

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет	Кафедра
Машиностроения и транспорта	Техносферная безопасность
Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Профиль	Инженерная защита окружающей среды

ЗАДАНИЕ НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ
на тему
Прогнозирование последствий аварии на гальваническом участке
машиностроительного предприятия

Студент	Сидоренко Михаил Владимирович
Группа	15 М31
Руководитель ВКР	к.т.н., доцент кафедры ТБ Безбородова О. Е.
Время работы над ВКР	27.05.2019 г. - 07.07.2019 г.
Тема утверждена приказом ПГУ № 995/о от 02.11. 2018 г.	

1 Задание на ВКР:

сделать прогноз последствий аварии на гальваническом участке машиностроительного предприятия, использующим аммиак и хлор

2 Исходные данные:

Анализируемые технологические процессы: хранение и использование химических веществ (аммиак, хлор)

Безопасность жизнедеятельности: Обеспечение безопасных условий труда на участке гальванического производства

Экономика: Расчет предотвращенного экономического ущерба от загрязнения атмосферы

3 Объем и содержание основной части ВКР:

3.1 Пояснительная записка (перечень вопросов, подлежащих разработке, расчетов,

обоснований, описаний): Идентификация гальванического участка машиностроительного предприятия как опасного производственного объекта; прогнозирование последствий аварии с разливом АХОВ (аммиак, хлор) с применением программного комплекса «Студия анализа риска 2011»; анализ результатов прогнозирования.

Обеспечение безопасных условий труда на участке гальванического производства.

Расчет предотвращенного экономического ущерба от загрязнения атмосферы.

3.2 Графическая часть ВКР (обобщенный перечень и содержание чертежей, плакатов)

Лист 1: Карта-схема машиностроительного предприятия

Лист 2: Блок-схема структуры машиностроительного предприятия

Лист 3: План-схема участка гальваники машиностроительного предприятия

Лист 4: Блок-схема анализируемого технологического процесса

Лист 5, 6: Результаты прогнозирования последствий аварии с разливом аммиака, хлора для различных периодов года

4 Консультанты и содержание дополнительных разделов

4.1 По безопасности жизнедеятельности:

Обеспечение безопасных условий труда на участке гальванического производства

Консультант _____ В. В. Костиневич

4.2 По экономике:

Расчет предотвращенного экономического ущерба от загрязнения атмосферы

Консультант _____ О. Е. Безбородова

5 Календарный график по выполнению ВКР

Наименование этапов работы	Объем работы, %	Срок выполнения	Подпись руководителя, консультанта
1. Анализ предметной области, формулировка задач исследования	10%	27.05.2019 – 29.05.2019	Безбородова О.Е.
2. Теоретическая часть	30%	30.05.2019 – 03.06.2019	Безбородова О.Е.
3. Расчетная часть	30%	04.06.2019 – 11.06.2019	Безбородова О.Е.
4. Безопасность жизнедеятельности	10%	5.06.2019 – 12.06.2019	Костиневич В.В.
5. Экономика	10%	5.06.2019 – 12.06.2019	Безбородова О.Е.
6. Оформление ПЗ и графической части ВКР	10%	12.05.2019 – 13.06.2019	Николаева С.Н.

Дата выдачи задания: «____» _____ 2019г.

Руководитель ВКР _____ Безбородова О.Е.

Задание к исполнению принял _____ Сидоренко М. В.

Бакалаврскую работу к защите допустить

Декан факультета _____ С. Ю. Киреев « ____ » ----- 2019г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет»**

Факультет

Кафедра

Машиностроения и транспорта

Техносферная безопасность

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль

Инженерная защита окружающей среды

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему

**Прогнозирование последствий аварии на гальваническом участке
машиностроительного предприятия**

Студент

(подпись, дата)

Сидоренко Михаил
Владимирович

Руководитель

(подпись, дата)

Безбородова О.Е.

Консультанты:

по БЖД

(подпись, дата)

Костиневич В.В.

по экономике

(подпись, дата)

Безбородова О.Е.

Нормоконтролёр

(подпись, дата)

Николаева С.Н.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № _____)

Заведующий кафедрой

(подпись, дата)

Вершинин Н.Н.

Работа защищена с отметкой _____ (протокол заседания ГЭК от _____ № _____)

Секретарь ГЭК

(подпись)

Камардина Н.В..

Пенза, 2019г.

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа выполнена на тему «Прогнозирование последствий аварии на гальваническом участке машиностроительного предприятия»

Пояснительная записка – 72 страниц, 12 рисунков, 15 таблиц, 26 источников.

Графический материал представлен на 6 чертежах формата А4.

