

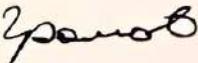


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему: «Методы определения содержания формальдегида в  
атмосферном воздухе»

**Исполнитель** Громов Василий Александрович   
(фамилия, имя, отчество, подпись)

**Руководитель** Алексеев Денис Константинович, к. г. н.  
(фамилия, имя, отчество, ученая степень, подпись)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

  
(подпись)  
К.Г.Н. доцент  
(ученая степень, ученое звание)  
Алексеев Денис Константинович  
(фамилия, имя, отчество)

«11» 06 2025 г.

Санкт-Петербург  
2025

## Содержание

Введение .....	3
Глава 1. Формальдегид, описание, свойства, получение, использование, влияние на здоровье человека. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Формальдегид, описание .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Физико-химические свойства формальдегида.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Получение формальдегида в промышленности и его использование .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Влияние формальдегида на здоровье человека	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Глава 2. Источники и факторы образования формальдегида ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Источники атмосферного формальдегида.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Природные источники формальдегида.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Антропогенные источники формальдегида .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Глава 3. Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы формальдегидом .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Правила организации наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы формальдегидом .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Классификация источников выбросов загрязнений .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3. Размещение и количество ПНЗ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Программа работ ПНЗ в городах и сроки наблюдений .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Глава 4. Методы определения содержания формальдегида в атмосфере ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1 Методы, используемые на сети Росгидромета.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1 РД 52.04.823-2015 «Массовая концентрация формальдегида в пробах атмосферного воздуха. Методика измерений фотометрическим методом с ацетиацетоном» ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2 РД 52.04.824-2015 «Массовая концентрация формальдегида в пробах атмосферного воздуха. Методика измерений фотометрическим методом с фенилгидразином» ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3 Сравнительный анализ РД 52.04.823-2015 и РД 52.04.824-2015	

.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Влияние условий хранения проб воздуха при определении содержания формальдегида .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Заключение .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Список используемой литературы .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Приложение .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Приложение А.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Приложение Б .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Приложение В.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Введение

Загрязнение атмосферного воздуха считается одним из наиболее значимых экологических факторов, негативно влияющих на здоровье человека. По информации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно загрязнённый воздух становится причиной преждевременной смерти примерно 7 миллионов человек по всему миру. Основная доля этих случаев связана с поражением дыхательной и сердечно-сосудистой систем, что приводит к развитию хронической обструктивной болезни лёгких, инфекционным заболеваниям органов дыхания (включая пневмонию), инсультам, патологиям сердца и различным видам онкологических заболеваний. В более чем в 50 государствах мира реализуются программы по регулярному мониторингу состояния атмосферного воздуха и внедряются меры, направленные на снижение уровня загрязнения [29].

Одним из наиболее опасных загрязнителей атмосферы признан формальдегид. Его основные источники — это не только процессы фотохимического происхождения, но и выбросы автотранспорта, а также другие виды антропогенной деятельности. Важность контроля содержания формальдегида в воздухе обусловлена необходимостью совершенствования методов наблюдения за особо опасными веществами с целью минимизации их вредного воздействия на здоровье населения. Формальдегид — наиболее распространённое в атмосфере газообразное карбонильное соединение, представляющее собой бесцветный и сильно пахнущий газ, при нормальных условиях растворимый в воде. Формальдегид является очень токсичным соединением и классифицируется как человеческий канцероген (вещество, вызывающее онкологические заболевания). При длительном контакте с газом возможно развитие аллергических реакций, нарушения функционирования внутренних органов, повышение риска образования злокачественных опухолей и негативное влияние на репродуктивную систему человека. В то же время,

длительный контакт кожи с раствором формальдегида может вызвать её раздражение и сенсибилизацию, приводящую к появлению покраснения в местах контакта, сыпь и экземы [23].

Актуальность рассматриваемой темы также обусловлена тем, что в последние годы в российских городах отмечается тенденция к увеличению среднегодовых показателей содержания формальдегида в атмосферном воздухе. Данные, полученные в ходе мониторинга концентраций этого вещества, а также выявление зон с повышенным уровнем загрязнения, становятся основой для принятия государственных мер по контролю и регулированию источников выбросов опасных соединений.

В связи с этим, целью выпускной квалификационной работы является анализ существующих методов определения содержания формальдегида в воздухе.

Задачи, необходимые для достижения поставленной цели:

1. описать основные свойства формальдегида как химического вещества и загрязнителя атмосферы;
2. рассмотреть различные источники поступления формальдегида в атмосферу;
3. разобрать работу наблюдательных постов на сети Росгидромета;
4. провести сравнительный анализ существующих методик по отбору проб атмосферного воздуха на содержание в них формальдегида;
5. исследовать необходимость соблюдения правил хранения проб воздуха при их отборе и анализе.

Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе является формальдегид в атмосферном воздухе, его концентрации и факторы, влияющие на содержание формальдегида в пробах атмосферного воздуха. Предметом исследования является РД 52.04.823-2015 «Массовая концентрация формальдегида в пробах атмосферного воздуха. Методика измерений фотометрическим методом с ацетилацетоном».

В качестве основного метода исследования использован анализ результатов измерений концентрации формальдегида в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга, проведенных на основе проб, отобранных в июне 2024 года и марта 2025 года.

Структура работы: выпускная квалификационная работа состоит из введения, четырёх глав, разделённых на подглавы, заключения, списка использованной литературы и приложения.

В первой главе рассматриваются определение и физико-химические характеристики формальдегида, его способы получения в промышленности и влияние на здоровье человека.

Во второй главе рассматриваются источники загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом, а также их классификация.

В третьей главе описывается устройство и работы сети наблюдательных пунктов за загрязнением атмосферного воздуха Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и перечень наблюдаемых загрязнителей.

В четвёртой главе представлены результаты эксперимента по определению содержания формальдегида в пробах атмосферного воздуха Санкт-Петербурга, установленные по РД 52.04.823-2015, а также анализ влияния условий хранения проб воздуха на установленное в ней количество формальдегида.

В заключение дипломной работы приведены основные выводы по результатам поведённых исследований.