государственная система наблюдений (ГСН) включает в себя государственную наблюдательную сеть, формирование и функционирование которой обеспечивается Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также территориальные системы наблюдений за состоянием окружающей среды, формирование и обеспечение функционирования которых осуществляется органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в установленном порядке.

При формировании государственной системы наблюдений учитываются пункты и системы наблюдений за состоянием окружающей среды в районах расположения объектов, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и владельцы которых в соответствии с федеральными законами осуществляют мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды в зоне воздействия этих объектов (далее - локальные системы наблюдений).

В настоящее время роль территориальных систем наблюдения, особенно в части осуществления мониторинга состояния и загрязнения гидросферы, значительно возрастает в связи с реализацией в субъектах Российской Федерации федерального проекта «Экология».

## 1.2 Использование систем мониторинга г. Челябинска

Проектирование территориальной системы и программ наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей требует тщательного рассмотрения особенностей формирования загрязнения в городах региона, а также анализа возможностей существующих систем наблюдений в плане решения задач социально-экономического развития региона.

Единая информационная система мониторинга загрязнения атмосферы на территории Челябинской области (ЕИС МЗА ЧО) предназначена для обеспечения:

а) оперативности и качества информации, характеризующей загрязнение воздуха в Челябинской области;

б) своевременности и качества принимаемых управленческих решений.

Основными целями создаваемой ЕИС являются:

а) автоматизация сбора данных наблюдений от всех доступных на территории Челябинской области средств наблюдений за состоянием (загрязнением) атмосферного воздуха;

б) оперативная обработка собираемых данных наблюдений;

в) анализ и представление данных мониторинга, а также результатов их обработки;

г) оперативная подготовка и распространение информационной продукции;

д) хранение всех видов данных, включая данные наблюдений, результаты их обработки и выпускаемую информационную продукцию;

е) предоставление органам власти и населению области своевременной и полной картины, характеризующей качество атмосферного воздуха на территории Челябинской области

Основными задачами, которые решаются посредством ЕИС являются:

а) сбор и (со)хранение поступающих с территориально распределенной сети датчиков/приборов и от химико-аналитических лабораторий данных измерений массовой (объемной) концентрации основных и специфических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;

б) сбор и (со)хранение данных измерений метеорологических величин, характеризующих состояние приземного слоя атмосферного воздуха на территории ЧО;

в) построение полей распределения загрязняющих веществ и расчет прогнозов распространения примесей;

г) оперативное представление информации о случаях высокого (ВЗ) и экстремально высокого (ЭВЗ) загрязнения атмосферного воздуха с указанием на основании данных наблюдений и по результатам моделирования возможного источника возникновения ВЗ и ЭВЗ;

д) подготовка и предоставление потребителям информационной продукции о состоянии атмосферного воздуха.

Мобильные пункты наблюдений (Мобильные экологические лаборатории - МЭЛ) являются элементами системы. МЭЛ представляет собой подвижный автоматический пункт наблюдений на базе автомобильного шасси типа Ford Transit и является многоканальным, многофункциональным автоматическим средством измерений, требующим в процессе эксплуатации постоянного присутствия обслуживающего персонала.

МЭЛ представляет собой комплекс измерительных и обрабатывающих средств, размещенных внутри и снаружи цельнометаллического фургона (салона автомобиля). В состав МЭЛ входят:

- газоаналитический комплекс;
- метеорологический комплекс;
- устройство управления на базе персонального компьютера с программным обеспечением;
- аппаратура передачи данных;

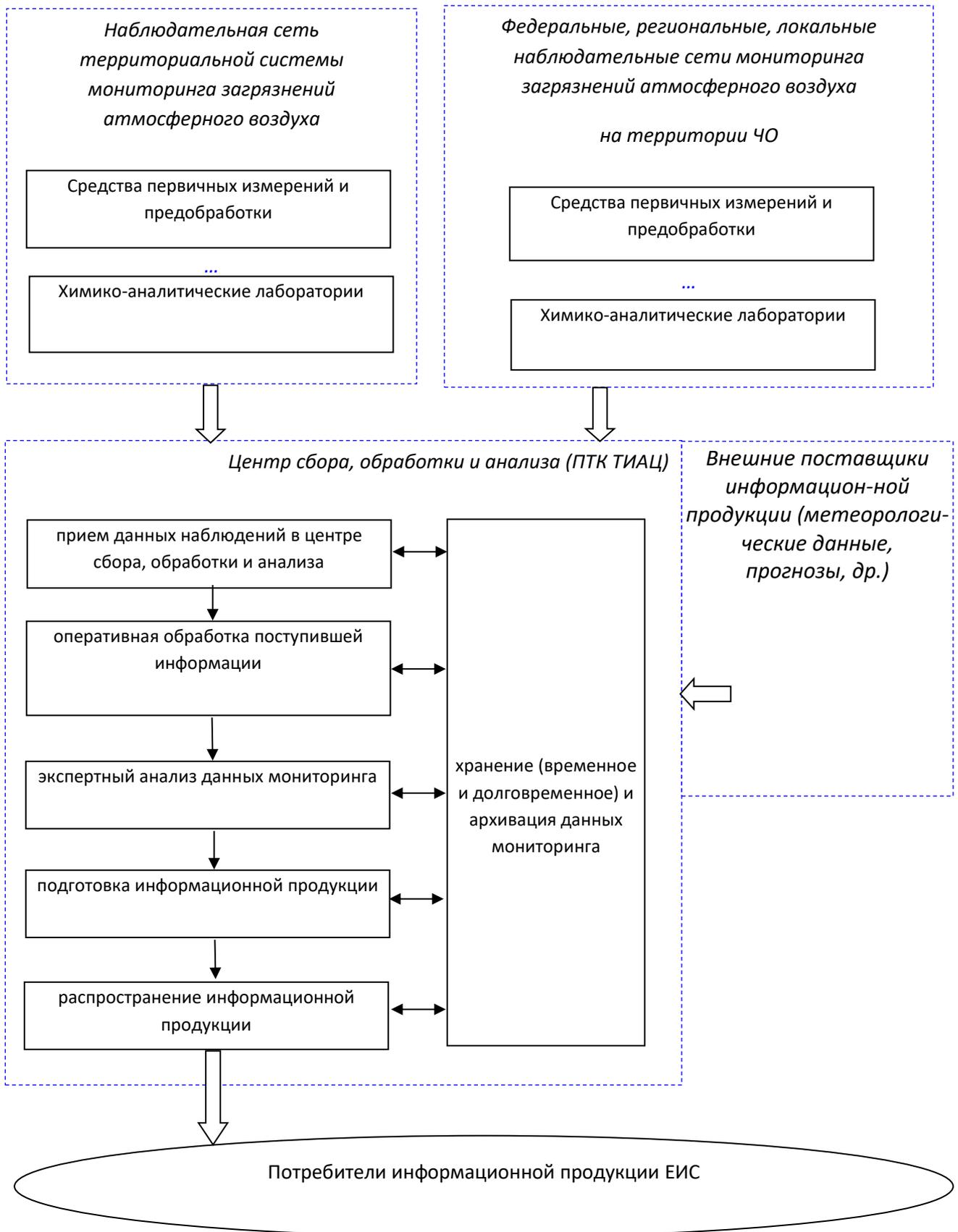


Рисунок 2 – схема работы системы автоматизированного мониторинга

Функция сбора данных измерений от средств регистрации, развернутых на удаленных наблюдательных платформах, а также от химико-аналитических лабораторий включает:

- приём от каждого средства измерения (прибора) с устанавливаемой периодичностью и в согласованном формате порций данных измерений и сохранение информации в подсистеме хранения данных ПТК ТИАЦ;

- приём от каждой химико-аналитической лаборатории в согласованном формате порций данных измерений и сохранение информации в подсистеме хранения данных ПТК ТИАЦ;

- обеспечение для сотрудников станций наблюдений и химико-аналитических лабораторий возможности удаленного ввода данных измерений посредством специализированных программных средств АРМ операторов с непосредственным сохранением введенной информации в базе данных подсистемы хранения ТИАЦ [5].