Карта-схема предприятия, блок-схема предприятия, гальванический участок, блок-схема технологического процесса нанесения металлопокрытия, «Анализ риска 2011», авария,

Цель работы – спрогнозировать последствия аварии на опасном производственном объекте с разливом аммиака и хлора.

В работе представлены:

- технологический процесс основного производства;

Разработан раздел экономики последствий аварии.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА И СКЛАДА ХРАНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ КАК ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА.....	14
1.1 Классификация опасных производственных объектов.....	15
1.2 Описание анализируемого предприятия и участка.....	18
1.3 Описание технологического процесса.....	23
2 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ С РАЗЛИВОМ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ.....	29
2.1 Общие сведения о процессе прогнозирования последствий аварии на опасных производственных объектах и сферах его применения.....	29
2.2 Методика прогнозирования масштабов аварии с разливом химических веществ.....	35
2.3 Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте.....	42
2.3.1 Исходные данные для расчета и характеристики АХОВ.....	42
2.3.2 Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем аммиак и хлор для холодного периода года.....	48
2.3.3 Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем аммиак и хлор для переходного периода года.....	51
2.3.4. Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем аммиак и хлор для теплого периода года.....	54
2.4 Анализ результатов прогнозирования.....	57
3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА НА УЧАСТКЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	62

4 РАСЧЁТ ПРЕДОТВРАЩЁННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ	75

Приложение А. Графическая часть работы

Приложение Б. Данные для расчета прогнозирования последствий аварии с разливом химических веществ

Перечень графического материала:

Лист 1. Карта-схема предприятия

Лист 2. блок-схема предприятия

Лист 3. карта-схема гальванического участка

Лист 4. блок-схема технологического процесса нанесения металлопокрытия

Лист 5. результаты для (холодного, переходного, теплого) периода времени года при использовании программы «Анализ риска 2011»

Лист 6. Результаты для (холодного, переходного, теплого) периода времени года при использовании программы «Анализ риска 2011»

ВВЕДЕНИЕ

Авария на опасном производственном объекте (ОПО) вызывает большой интерес для исследования, так как происходит она не часто, но последствия аварии приносят массу неприятностей. Для предотвращения подобных случаев используют методы прогнозирования.

Принцип прогнозирования, заключается в изучении процесса возникновения аварий и исследовании результатов последствий аварий на окружающую среду (ОС). Основываясь на полученных результатах, проводится подробный план действий, для обеспечения безопасности ОС.

Примером аварии на ОПО может послужить история, произошедшая в городе Тулуза, Франция. В 10 часов 15 минут 21 сентября 2001 г. на химкомбинате AZF в результате разгерметизации емкостей с селитрой и хлорсодержащим веществом, которые, впоследствии, вступили между собой в химическую реакцию, произошел взрыв. В момент взрыва в помещении, где находились взрывоопасные вещества, было 21 человек, все они являлись рабочими, из которых никто не уцелел. В момент взрыва 10 человек, которые находились в непосредственной близости от цеха, также скончались. Пострадало около 14000 человек. На комбинате находилось 300 тонн нитрита аммония. Причина взрыва не грамотное расположение химических веществ при хранении и транспортировки [24].

Произошедший инцидент вызвал большой резонанс в обществе, люди стали понимать, что не существует идеальной защитой от аварии на ОПО.

На территории РФ находится более 3 тысяч объектов, которые в случае аварии могут нанести не поправимый ущерб ОС. Из них более 2 тысяч объектов относятся к химически опасным.

Для защиты ОС от воздействия человека, в РФ был принят федеральный закон об охране ОС [1].

Для определения химически опасного производства, существует

федеральный законопроект, действующий на территории РФ для промышленной безопасности опасных производственных объектов [2].

Выше указанные федеральные законы позволяют определить, насколько опасны производственные объекты, какие требования предъявляют для обеспечения безопасной работы на производственном объекте и как не допустить возникновение возможной аварийной ситуации.

Ежегодно по всему миру увеличивается количество предприятий в связи с чем увеличивается возможность возникновения аварийной ситуации. Тому могут быть причины: возможные террористические акты, военные конфликты, природные катастрофы и другие. В связи с чем для безопасности человека и ОС, будет актуален вопрос прогнозирования последствия аварии, так как в случае возникновения аварии будет нанесен ущерб ОС и обществу.

Для того чтобы взглянуть в будущее состояние процесса или явления, необходимы человеческие усилия в прогнозировании, в результате которого получаем как качественный, так и количественный анализ процессов.

Важным элементом в прогнозировании, является информация об исследуемом объекте, раскрывающая его поведение в прошлом и настоящем, а также закономерности этого поведения. При использовании данных о исследуемом объекте, можно выявить те или иные методы определения состояния объекта в будущем.