Функция экспертного анализа данных мониторинга, включая оценку результатов обработки данных наблюдений, как по отдельным видам загрязнений, так и по их совокупности с целью выявления отклонений и экстремальных значений, наблюдаемых в зонах ответственности Территориальной системы мониторинга загрязнений атмосферного воздуха, включает:

- доступ для экспертов-аналитиков к оперативным и историческим данным измерений, принятым с наблюдательных платформ и хранящимся в Системе;

- доступ для экспертов-аналитиков к результатам обработки данных мониторинга;

- доступ для экспертов-аналитиков к информации, принятой из внешних источников;

- обеспечение экспертов-аналитиков средствами проведения анализа выбранной информации – текстовое, табличное и графическое представление

выбранных данных, наличие инструментов для сопоставления и оценки результатов автоматической обработки;

- получение экспертом информации о режимах работы измерительных средств для оценки качества поступающей информации с возможностью вынесения заключений и рекомендаций в части изменения режимов работы приборов;

- вынесение экспертом заключений по итогам анализа доступных ему сведений и сохранение результатов анализа (формирование бюллетеней, сводок) с указанием статуса важности итоговой информации;

- обеспечение эксперта средствами адресной рассылки заинтересованным Потребителям информации формируемых им бюллетеней, сводок [3].

### 1.3 Состояние окружающей среды на территории Челябинской области

Челябинск расположен почти в центре материка Евразия. Город стоит на реке Миасс, На территории города находятся Шершнёвское водохранилище и три соленых озера: Смолино, Синеглазово, Первое. По городу протекает несколько малых речек, впадающих в Миасс: Игуменка, Колупаевка, Чикинка, Челябка и Чернушка. На рисунке 3 показан рельеф местности, окружающей г. Челябинск, ограниченной прямоугольником с координатами: 54,2 – 56,1° с.ш. и 59,8–63,0° в.д.

Город расположен на стыке Уральских гор и Западно-Сибирской равнины. Территория вокруг города отличается многообразием форм поверхности. В ее пределах имеются низменности и холмистые равнины, плоскогорья и горы. Причем повышение поверхности идет в виде уступов с востока на запад. Площадь к востоку от Челябинска представляет собой совершенно пологую равнину со множеством озерных ванн и болот. Высота равнины над уровнем моря – около 200 м. На меридиане восточной окраины Челябинска она переходит в Зауральскую возвышенную равнину. С запада эта

равнина ограничивается невысокими хребтами восточных склонов Уральских гор (Вишневые горы, Ильменский хребет, хребет Ишкуль и другие), за которыми возвышаются уже основные горные хребты Южного Урала: Урал-Тау, Таганай, Уреньга, Нургуш. Высота этих хребтов находится в пределах 800–1100 м.

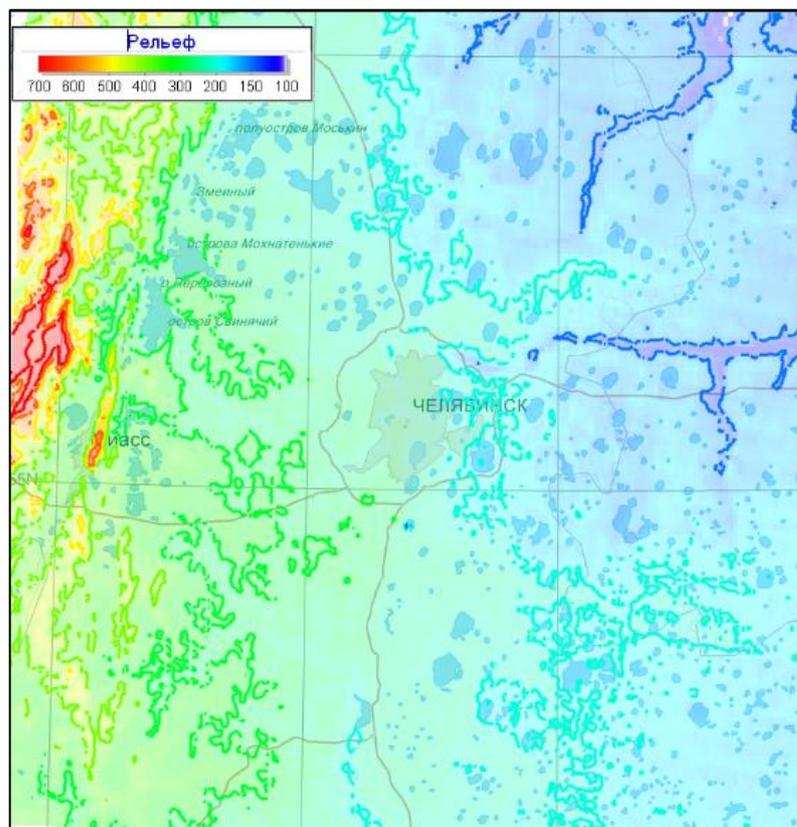


Рисунок 3 – Рельеф местности в районе расположения г. Челябинск

Определяющей чертой общего характера рельефа является меридиональное расположение Уральской горной системы, которая служит естественной преградой господствующему в этих широтах западно-восточному переносу воздушных масс.

Метеорологические характеристики района расположения г. Челябинск

Город Челябинск расположен в западносибирском районе континентальной климатической области по [1]. В этом районе с достаточной силой проявляется влияние Атлантического океана, но, в то же время и

выражены особенности влияния Азиатского континента. Континентальность климата одинаково сильно выражена и зимою и летом.

Зимой, когда особенно велик температурный контраст между океаном и континентом, и в связи с этим градиент давления между Исландской барической депрессией и азиатским максимумом достигает большой величины, создаются условия для усиления циклонической деятельности. При этом перенос атлантического воздуха зимой на азиатскую территорию совершается преимущественно в циклонах арктического фронта. Они проходят по северо-западной части Западной Сибири, поэтому атлантический воздух не оказывает значительного влияния на Челябинскую область. Но в тылу циклонов арктический воздух распространяется далеко на юг, не встречая на открытой равнине препятствий. Здесь происходит его постепенный прогрев и трансформация.

Значительную роль в формировании климата имеет перенос континентального воздуха из более южных районов с юго-западными ветрами по северо-западной периферии отрога центральноазиатского антициклона.

Летом приток атлантического воздуха на континент ослабевает. Хотя в циклонах он проникает далеко на восток, но быстро прогревается над континентом и превращается в континентальный еще в пределах европейской части России. Основным процессом летнего времени года является формирование континентального воздуха путем прогрева воздуха арктического происхождения. Запасы пара в континентальном воздухе пополняются, главным образом, испарением влаги, и летние осадки являются преимущественно осадками внутреннего влагооборота.

Уральский хребет сам по себе не создает климатических границ, он только обостряет их. Например, происходит уменьшение осадков на восточных его склонах по сравнению с западными. Также создается скачок и в температурном поле. На склонах Среднего и Южного Урала летом

отмечается большее число дней с кучевой облачностью, что указывает на то, что горы усиливают развитие дневной конвекции.

Ветровой режим приземного слоя атмосферы в районе г. Челябинск Ветровой режим в умеренных широтах России формируется под влиянием основных климатических центров действия атмосферы, стационарирующих над Северной Атлантикой и над континентом Евразии и их сезонным режимом. Кроме того, большое значение в распределении направления ветра и его скорости у поверхности земли большое значение имеет рельеф местности [18].

Ниже приведены розы ветров по сезонам и за год по данным МС Челябинск (город) за период 1996-2018 годы, а в таблице 1 даны повторяемости направления ветра по 8-ми румбам для каждого месяца года.