Прогнозирование последствий аварий на ОПО дает возможность подсчитать экономический, экологический и социальный ущерб от аварии. Для четкого и правильного подсчета необходимо знать, а также соблюдать конкретные действия. Не стоит недооценивать любые возможные опасности аварий как говорил Пауль Самуэльсон: «Наиболее существенная ошибка в прогнозах – не осознавать, насколько велики вероятности событий, не принятых во внимание» [13]. Не стоит забывать, что даже самые высокоуровневые профессионалы не застрахованы от ошибочных выводов, просчеты иногда существенны. Разумеется, необходимо брать во внимание только разумные риски.

За годы изучения прогнозирования последствий аварии, выявили несколько методов, которые учитывают разные аспекты жизнедеятельности. Ученые изобрели довольно большее количество прогнозов как пассивного (преследующие изменение грядущие), так и активного (построение своих усилий, для воздействия на события). Все выше перечисленные прогнозы необходимы для обеспечения развития в положительном для общества направлении.

В настоящий момент существуют производства с нулевым риском, в основном его используют на особо опасных предприятиях.

Термин «фактор нулевого риска» основывается на создании цепочки защиты, то есть при аварийной ситуации на ОПО следует первая стадия защиты, если в результате авария не была устранена, включается вторая и так далее, в зависимости от количества систем защиты. Большинство ученых скептически относятся к подобным ОПО, так как невозможно просчитать все исходы событий, но на данный момент не существует более надежного способа решения проблемы.

Благодаря знаниям, полученные в результате исследований аварий, можно построить план действий при аварийной ситуации на производстве. Которые помогут спасти сотни жизней и сохранить в целостности ОС.

В большинстве аварии возникают не от неисправности механизмов производственного процесса, а от человеческого фактора, одного человека или группы людей, которые не соблюдали правила и пренебрегали техникой безопасности.

Введение более современной техники и научных технологий помогло исключить ручную обработку некоторых опасных технологических операций, и удалось значительно обезопасить и облегчить характер работы сотрудников на гальваническом участке ОПО. Однако полностью исключить нахождение сотрудников в опасной зоне производственного процесса не удастся [17].

Чаще всего население получает урон от следующих аварийных химически опасных веществ (АХОВ): аммиак, азотная, соляная, серная,

синильная кислоты, сернистый ангидрид, бензол, сероуглерод, треххлористый фосфор, тетраэтилсвинец, хлорпикрин, хлор, фосген, хлористый водород.

Аварийные ситуации с выбросом АХОВ можно разделить на три группы:

- аварии на площадках производства;
- аварии на складах хранения;
- аварии при транспортировке.

Наиболее опасна ситуация при возникновении аварии на складах хранения на которых сконцентрированы основные запасы АХОВ. На этих объектах размещаются зачастую до несколько тысяч тонн АХОВ и часто они расположены в опасной близости с населенными пунктами.

Выбросы АХОВ: аммиака, углерода, сернистого ангидрида, хлористого водорода, хлора, фосгена, приводили к летальным исходам большого количества людей.

К наиболее опасным АХОВ, которые требуют обеспечение необходимой защиты, можно отнести: хлор, фосген, аммиак, фтористый водород, сероводород, сероуглерод.

Все эти АХОВ вещества при аварии на ОПО нанесут сокрушительный урон ОС и обществу, именно поэтому, стоит обратить внимание на прогнозирование возможной аварии [18].

1 ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА И СКЛАДА ХРАНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ КАК ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА

1.1 Классификация опасных производственных объектов

В настоящее время классификация опасных производственных объектов ОПО определяется федеральным законом [2].

Опасность производственного объекта устанавливается в зависимости от количества находимой на предприятии веществ, в соответствии с таблицей 1

На исследуемом предприятии находится обрабатывающий цех, на котором находится цех электрохимического воздействия (гальваническое производство), который относится к ОПО согласно федеральному закону [2].

Так как химические элементы, которые находятся на территории ОПО относятся к токсичным веществам, это те вещества при воздействии которых могут привести к смерти организма.

Складируются опасные вещества следующих видов:

а) вещества окислительного действия – это вещества способные вызвать воспламенение или поддерживающие горение других веществ в результате окислительно-восстановительной реакции

б) вещества токсичного действия - вещества, которые при влиянии на живые организмы способны оказывать негативное влияние, а также приводить к гибели.