Таблица 1 - Повторяемости направления ветра по 8-ми румбам для каждого месяца года

Направление, румб	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
С	12,3	14,3	8,9	14,6	18,9	16,3	29	22,1	15,9	12,2	12,0	10,9	15,7
СВ	3,0	5,1	4,1	6,1	6,1	5,9	8,1	4,0	3,6	3,0	3,1	1,5	4,5
В	3,0	3,5	4,0	4,3	5,0	4,5	4,0	3,5	2,9	2,5	2,7	1,3	3,5
ЮВ	12,6	10,8	12,1	8,7	10,2	9,3	6,1	6,8	7,9	5,7	6,8	10,4	8,9
Ю	37,3	33,2	32,2	21,0	17,3	14,2	10,0	14,1	19,5	24,3	29,3	38,1	23,8
ЮЗ	9,4	9,5	9,8	11,7	7,7	7,1	4,8	7,1	9,8	13,1	13,2	12,5	9,7
З	10,1	13,1	17,1	20,6	17,7	18,4	14,3	16,9	21,1	21,7	18,4	13,7	17,1
СЗ	12,3	10,3	11,8	13,1	17,0	24,3	23,8	25,4	19,4	17,4	14,6	11,7	16,9

В целом за год в Зауралье преобладают ветры юго-западного направления, но из-за сложности рельефа и почти меридионального расположения Уральских гор в Челябинске преобладающим является южное направление ветра, которое отмечается почти в 24 % случаев. Зимой под влиянием западного отрога азиатского антициклона наблюдается увеличение повторяемости ветров южной четверти и, особенно, южных ветров. Летом режим ветра связан преимущественно с воздействием отрога азорского антициклона, а также с повышенным давлением над Арктикой, поэтому преобладают ветры северо-западной четверти, повторяемость которых

составляет в сумме около 64 %. Весной и осенью, когда происходит перестройка барического поля, повторяемость направления ветра имеет одинаковый характер переходного периода: при доминировании южных ветров сохраняется значительная повторяемость ветров северо-западной четверти.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха городов Челябинской области неудовлетворительный. Основной причиной неудовлетворительного состояния атмосферного воздуха является использование устаревших технологий с высоким уровнем износа устаревшего технологического оборудования. Также негативное влияние оказывает эксплуатация газоочистного оборудования с отступлением от проектных параметров, невыполнение воздухоохраных мероприятий.

Несмотря на общий спад производства ежегодно в атмосферу выбрасывается более 650 тыс. т. загрязняющих веществ, способствующих загрязнению почв тяжелыми металлами и выпадению «кислотных дождей».

Диоксид серы и оксиды азота наряду с оксидом углерода и углеводородами являются основными загрязняющими газообразными веществами, поступающими от стационарных источников.

По территории Челябинской области протекает 3602 реки общей протяженностью 17,925 тыс. км, находится 467 прудов и водохранилищ, 3170 озер общей площадью 2125 км<sup>2</sup> (из них 1340 учтенных озер общей площадью водной поверхности свыше 1500 км<sup>2</sup>), принадлежащих бассейнам Каспийского моря (реки бассейнов Камы и Урала) и Карского моря (бассейна р. Тобол).

Среднегодовой объем стока по области относительно мал и составляет всего 6,34 км<sup>3</sup>, а в маловодный год 95-процентной обеспеченности он снижается в 2,5 раза – до 2,56 км<sup>3</sup>. На бассейн р. Тобол приходится 19 %, на бассейн р. Урал – 10 %, на бассейн р. Кама – 71 % всего стока. Основная часть стока (до 85 %) приходится на период весеннего половодья. Реки в

большинстве маловодны. Из протекающих по территории области 3602 рек 90 % относятся к очень малым, длиной менее 10 км

Таблица 2 - Выбросы загрязняющих веществ на территории Челябинской области за 2021 год

Район	Всего выброшено в атмосферу, т					Уловлено, % к количеству загрязняющих веществ				
	SO <sub>2</sub>	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	H <sub>2</sub> S	HC1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub>	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	H <sub>2</sub> S	HC1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Агаповский	21	25	2,531	-	-	8	0,2	-	-	-
Аргаяшский	21	2	0,003	-	-	-	-	-	-	-
Брединский	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Варненский	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-
В. Уральский	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Еткульский	6	29	-	-	-	-	5	-	-	-
Кизильский	3	1	0,001	-	-	-	-	-	-	-
Красноармейский	9	14	-	-	-	-	-	-	-	-
Кунашакский	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Кусинский	33	64	-	-	-	-	-	-	-	-
Нагайбакский	53	103	0,004	0,011	0,018	-	-	-	-	-
Нязепетровский	123	25	-	-	-	4,5	3,9	-	-	-
Октябрьский	45	3	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Сосновский	15	247	-	-	-	-	-	-	-	-
Троицкий	36	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Увельский	4	23	0,41	-	-	-	-	-	-	-
Уйский	238	53	-	-	-	-	-	-	-	-
Чебаркульский	29	3	0,006	-	0,006	-	-	-	-	-
Чесменский	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ВСЕГО:</b>	<b>671</b>	<b>607</b>	<b>3,455</b>	<b>0,011</b>	<b>0,024</b>	<b>12,5</b>	<b>9,1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Более половины рек (55 %) приходится на западную горную часть области, где протекают реки бассейна Камы: Уфа, Ай, Юрюзань, Сим и др. со своими притоками.

На территории Челябинской области расположено 3170 озер общей площадью 2125 км<sup>2</sup> (из них 1340 учтенных озер общей площадью водной поверхности свыше 1500 км<sup>2</sup>) [19].

В марте 2022 года отобрано и проанализировано 38 проб поверхностных вод на территории Челябинской области. В шести пробах (15,8% от общего числа проб) концентрации загрязняющих веществ достигли высокого уровня загрязнения воды (ВЗ), и в том числе в одной пробе (2,6 % от общего числа проб) – экстремально высокого загрязнения.

Водохранилищ объемом свыше 10 млн м<sup>3</sup> – 32, или около 5 % от общего количества сооружений. Их общий объем 3,3 км<sup>3</sup>, или 60 % зарегулированного стока. Водохранилища, в основном, многолетнего регулирования, комплексного назначения, предназначены для водоснабжения крупных промузлов и населенных пунктов и для срезки пиков паводков и половодий.

Водохранилищ единичной емкостью от 500 тыс. м<sup>3</sup> до 10 млн м<sup>3</sup> – 157, или 30 % гидротехнических сооружений. Из общего количества прудов и водохранилищ 279, или более 60 % – сельскохозяйственного назначения единичной емкостью менее 500 тыс. м<sup>3</sup>. 30 ГТС относятся к категории прудов-накопителей, шламохранилищ, хвостохранилищ [8].

Ввиду многочисленности и разнообразия водных объектов на территории Челябинской области значительная их часть в разное время получила статус особо охраняемых природных территорий (ООПТ), памятников природы регионального значения. Всего на территории области находится 67 водоемов-ООПТ, это, главным образом, объекты естественного происхождения (крупнейшие озера, реки), однако некоторые из ООПТ относятся к категории гидротехнических сооружений и могут рассматриваться также как памятники материальной культуры.

Водные ресурсы Челябинской области используют более 800 предприятий, организаций и учреждений. Объем использования воды составляет немного более 9 млрд м<sup>3</sup> в год и зависит как от состояния самих

водных ресурсов в разные годы, так и от развития систем водоснабжения, в т.ч. оборотного и повторного, состояния промышленных предприятий, потерь при транспортировке и т.д. В 2000–2003 гг. водоиспользование было относительно стабильным на уровне около 9 млрд м<sup>3</sup> в год, начиная с 2004 г. объемы резко выросли на 600–700 млн м<sup>3</sup> в год, что, связано, очевидно, с общим ростом промышленного производства и ЖКХ. Это доказывается тем, что забор воды как из поверхностных, так и подземных источников в области неуклонно снижается, а объем расходов в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения возрастает.

К сожалению, в области еще весьма велики потери при транспортировке воды, связанные с общим неудовлетворительным состоянием водоводов и коммуникаций водопотребителей. Потери составляют около половины объема всего безвозвратного водопотребления из водных ресурсов области и многолетняя динамика этих величин имеет синхронный характер. Остальная часть безвозвратного водопотребления в значительной степени (до 90 %) зависит от роста объемов использования воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения.