в) вещества обладающие высокой токсичностью-вещества, которые могут приводить к гибели живых организмов при воздействии на них, имеют следующие характеристики:

– смертельная средняя доза для человека в желудок 16 миллиграмм на килограмм;

– смертельная средняя доза для человека при попадании на кожу 48 миллиграмм на килограмм;

– смертельная средняя концентрация находящаяся в воздухе 0,6 миллиграмм на килограмм;

г) вещества, представляющие опасность для окружающей среды - вещества, характеризуются в водной среде показателями высокой токсичности:

– смертельная средняя доза ингаляционным воздействием на рыбу не более 5 миллиграмм на килограмм в течении 48 часов;

– среднее количество яда, вызывающая определённый эффект при воздействии на микроорганизмы находящиеся в водоёме в течение 24 часов, не более 5 миллиграмм на килограмм;

– средняя концентрация при воздействии на растения находящиеся в водоёме в течение 24 часов не более 3 миллиграмм на килограмм;

2)применяется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,07 мегапаскаль:

В процессе работы цеха используются опасные для жизнедеятельности человека вещества. В данной работе будут рассмотрены только одна технологическая площадка [15].

На «Материальном складе» находятся совместно химические вещества такие как аммиак и хлор. По степени воздействия на организм, аммиак относится к 4 классу опасности, а хлор ко 2 классу опасности.

Производство содержит на своих складах 100 тонн аммиака находящегося под давлением. Данное количество опасного вещества, находящегося на предприятии и относится к III классу ОПО исходя из таблицы1.

Таблица 1 – Класс опасности вещества в зависимости от находящегося на производстве количества вещества.

Наименование аварийно химически опасного вещества	Масса аварийно химически опасного вещества, т			
	Вещество I класса опасности	Вещество II класса опасности	Вещество III класса опасности	Вещество IV класса опасности
Аммиак	5000 и выше	500 и выше, но меньше 5000	50 и выше, но меньше 500	15 и выше, но меньше 50
Хлор	260 и выше	27 и выше, но меньше 250	2,4 и выше, но меньше 25	0,4 и выше, но меньше 2,5

Так как к III классу опасности относятся ОПО которые имеют на своих территориях от 50 и более, но менее 500 тонн вещества.

Хранение аммиака в соответствии с федеральным законом [2]. Относится к токсичной категории веществ способных при воздействии на живой организм привести к гибели и имеет следующую характеристику;

- средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 миллиграмм на килограмм до 200 миллиграмм на килограмм включительно;
- средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 миллиграмм/килограмм до 400 миллиграмм на килограмм включительно;
- средняя смертельная концентрация в воздухе от 05, миллиграмм на килограмм до 2 миллиграмм на килограмм включительно;

Данный тип ОПО обязуется минимальная страховая сумма в размере 1 тысячи минимального размера оплаты труда (МРОТ).

Производство содержит на своих складах 150 тонн хлора находящегося под давлением. Данное количество опасного вещества, находящегося на предприятии, относится ко II классу ОПО исходя из таблицы 1.

Так как ко II классу опасности относятся ОПО которые имеют на своих территориях от 25 и более, но менее 250 тонн вещества.

Хранение хлора в соответствии с федеральным законом [2]. Относится к токсичной категории веществ способных при воздействиях на живой

организм привести к гибели. Имеет следующую характеристику;

- средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 миллиграмм на килограмм до 200 миллиграмм на килограмм включительно;
- средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 миллиграмм на килограмм до 400 миллиграмм на килограмм включительно;
- средняя смертельная концентрация в воздухе от 05, миллиграмм на килограмм до 2 миллиграмм на килограмм включительно;

Данный тип ОПО обязуется минимальная страховая сумма в размере 10 тысяч МРОТ [15].

В соответствии с принципом поглощения более опасным типом веществ менее опасного, а также принцип независимости ОПО «Материальный склад» следует отнести ко II типу ОПО, для которых минимальная страховая сумма составляет 10 тысяч МРОТ.

1.2 Описание анализируемого предприятия и участка

В данной проектной работе используется предприятие, находящееся на территории Пензенской области. Предприятие является арматуростроительным производством, специализирующееся на изготовление трубопроводной арматуры диаметром от 5 миллиметров до 80 миллиметров и давлением до 60 мегапаскаль. Данное производство ориентируется на химическую, нефтяную и газовую промышленность, а также на атомную энергетику. Широко распространение получили в производстве холодильного и компрессорного заказов. Относительно недавно производили заказы для медицинского оборудования, а также изготовления труб и комплектующих для коммунальных сетей теплоснабжения, водоснабжения и газоснабжения.

Предприятие расположено в городе Пенза на ул. Транспортной 1. С северо-восточной и восточной сторон к территории завода примыкает река Прокоп. Ближайшие жилые дома от границы территории предприятия 150 метров. С северного направления 162 метров. С северо-восточного

направления 200 метров. С восточного направления 256 метров. С юго-восточного направления 150 метров. С южного направления 150 метров. С юго-западного направления 250 метров. С западного направления 210 метров. С северо-западного направления 220 метров.

Полигонов, хранилищ отходов, находящихся на балансе предприятия нет.

Общая площадь предприятия составляет 6,88 гектаров, из которых 3,88 гектар заняты зданиями и сооружениями, 1,9 гектар асфальтобетонными покрытиями, 0,63 гектар заняты озелененными участками остальные 0,8 гектар грунтовыми поверхностями.

– Литейное производство (ЛП).

В цехе литейного производства осуществляется литье алюминиевых и латунных деталей, механическая обработка и галтовка отлитых изделий, производство пластмассовых изделий методом прессования и методом литья под давлением с участком переработки отходов пластмассы.

– Производство цветной арматуры (ПЦА).

В цехе по производству цветной арматуры осуществляются механическая обработка деталей из латуни с охлаждением и без охлаждения инструмента, технологические(гальванические) процессы подготовки поверхности, нанесения металлопокрытий и финишной полировки деталей, заточка инструмента и сборка готовых изделий.

– Производство стальной арматуры (ПСА).

В цехе по производству стальной арматуры производится механическая обработка деталей из стали с охлаждением и без охлаждения инструмента, заточка инструмента, производство резиновых изделий методом прессования, сварка электродами в среде аргона, сварка в среде углекислого газа сварочной проволокой.

– Обрабатывающий цех.

В обрабатывающем цехе происходит обработка изделия и дальнейшее нанесения специального покрытия путем электрохимического воздействия.

Происходит покраска и последние работы по завершению изделия.

– Производство стальной специальной арматуры (ПССА).

В цехе по производству стали специальной арматуры производятся механическая обработка деталей из стали с охлаждением и без охлаждения инструмента.

– Ремонтно–энергетическое отделение.

В ремонтно–энергетическом отделении производятся механическая обработка деталей из стали с охлаждением и без охлаждения инструмента, заточка инструмента, пропитка электродвигателей, ручная электродуговая и газовая сварка.

– Складское хозяйство.

На складе хранятся материалы для предприятия, оборудованные вентиляционными системами. Данный тип склада имеет закрытый вид помещения.

– Инструментальное хозяйство.

На территории инструментального хозяйства производятся механическая обработка деталей из черного металла с охлаждением и без охлаждения инструмента, заточка инструмента, электрофизическая обработка металлов, термическая обработка деталей с закалкой в масле.

– Деревообрабатывающий участок.

На территории деревообрабатывающего участка осуществляется изготовление тары и упаковки для собственных нужд.

– Электрокарный участок.

На территории электрокарного цеха производятся зарядка аккумуляторных батарей для электрокара.

– Котельная.

Работа котельной осуществляется круглогодично на собственные нужды.

– Гараж.

В гараже размещается автотранспорт предприятия, для транспортировки

сырья и готовых изделий.

Количество рабочих дней в году составляет 247 дня. Предприятие работает круглогодично, без прерывания производства на зимний период. Работа котельной осуществляется круглогодично на собственные нужды. Предприятие имеет 79 источников выбросов, из них 64 организованных, и 15 неорганизованных. Выбросы от предприятия составляют 16,289 тонн в год, из них от стационарных источников 16,289 тонн в год, подвижных источников нет.

На рисунке 1 представлен план расположения зданий на предприятии, расшифровка нумерация зданий приведена в таблице 2.