Главным образом используются поверхностные водные объекты, объем забора из них достигает 80 %, остальное дают подземные воды.

Например, в 2005 г. забрано для использования 961,49 млн м<sup>3</sup>, в т.ч. из поверхностных водных объектов – 766,84 млн м<sup>3</sup>, из подземных водных объектов – 194,65 млн м<sup>3</sup>.

Как подземные, так и поверхностные водные ресурсы используются на следующие цели:

- на хозяйственно-питьевые нужды;
- на производственные нужды;
- на нужды сельскохозяйственного водоснабжения и регулярного орошения.

Использование воды в 2005 г. составило 796,07 млн м<sup>3</sup>, в т.ч.:

- на хозяйственно-питьевые нужды – 355,70 млн. м<sup>3</sup>;
- на производственные нужды – 389,16 млн м<sup>3</sup>, из них воды питьевого качества – 86,29 млн м<sup>3</sup> (в отдельные годы объем водопотребления промышленностью области превышает 400 млн м<sup>3</sup>);
- на нужды сельхозводоснабжения – 15,59 млн м<sup>3</sup>;
- на нужды регулярного орошения – 5,93 млн м<sup>3</sup>.

Следует отметить, что при достаточном количестве осадков потребление воды сельским хозяйством в 2005 г. было сравнительно низким и в отдельные годы может увеличиваться по отношению к приведенной цифре в 2–2,5 раза.

Промышленность области является основным потребителем воды, и уровень потребления зависит как от ввода в действие новых производственных мощностей, так и от режима экономии воды и организации приборного учета на предприятиях. Данное обстоятельство следует особенно отметить как положительное явление последних лет, т.к. несмотря на примерно стабильную цифру водопотребления в разные годы (на уровне около 390 млн м<sup>3</sup> в год), промышленность постоянно уменьшает сброс сточных вод в поверхностные водные объекты (например, в 2004 г. – на 143 млн м<sup>3</sup>). Это означает, что рост водопотребления при вводе новых производственных мощностей в большой степени компенсируется его экономией на действующих объектах. Помимо непосредственного сохранения водных ресурсов, уменьшение сброса сточных вод улучшает экологическую обстановку в водоемах Челябинской области [13].

Основным потребителем воды в промышленности является черная металлургия – одна из главнейших отраслей экономики Челябинской области. На ее долю приходится свыше 60 % использованной воды. Свыше 20 % приходится на долю электроэнергетики, машиностроения и металлообработки, еще около 5 % – цветной металлургии. Остальные 15 %

потребляют лесная, деревообрабатывающая промышленность, производство стройматериалов, пищевая, топливная и др. отрасли.

Вторым основным водопотребителем водных ресурсов Челябинской области является жилищно-коммунальное хозяйство. В этой сфере также наблюдается положительная тенденция снижения объемов водопотребления. Она связана со следующими обстоятельствами:

- снижение объемов реализации воды в жилом секторе за счет установки приборов учета;
- сокращение водопотребления бюджетными организациями за счет установки водосчетчиков и введения режима жесткой экономии воды.

Таким образом, введение приборов учета привело к очень существенной экономии водных ресурсов и является исключительно положительным явлением в водопотреблении.

Объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения по Челябинской области составляет в настоящее время 8228,73 млн м<sup>3</sup>. Следует отметить как положительный факт неуклонный рост расходов воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, что является тенденцией к экономии водопотребления и приводит к важному результату – водоотведение в поверхностные водные объекты в Челябинской области неуклонно снижается, в т.ч. и загрязненных вод.

Данная зависимость подтверждается высокой степенью коррелированности динамик оборотного и повторно-последовательного водоснабжения (ОППВ) и сброса загрязненных вод – корреляция Пирсона  $r = 0,94$  ( $p < 0,05$ , анализируемые величины распределены нормально).

Таким образом, можно считать обоснованным, что дальнейшее внедрение и развитие систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения не только экономит водные ресурсы области, но и приводит к оздоровлению экологической ситуации на водных объектах.

Отбор воды на нужды сельского хозяйства относительно невелик и продолжает неуклонно снижаться. Данное явление связано как с общей высокой влагообеспеченностью последних лет, так и с депрессией, переживаемой сельским хозяйством области. Особенно следует остановиться на снижении затрат на регулярное орошение, которое в предыдущие годы показало низкую эффективность, связанную с не разработанностью технологий эксплуатации орошаемых земель. Примерно 20 % таких земель подвергается засолению и осолонцеванию почв, на большинстве орошаемых участков происходит деградация гумусового слоя. [17]

### **Выводы по главе 1**

Экологическая политика направлена на управление факторы давления, а также предупреждение и уменьшение вероятности аварийных ситуаций, готовность к своевременному реагированию при возникновении аварийных ситуаций, т.е. должна обеспечить данными, позволяющими оценивать и прогнозировать воздействие факторов давления на состояние и загрязнение окружающей среды в городах Челябинской области.

С целью оптимизации использования ресурсов при создании, обеспечении функционирования и развития такой системы, необходимо учитывать и интегрировать на территориальном уровне информацию о состоянии атмосферного воздуха, получаемую в рамках локальных систем наблюдений, в районах расположения объектов, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и владельцы которых проводят наблюдения за состоянием атмосферного воздуха.

Объективная оценка состояния и окружающей среды в городах Челябинской области должна основываться на данных получаемых как на государственной наблюдательной сети Росгидромета, так и на данных местных источников систем автоматизированного мониторинга, что требует

организации их согласованного функционирования в рамках государственной системы наблюдений и сопоставимости данных. [10]

## ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ Г. ЧЕЛЯБИНСКА

### 2.1 Характеристика использованных средств мониторинга

Приборы для мониторинга атмосферного воздуха:

#### 1) Оксид углерода CO

1.1) Газоанализатор «К-100» – электрохимический: измеряемый газ, проникая путем диффузии в электрохимический сенсор, инициирует на электродах датчика ток, пропорциональный концентрации газа;

1.2) Газоанализатор «CO12M» – оптический инфракрасный, основан на зависимости поглощения инфракрасного излучения молекулами определяемого компонента от его концентрации.

#### 2) Диоксид азота NO<sub>2</sub> и аммиак NH<sub>3</sub>

2.1) Газоанализаторы P-310A, H-320 и AC32M/CNH<sub>3</sub> используют метод хемиллюминесценции, при котором химическое взаимодействие молекул анализируемого вещества с датчиком сопровождается люминесценцией с интенсивностью, пропорциональной его содержанию в анализируемой газовой смеси. Содержание NO определяется расчетным путем при измерении NO<sub>2</sub>.

#### 3) Диоксид серы SO<sub>2</sub>

3.1) Газоанализатор «AF22M/CH<sub>2</sub>S» измеряет массовую концентрацию диоксида серы SO<sub>2</sub> методом флуоресцентной спектроскопии, который основан на измерении интенсивности флуоресценции, возникающей при поглощении диоксида серы в ультрафиолетовой области спектра, при этом интенсивность флуоресценции прямо пропорциональна концентрации SO<sub>2</sub> в газовой смеси. При контроле сероводорода анализируемая проба газа попадает в блок конвертера, встроенный в газоанализатор, где на специальном фильтре проходит очистку от SO<sub>2</sub>, а затем при температуре плюс 340 °C происходит реакция окисления сероводорода до диоксида серы.

3.2) Газоанализатор «СВ-320» - хемилюминесцентный.

4) Озон  $O_3$

4.1) Газоанализаторы « $O_3$ 42М» и «Ф-105» используют оптический метод, основанный на измерении поглощения ультрафиолетового излучения анализируемым компонентом, при этом величина поглощенной энергии зависит от концентрации озона в газовой смеси.

4.2) Газоанализатор «3.02 П-А» – хемилюминесцентный.