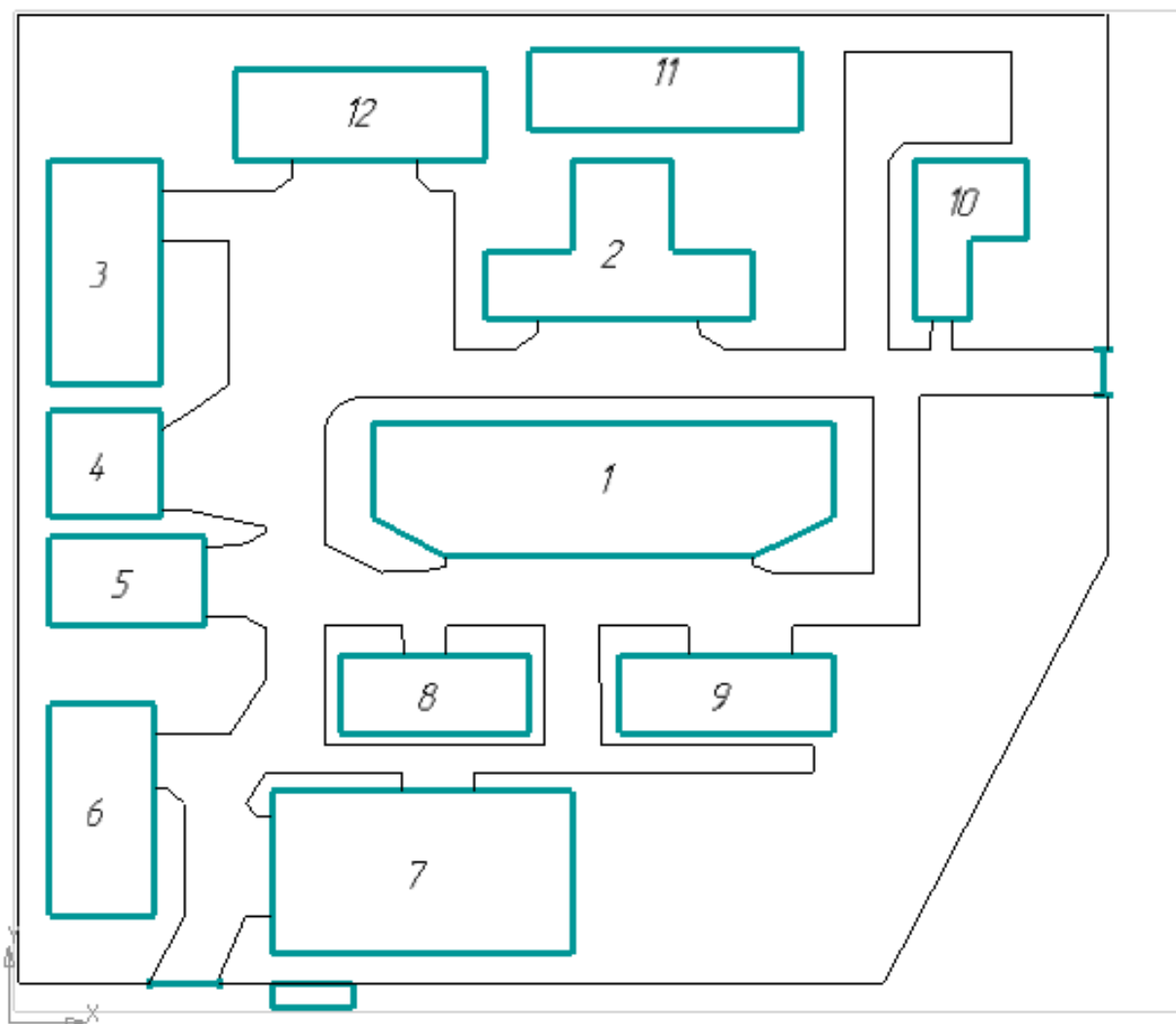


Рисунок 1 - Карта схема предприятия

Таблица 2 - Нумерация зданий расположенные на территории предприятия

Позиция	Наименование
1	Литейное производство (ЛП)
2	Производство цветной арматуры (ПЦА)
3	Производство стальной арматуры (ПСА)
4	Обрабатывающий цех
5	Производство стальной специальной арматуры (ПССА)
6	Ремонтно–энергетическое отделение
7	Складское хозяйство
8	Инструментальное хозяйство
9	Деревообрабатывающий участок
10	Электрокарный участок
11	Котельная
12	Гараж

1.3 Описание технологического процесса

Для обеспечения надежности и долговечной работе металлических изделий используются методы для придания металлической продукции защитные, защитно–декоративные и функциональные свойства. Данные детали обладают высокой эксплуатационной устойчивостью, а также позволяет восстанавливать детали, выбракованных сравнительно с малым износом, эти и другие виды обработки выполняют химические и электрохимические процессы нанесения покрытий.

Гальванические (электрохимические) покрытия нашли широкое применение при восстановлении деталей, утративших свои первоначальные качества при сравнительно малом износе.

Во время использования электрохимического покрытия применяются следующие химические вещества; цинк, медь, кадмий, никель, хром. В

машиностроении и приборостроении в основном применяют электролитическое осаждение меди, цинка, кадмия, серебра и золота в цианистых ваннах [6].

Химическим нанесением слоя осуществляют воронение, химическое оксидирование и фосфатирование.

Перед тем как наносится покрытие, производят механическую и химическую обработку поверхностного слоя деталей. При протекании электрохимических и химических реакций происходит процесс нанесения покрытий на поверхность изделия из металлического сплава. В качестве растворов и электролитов для нанесения поверхностного слоя применяются концентрированные и разбавленные растворы кислот: соляной, серной, хромовой, соляной и другие.

При электрохимическом процессе выделение загрязняющих веществ имеет разнообразие качественных и количественных составов и их агрегатное состояние. Все эти состояния зависят от применяемых при этом химических веществ и температурных режимов [14].

Первоначальной задачей необходимо определить какой металл необходимо выбрать для электрохимического покрытия детали.