5) Метан  $CH_4$

Газоанализатор «НС51М» и «Гамма-ЕТ» измеряют концентрацию метана  $CH_4$  пламенно-ионизационным методом, основанным на ионизации органических веществ в пламени водорода и последующего измерения возникающего ионизационного тока. Изменение ионизационного тока пропорционально концентрации углеводородов в атмосферном воздухе.

б) Бензол, толуол, ксилолы, этилбензол

Анализ производится хроматографом «Chromatotech GC 866» по принципу хроматографического разделения анализируемой пробы газа и регистрации содержания измеряемых компонентов при помощи пламенно-ионизационного детектора.

7) Формальдегид

7.1) Газоаналитический комплекс ФОРТ использует фотометрический принцип действия, основанный на определении интенсивности света в видимой области спектра, отраженного от окрашенного участка индикаторной ленты (ИЛ) первичного измерительного преобразователя. Изменение окраски ИЛ связано с химической реакцией взаимодействия реактива, которым пропитана ИЛ, с формальдегидом. Интенсивность окрашивания ИЛ пропорционально содержанию формальдегида в газовой пробе.

Изменение окраски преобразователя ИЛ приводит к изменению интенсивности отраженного светового потока и, соответственно, к изменению

величины тока, протекающего через датчик фотоячейки измерительного блока.

7.2) Picarro G2107 (США) использует оптический метод, основанный на спектроскопии внутрирезонаторного затухания. Метод заключается в измерении времени затухания излучения в оптическом резонаторе, который заполняется анализируемой пробой газовой смеси.

Генерируемое лазерное излучение поступает в резонатор и многократно отражается от расположенных внутри зеркал. Каждый раз, отражаясь от выходного зеркала, излучение частично покидает резонатор и регистрируется полупроводниковым приемником. В результате обработки поступающего с приемника сигнала определяется время затухания излучения, которое обратно пропорционально содержанию формальдегида в анализируемой пробе газовой смеси.

#### 8) РМ-10 и РМ-2,5

Анализаторы взвешенных частиц (пыли) РМ-10 и РМ-2,5 «MP101M» (Франция) и «F701-20» (Германия) имеют ленточный радиоизотопный принцип действия. Для определения массовой концентрации пыли измеряют объем пропущенного воздуха и массу находящейся в нем пыли. Масса пыли, осажденной на фильтровальной ленте из стекловолокна, измеряется по ослаблению бета-излучения углерода-14, которое фиксирует счетчик Гейгера-Мюллера. Для работы с этими приборами лицензия на работы с источниками ионизирующего излучения не требуется [18].

#### Методы отбора проб атмосферного воздуха для последующего лабораторного анализа

##### 1) Взвешенные частицы (пыль)

1.1) Система автоматического отбора проб PNS15-3.1 отбирает пробы воздуха на аналитический аэрозольный фильтр для анализа содержания взвешенных частиц (пыли) в контролируемой воздушной среде.

Пробоотборная трубка оснащена импактором для разделения взвешенных частиц на фракции РМ-10 и РМ-2,5.

1.2) Аспиратор «АВА-1-150-02СП» осуществляет отбор проб воздуха на общую пыль в ручном режиме с помощью специальных пробоотборных зондов через люки, расположенные на смежных стенах в противоположных углах павильона.

## 2) Газовые примеси

2.1) Аспиратор автоматический «Проба-24» обеспечивает отбор проб воздуха на газовые примеси на четыре кассеты по шести каналам в автоматическом режиме. Цикл отбора пробы программируется путем задания астрономического времени начала и окончания отбора. Число циклов по каждой кассете может быть выбрано от 1 до 20, что позволяет проводить как разовый отбор проб, так и суточный.

2.2) Аспиратор автоматический «УОПВ 4-220В-40» обеспечивает отбор проб воздуха на газовые примеси на фильтры АФА, сорбционные трубки и хим.поглотители по четырем каналам. Каналы работают независимо друг от друга (в части установления скорости и измерения объёма прокачанного воздуха). Определение объёма пробы в каждом канале не опосредованно (через время и скорость отбора), а напрямую в единицах объёма (м<sup>3</sup>). Имеет электронный недельный таймер, работает в автоматическом режиме по установленной и перестраиваемой временной программе с повторяющимся циклом (или несколькими программам одновременно). Проводить одноразовые отборы проб воздуха возможно в любой нужный момент времени. Средствами измерения являются счетчики воздуха.

## Приборы для мониторинга водных объектов:

Датчик Smart Water Pro (для мониторинга физических параметров качества воды), Smart Water Ions (для измерения концентрации растворённых в воде химических элементов) и Smart Water Xtreme – самую современную разработку, способную регистрировать содержание

биохимических и органических примесей флуориметрическими методами анализа. Эта уникальная особенность ставит Smart Water Xtreme в разряд самых многофункциональных и универсальных измерительных приборов для мониторинга качества воды в мире

Данные решения Libelium базируются на интеллектуальной измерительной плате Waspnote, рассчитанной на проведение измерений, вычислений – ключевого компонента готового измерительного модуля Waspnote Plug & Sense! (рис. 4).

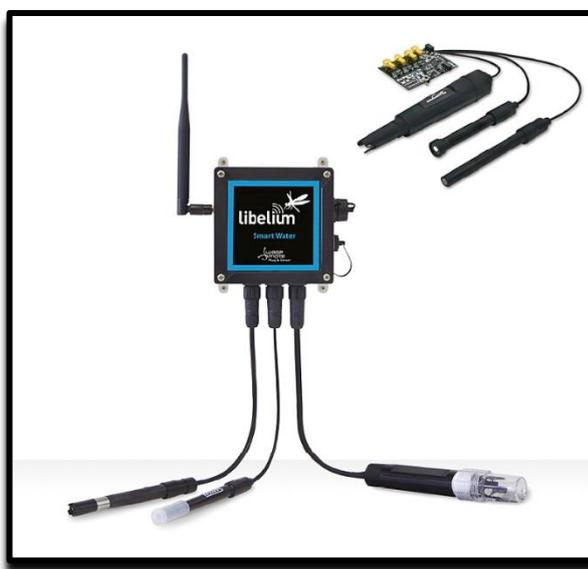


Рисунок 4 - Модуль Waspnote Plug & Sense! и интеллектуальная плата Waspnote для OEM-производителей с датчиками параметров воды

Этот модуль, с собственной системой коммуникации и электроснабжения, с широким диапазоном рабочих температур (от  $-30$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ ), относится к разряду автономных низковольтных IoT-устройств нового поколения, предназначенных для эксплуатации в суровых природных условиях (в том числе в труднодоступных местах), с гибридной системой электропитания от аккумуляторов и солнечных батарей (рис. 3) [2].

Связь с системами мониторинга в режиме реального времени может осуществляться посредством беспроводных интерфейсов Wi-Fi, 3G, 4G, 5G,

GPRS, WCDMA и радиосвязи стандартов 802.15.4/ZigBee, Sigfox и LoRaWAN.

Помимо того, что каждый датчик откалиброван заводом-изготовителем, существует возможность самостоятельной поверки при помощи специальных наборов, предоставляемых Libelium.



Рисунок 5 - Проактивная система мониторинга качества воды на основе измерительной платформы Waspote Plug & Sense!

В целях повышения точности измерений pH в датчике используется интегрированный термометр для компенсации влияния температуры на измерения. Установка датчиков в трубах или резервуарах требует монтажных аксессуаров – Libelium предлагает целый набор.

Разработчики Libelium подчёркивают, что некоторые датчики не требуют дополнительного обслуживания; например, на качество измерения электрической проводимости не влияет загрязнение (накопление органического материала на поверхности датчика). Этот показатель характеризует одно из ключевых свойств воды – минерализацию.



Рисунок 5 - Измерение параметров воды при помощи Plug&Sense! Smart Water

Ещё один уникальный в своём роде проект по снижению загрязнения сточных вод токсичными для природы и человека элементами был осуществлён в Норвегии на полигоне стендовой стрельбы, где в результате отстрела сотен тысяч патронов и дроби обширная территория загрязняется такими элементами, как свинец и сурьма.