Технологический процесс электрохимического нанесения покрытия включает в себя:

- 1) Электрохимическое или химическое обезжиривание.
- 2) Травление и разрыхление.
- 3) Шлифование и полировка.
- 4) Декапирование.
- 5) Нанесение покрытий.

После определения металла для детали, проходит очистка металлической поверхности от жировых загрязнений и оксидов, которые могут испортить сцепление покрытия с деталью, а также ухудшат внешний вид образца. Чаще всего изделие загрязнено смазками и оксидами, состав которого зависит от прошлого технологического процесса детали [9].

Очистка поверхности может быть, как химической, так и электрохимической. Электрохимическое обезжиривание имеет высокую эффективность и часто используется, как и в химическом обезжиривании используются те же растворы (исключение силикат натрия). В этом процессе идет выделение газа водорода и кислорода, отделяясь от поверхности происходит захват примеси, распределяя их в раствор. Электрохимическое обезжиривание происходит около 70 градусов Цельсия и плотности тока 3–6 ампер на квадратный дециметр. Временной отрезок действия катодного обезжиривания 1 минута, длительность анодного от 5 секунд до 20 секунд, сталь 4 – 5 минут. Сталь качественнее обезжиривать анодно, так как при катодном обезжиривании есть вероятность возникновения наводороживания стальной основы. Катодным обезжириванием пользуются для цветных металлов, с грядущем кратким переходом на анод [10].

Для химического обезжиривания сначала используют органические растворители – хлорированные углеводороды, но чаще всего используют тетрафторэтилен или перхлорэтилен, к которым изредка добавляют стабилизирующие присадки, этанол, парафин. При этом процессе стоит помнить, что нельзя повышать температуру выше 60 °С. На данном этапе удаляются соединения, которые не удаляются щелочью. Следующий этап, это щелочное обезжиривание. Этот процесс часто производится в растворах, который содержит соду (углекислый натрий), жидкое стекло (метасиликат натрия), натриевую щелочь (гидроксид натрия) и органические поверхностно-активные добавки. Щелочь растворяют в последнюю очередь, минимально нормированными порциями. Растворы могут быть сильнощелочными, среднещелочными и слабощелочными, это зависит от содержания гидроксида натрия. В случае использования для очистки алюминия и цинка щелочь лучше вовсе исключить либо вводить в концентрации не более 1 грамма на литр. По длительности химическое обезжиривание приходится для сталей от 5 минут до 30 минут, для цветных металлов до 5 минут, при температуре около 70 градусов Цельсия.

При обезжиривании поверхности металлического изделия, поверхность всё еще содержит оксидные и другие соединения, не удалившиеся с поверхности, поскольку, как и органические загрязнения, они имеют возможность ухудшить сцепление покрытия с поверхностью. Удаление происходит путем травления поверхностного слоя изделия в агрессивных растворах [8].

Процесс травления включает в себя удаление оксидных пленок. Зависимость от материала здесь на много выше чем при обезжиривании. Тем не менее все растворы содержат в качестве важнейших компонентов смеси кислот (азотной, серной, соляной и т.д.) или щелочь. В производстве отдают предпочтение кислым растворам, но щелочные применяются для предварительной обработки для сильно окисленных поверхностей.

Для коррозионно-стойких сталей зачастую необходимо разрыхлять слой оксида перед его снятием. Для разрыхления требуется раствор серной кислоты при 50 – 70 градусов Цельсия на 30 – 40 минут. Последующее травление возможно проводить при комнатной температуре в растворе серной и азотной кислоты с добавлением фторида натрия.

Для шлифования и полировки применяются электрохимическое полирование и цинкатную обработку.

При электрохимическом полировании используется фосфорная кислота, с добавлением хромового ангидрида и серной кислоты. Нахождение воды в растворе не должно превышать 20% от общей массы. В пределах температурного режима 60 – 70 градусов Цельсия можно проводить анодную полировку как сталь так сплавы меди и сплавы алюминия. Если правильно подобрать условия (температуры и анодной плотности тока) тогда процесс займет несколько минут и в результате мы получим гладкую поверхность с блестящей поверхностью. Анодная плотность тока варьируется от 10 до 30 ампер на квадратный дециметр для лучшего результата практичнее

регулировать не плотность тока, а напряжение на ванне. Среднее количество времени для полного прохождения процесса составляет до 10 минут [19].

При электрополировании используют алюминиевые, свинцовые или нержавеющую сталь. Сам процесс образования блестящей поверхности схож с процессом блескообразования в катодных процессах. Этому способствует при электродная пленка которая затрудняет отвод продукта растворения от поверхности анода в глубь раствора.