Сложность проекта в том, что поверхностный сток в окрестностях города характеризуется большими площадями с прерывистым рельефом, (точно также как в г. Челябинск) зависит от случайных атмосферных явлений и тесно связан с характером землепользования. Опасность попадания токсичных элементов в грунтовые и наземные воды, а затем в городской водозабор требует принятия дополнительных мер защиты и организации мониторинга. Метод периодического отбора проб у источника загрязнения в данном случае неэффективен, потому как его труднее локализовать вследствие территориального рассеивания.

Чтобы оценить эффективность принятых мер по ликвидации попадания токсичных элементов в окружающую среду, были установлены измерительные IoT-платформы Libelium с интегрированными высокоточными датчиками химического состава и физических параметров

воды Plug&Sense! Smart Water и решение для проектов интеллектуального сельского хозяйства Plug&Sense! Smart Agriculture . Непрерывная регистрация содержания загрязняющих веществ в поверхностном стоке позволила снизить их уровень на 40% принятием решительных мер защиты

Все данные в системы мониторинга передаются по беспроводным сетям сотовой связи 4G.

Климат на большей части территории Российской Федерации имеет много общего с канадским и норвежским. Вместе с тем обширные малозаселённые территории Канады и России сталкиваются со схожими трудностями, связанными с организацией водоснабжения, электроснабжения, проводной и беспроводной связи. Также необходимо помнить, что индустриализация, проводившаяся в СССР в XX веке ускоренными темпами, привела к загрязнению огромных территорий, примыкающих к промышленным объектам. В таких условиях мониторинг окружающей среды, включая попадающие в реки, озера, грунтовые воды токсичные элементы, приобретает первостепенное значение, а применение соответствующих средств автоматизации и технологий Интернета вещей способствует эффективному управлению водными ресурсами, снижению затрат и устранению ошибок, вызванных человеческим фактором. В этом может помочь измерительная аппаратура Libelium , разработанная и сертифицированная с учётом всех особенностей использования вне помещений в климатически суровых зонах и имеющая длительный период автономной службы – до 3 лет!



Рисунок 6 - Высокоточные датчики для моделей Smart Water и Smart Agriculture

## 2.2 Внедрение системы мониторинга водных объектов

Для пилотного проекта на территории г. Челябинск было выбрано Шершневское водохранилище. С помощью специалистов ТИАЦ были определены места локальных сбросов сточных вод, и взяты пробы поверхностных вод. Наибольшая концентрация точек сбора информации бытовых и промышленных пунктов наблюдается вблизи мест застройки дачных поселков. На основании полученных данных была составлена карта-схема расположения датчиков Smart Water.

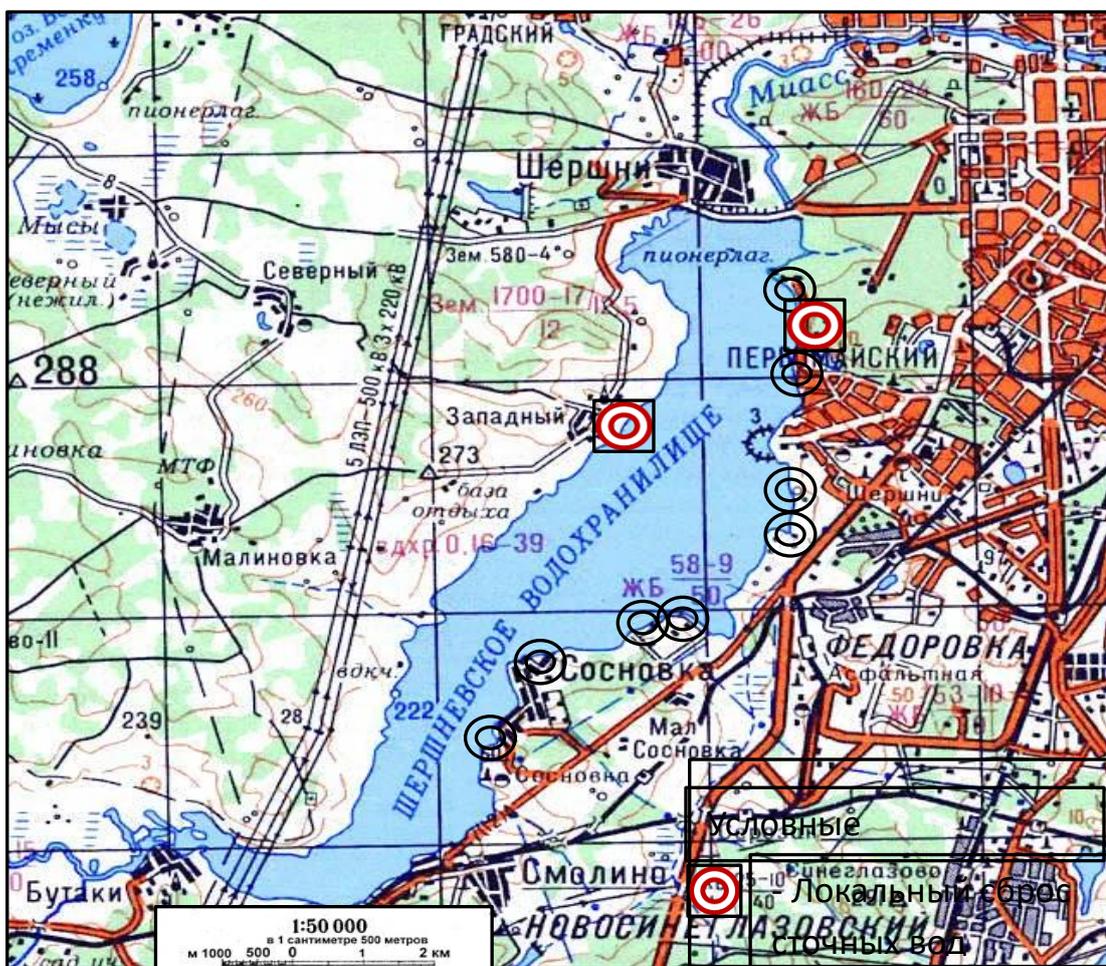


Рисунок 7 - Карта-схема расположения датчиков мониторинга  
поверхностных вод

Работа оператора и инспектора будет осуществляться по следующей  
схеме:

1-й этап – - сбор/приём данных от федеральных, региональных,  
ведомственных и локальных систем наблюдений;

- трансформация и очистка поступающих данных для приведения их к  
форматам хранения;

- загрузка данных в Подсистему хранения данных

Работа осуществляется в программе ЛК ГИС ТОР КНД

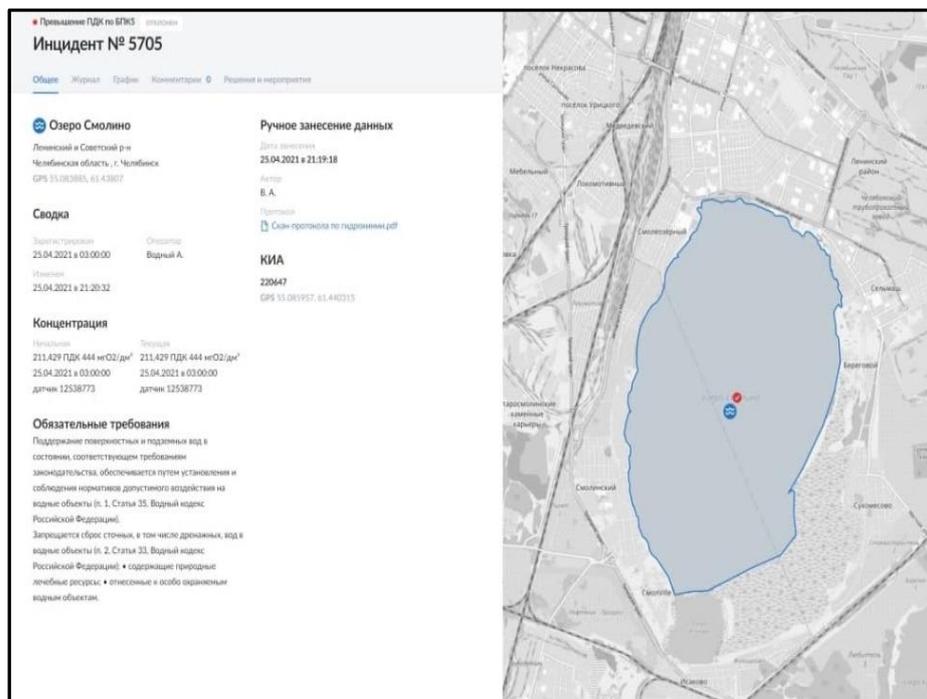


Рисунок 8 - Интерфейс программы ЛК ГИС TOP КНД

2-й этап Регистрация инцидента в программе Мобильный инспектор  
 Программный продукт реализован согласно ПП РФ № 354 от 06.05.2011

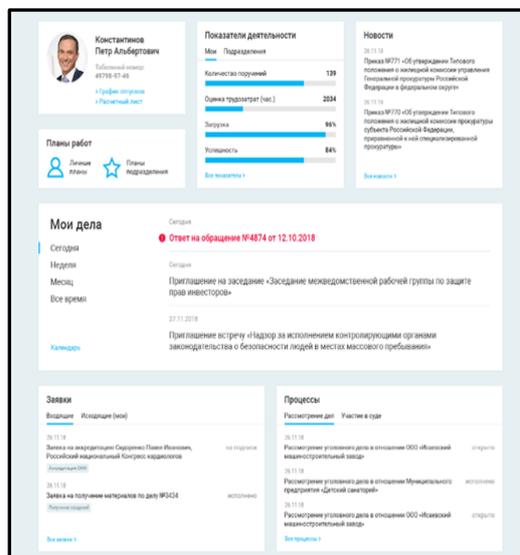


Рисунок 9 - Интерфейс программы мобильный инспектор

3-й этап -Инициирование контрольных (надзорных) мероприятий  
 Создание территориальной системы (сети) наблюдений за состоянием поверхностных вод на территории г. Челябинска как составной части

государственной системы (сети) наблюдений за состоянием окружающей среды проводится поэтапно. Этапы создания территориальной системы (сети) наблюдений за состоянием водных объектов на территории Челябинской области как составной части государственной системы (сети) наблюдений за состоянием окружающей среды

Формирование и ввод включает:

– приобретение и установку автоматизированных пунктов наблюдений за загрязнением поверхностных вод г. Челябинска на базе датчиков Smart Water

– создание центра сбора и обработки данных систем (сетей) наблюдений на базе уполномоченной организации

– разработка нормативно-технического обеспечения функционирования системы (рабочие инструкции операторов, регламенты эксплуатации оборудования, регламенты передачи информации и т.д.).

## **Выводы по главе 2**

Была предложена и разработана система автоматизированного мониторинга водных объектов на базе опыта западных стран, где датчики Smart Water показали себя с лучшей стороны. К преимуществам данной системы следует отнести :

а) автоматизация сбора данных наблюдений от всех доступных на территории Челябинской области средств наблюдений за состоянием (загрязнением) поверхностных вод

б) оперативная обработка собираемых данных наблюдений, оперативная подготовка и распространение информационной продукции;;

в) анализ и представление данных мониторинга, а также результатов их обработки;

г) хранение всех видов данных, включая данные наблюдений, результаты их обработки и выпускаемую информационную продукцию;

е) предоставление органам власти и населению области своевременной и полной картины, характеризующей качество питьевой воды на территории Челябинской области

### ГЛАВА 3 ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ЧЕЛЯБИНСКА

Проектирование территориальной системы и программ наблюдений за состоянием и загрязнением атмосферного воздуха требует тщательного рассмотрения особенностей формирования загрязнения в городах региона, а также анализа возможностей существующих систем наблюдений в плане решения задач социально-экономического развития региона.

Обеспечение качества непрерывных измерений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и поверхностных водах реализуется выбором автоматических датчиков мониторинга, характеристики которых соответствуют требованиям нормативных документов по мониторинг загрязнения окружающей среды (МЗА), и имеющих подтвержденный положительный опыт эксплуатации [14]. Автоматические газоанализаторы, внедряемые в практику работы ГНС, основываются преимущественно на стандартизованных (референтных) методах измерений и имеют положительное заключение ФГБУ «ГГО» на соответствие техническим, метрологическим и эксплуатационным требованиям нормативных документов в области МЗА. При выборе автоматического газоанализатора руководствуются общими требованиями к автоматическим газоанализаторам:

1) необходимая чувствительность в зависимости от вредности определяемого вещества: прибор должен обнаруживать присутствие вещества в концентрациях, составляющих примерно 10% ПДК<sub>СС</sub>, желательно, чтобы прибор мог переключаться, по-возможности, автоматически, на более высокие концентрации;

2) воспроизводимость и точность показаний прибора, как правило, считаются удовлетворительными, если стандартное отклонение этих характеристик не превышает  $\pm 25\%$ ; фирмы изготовители приборов обычно

гарантируют высокую воспроизводимость результатов (в большинстве случаев порядка 1–2% от выбранного интервала измерения), однако в связи с возможностью возникновения систематической погрешности этот показатель не должен соответствовать точности;

3) широкая избирательность и специфичность, иначе говоря, незначительная побочная чувствительность к определенным загрязняющим воздух веществам;

4) определение практически всего количества загрязняющего вещества, содержащегося в пробе; по-возможности, минимальные потери этого вещества в подводящих трубках и при абсорбции;

5) постоянство точки нуля и независимость от колебаний температуры, влажности воздуха и содержания углекислого газа;

6) минимальный объем операций по техническому обслуживанию прибора, связанных с его очисткой (от пузырьков воздуха, грязи, продуктов коррозии, микроскопических водорослей) и заполнением реактивом;

7) простота энергоснабжения, в том числе вне пределов населенных пунктов;

8) возможность настройки на требуемое время срабатывания (непрерывные показания или выдача средних значений за получасовой период).

В таблице 3 представлены требования к основным метрологическим характеристикам автоматических газоанализаторов.

Таблица 3 – Метрологические характеристики автоматических газоанализаторов загрязняющих веществ и их санитарно-гигиенические нормативы

Загрязняющее вещество	ПДК <sub>мр</sub> /ПДК <sub>сс</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Метрологические характеристики		
		Абсолютная погрешность в нулевой точке, мг/м <sup>3</sup>	Нижняя граница аттестованного диапазона, мг/м <sup>3</sup>	Верхняя граница аттестованного диапазона, мг/м <sup>3</sup>
Оксид азота	0,400/0,060	0,020	0,060	4,00
Диоксид азота	0,200/0,040	0,010	0,040	2,00
Диоксид серы	0,500/0,050	0,010	0,050	5,00
Оксид углерода	5,000/3,000	0,700	3,000	50,00
Озон	0,160/0,050	0,010	0,050	2,00
Сероводород	0,008/-	0,002	0,006	0,10
Аммиак	0,200/0,040	0,010	0,040	2,00
Формальдегид	0,035/0,003	0,001	0,003	0,40
Хлористый водород	0,200/-	0,050	0,150	2,00
Хлор	0,100/0,030	0,010	0,030	1,00
Фтористый водород	0,002/0,005	0,001	0,005	0,02
Фенол	0,010/0,003	0,001	0,003	0,10
Бензол	1,500/0,100	0,025	0,080	15,00
Толуол	0,600/-	0,150	0,500	6,00
Ксилолы	0,200/-	0,050	0,150	2,00

Измерения на соответствующих пространственных и временных шкалах – ключ к пониманию и мониторингу сред со сложными и сильно переменными источниками эмиссии, таких как жилые районы. Однако стоимость и сложность традиционных методов измерения качества воздуха означает, в общем, крайне низкую плотность измерительных сетей. В настоящее время широкое распространение получают малогабаритные автоматические газоанализаторы атмосферного воздуха на базе электрохимических и полупроводниковых сенсоров. Они могут быть использованы на существующих стационарных постах наблюдения, расположенных как в жилой, так и в санитарно-защитной зоне, и (или) в виде малогабаритных станций, расположенных в тех же зонах с достаточной плотностью. На стационарных постах могут быть использованы любые автоматические газоанализаторы и анализаторы пыли с требуемым диапазоном измерений и зарегистрированные как средства измерения.

Можно утверждать, что миниатюрные и дешёвые электрохимические газовые сенсоры, традиционно используемые для определения примесей в концентрациях миллионных долей (ppm), должным образом сконфигурированные и используемые, могут использоваться для определения газов определяющих качество городского воздуха в концентрациях миллиардных долей (ppb). Кластеры сенсоров, в данном случае состоящие из множества отдельных электрохимических сенсоров, могут быть недороги и высокомобильны, что позволяет ввести в действие масштабируемые сенсорные сети по анализу воздуха в правильных пространственных и временных масштабах – как в стационарной, так и в мобильной конфигурациях.

### **Выводы по главе 3**

К перспективам развития систем автоматизированного мониторинга следует отнести: предотвращение совокупного превышения уровня

загрязнения от нескольких источников; фокусировка усилий на проблемных объектах, экономия бюджета проверок; повышение эффективности работы инспекторского состава; повышение прозрачности КНД и объективности мониторинга, оперативность и однозначность принятых решений; дистанционная коммуникация снижает издержки как КНО, так и бизнеса; проективное управление рисками: предотвращение ущерба за счет превентивного анализа; снижение ущерба охраняемым законом ценностям: используются автоматические системы реагирования

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе требований Российского законодательства в области государственного экологического мониторинга было предложено положение о территориальной системе (сети) наблюдений за состоянием атмосферного воздуха как составной части государственной системы (сети) наблюдений за состоянием окружающей среды.

2. Для оценки особенностей формирования загрязнения в городе Челябинск проведен анализ природно-климатических характеристик районов расположения данного города и основных источников загрязнения.

3. Проведен анализ действующей в настоящее время государственной системы наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на территории г. Челябинска (в составе стационарных пунктов наблюдений Росгидромета и территориальной сети наблюдений), а также информации о действующих системах производственного экологического мониторинга предприятий этих городов.

4. На основе анализа природно-климатических характеристик, расположения и мощности основных источников выбросов и существующих систем наблюдения были разработаны предложения по развитию территориальной систем наблюдений, включая предложения по количеству и местам расположения мобильных пунктов наблюдений.

5. Проведен анализ состояния атмосферного воздуха в городах Челябинске. Несмотря на то, что в Челябинске за последние пять лет показатели загрязнения снизились более чем в 2 раза, уровень загрязнения характеризуется в 2022 году как высокий. Поэтому требуются меры по дальнейшему снижению выбросов.

6. Анализ предоставленных данных показал, что в настоящее время, они не могут быть эффективно использованы ни для оценки воздействия предприятий, ни для получения более полной пространственной картины

загрязнения городов. Необходимо на территориальном уровне разработать требования к представляемой предприятиями информации, включающей результаты измерений, сведения о месте и времени отбора проб, метеоусловиях, методах измерений, а также данные о выбросах, привязанных к периоду наблюдений и другая информация, позволяющая интегрировать данные измерений, моделирования и выбросов.

7. Предложен проект единой информационной системы на территории Челябинской области для обеспечения согласованного информационного взаимодействия государственной, территориальной и локальной систем (сетей) наблюдений за качеством атмосферного воздуха.

8. Разработан проект на создание центра сбора и обработки данных систем (сетей) наблюдений за качеством поверхностных вод в Челябинской области. Территориальный информационно-аналитический центр (ТИАЦ) является организационно-технологическим центром единой информационной системы и участвует в обеспечении информационной поддержки деятельности органов государственной власти и управления на территории Челябинской области. ТИАЦ собирает, обрабатывает и передает информацию, обеспечивающую выработку решений на основе автоматизации информационных процессов в сфере мониторинга химического загрязнения атмосферы на территории Челябинской области.

9. Разработаны основные технические требования к автоматическим станциям контроля загрязнения атмосферы и поверхностных вод, передвижным экологическим лабораториям, пунктам наблюдений на базе автоматических датчиков (приборов) контроля, включающие методы, погрешности и диапазоны измерений.

10. Представлены предложения по закупкам мобильных и стационарных пунктов наблюдения, включающие состав оборудования.

11. Проведен анализ возможности использования малогабаритных автоматических станций для контроля загрязнения атмосферного воздуха и

поверхностных вод. Основное преимущество этих станций – низкие финансовые затраты на их создание и эксплуатацию. Однако, в настоящее время они не могут обеспечить необходимого качества измерений и могут быть использованы только как сигнальные системы для реагирования на резкие изменения экологической ситуации.

12. Представлены предложения поэтапного создания территориальной системы (сети) наблюдений за состоянием окружающей среды на территории Челябинской области.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. РД 52.18.717-2009 Методика расчёта рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере при аварийных выбросах. – Обнинск: ООО "Принт-Сервис", 2009. – 113 с.
2. ОГКУ "Центр экологического мониторинга Челябинской области" [Электронный ресурс]. Министерство экологии Челябинской области [сайт]. – URL: <http://www.mineco174.ru/htmlpages/Show/overview/subordinate/OGKUCentrekologicheskogomonit>
3. Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 29 июля 2017 года) – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/)
4. ГОСТ Р 56062-2014 Производственный экологический контроль. Общие положения – М.: Стандартинформ, 2014. – 5 с.
5. ГОСТ Р 56059-2014 Производственный экологический мониторинг. Общие положения – М.: Стандартинформ, 2014. – 9 с.
6. Положение о государственном мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 6 июня 2013 года № 477) (с изменениями на 10 июля 2014 года) – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_147245/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_147245/)
7. Загрязняющие предприятия Челябинской области [Электронный ресурс] Журнал «Экология сегодня» [сайт]. – URL: <https://ecologynow.ru>
8. Экологическая обстановка в городе Челябинске [Электронный ресурс]. Правосознание [сайт]. – URL: <http://www.pravosoznanie.org/2327>
9. РД 52.04.667-2005 Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 52 с.

10. Природоохранная деятельность [Электронный ресурс]. Магнитогорский металлургический комбинат [сайт]. – URL:[http://mmk.ru/about/responsibility/ecology/environmental\\_activities/](http://mmk.ru/about/responsibility/ecology/environmental_activities/)
11. ГОСТ 17.2.3.01-86 Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. – М.: Стандартиформ, 2005. – 4 с.
12. Р 52.04.714–2008 Методика расчета показателя выполнения нормативных объёмов работ по мониторингу загрязнения атмосферы городов. –СПб, 2008. – 18 с.
13. Челябинск сегодня [Электронный ресурс]. Администрация города Челябинска. Официальный сайт [сайт]. – URL:<https://www.cheladmin.ru/ru/gorod-chelyabinsk/chelyabinsk-segodnya>
14. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 273 от 06.06.2017 Методы расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. – URL:[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_222765/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_222765/)
15. РД 52.04.567-2003 Положение о государственной наблюдательной сети. – С.-П.: ЦНИТ «АСТЕРИОН», 2009. – 7 с.
16. РД 52.04.840-2015 Применение результатов мониторинга качества атмосферного воздуха, полученных с помощью методов непрерывных измерений. – С.П.: «Моби Дик», 2016. – 49 с.
17. Монитор загрязнения воздуха АРМ-6, ComdeDerendaGmbH [Электронный ресурс]. – URL:<https://comde-derenda.ru/>
18. НПО ПРИБОР ГАНК [Электронный ресурс]. – URL:<https://www.gank4.ru/>
19. Форум по промышленной экологии [Электронный ресурс]. – URL:<https://docplayer.ru/29010626-Sistema-neprreryvnogo-monitoringa-promyshlennyh-vybrosov-cems-2000.html>