Последний этап перед гальваническим покрытием является декапирование, для которой необходимо удалить с поверхности металлического изделия тонкий слой окислов. Данный слой может появиться между отдельными этапами подготовки изделия. Декапирование происходит в разбавленном растворе кислот, для стали используется 3–5% серной кислоты.

На исследуемом объекте используют аммонийные растворы в состав которых входит: аммиак, сульфат аммония и сульфат меди. Процесс происходит при не высоких плотностях тока, в результате которого уменьшается выход по току, что значительно улучшает процесс меднения. Принцип улучшения качества лежит в добавлении нитрита аммония, полученные осадки распространяются равномерно по толщине, плотные и полублестящие.

Без использования специальной обработки поверхностей медные осадки имеют недостаточную адгезию, причина тому пассивирование стали раствором аммиака. Для улучшения покрытия внедряется в раствор нитрит меди. При недостаточной концентрации электролит корректируется недостающим компонентом. Производится обязательная проверка pH рабочего состава. В случае если показатели кислотности меньше заданного значения, тогда корректировку производят водным раствором аммиака или гидроокисью аммония.

Использование хлора на данном предприятии предусмотрено в

качестве обеззараживания водных ресурсов, которые используются в гальванических ваннах в процессе смывания остаточной пленки с изделия. Хлор обезвреживает органические вещества, в случае если в воде они будут находиться, качество нанесения покрытия на деталь будет существенно снижено [8].

Технологическая блок-схема предприятия и технологический процесс представлен на рисунках 2, 3.

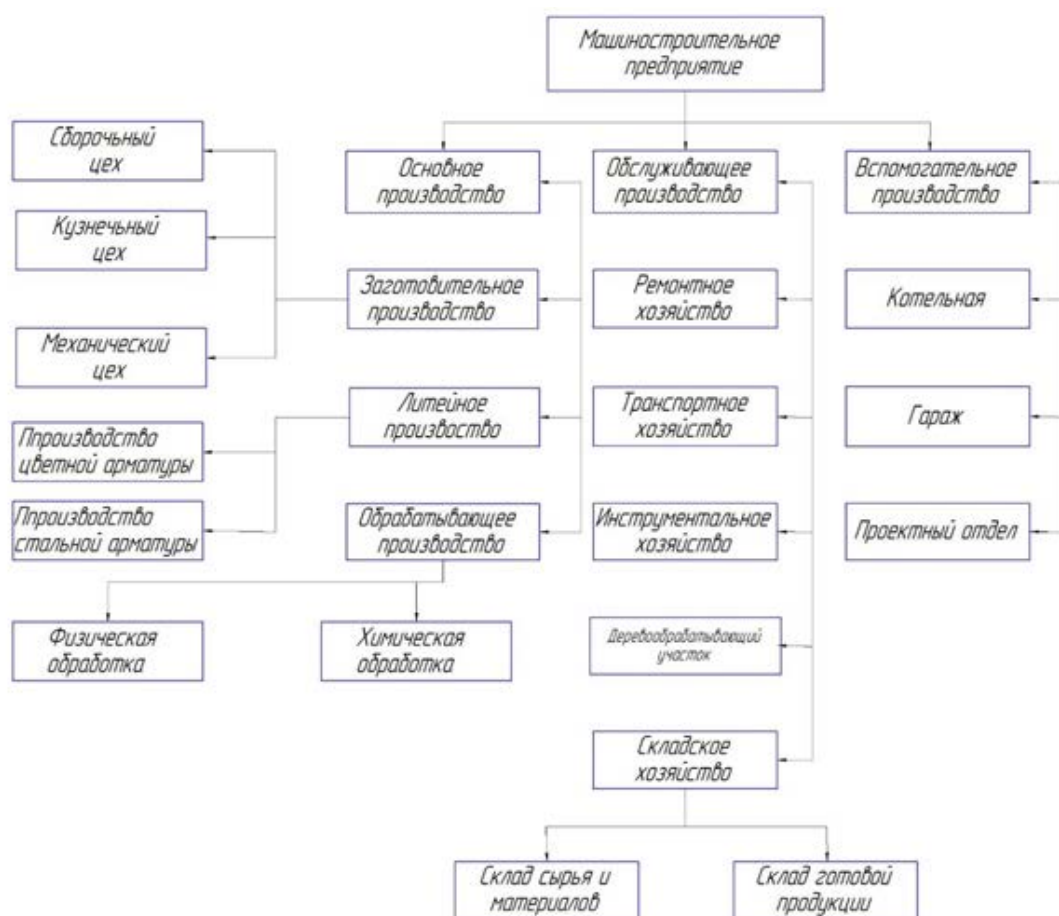


Рисунок 2 – Блок-схема предприятия и технологического процесса гальваники

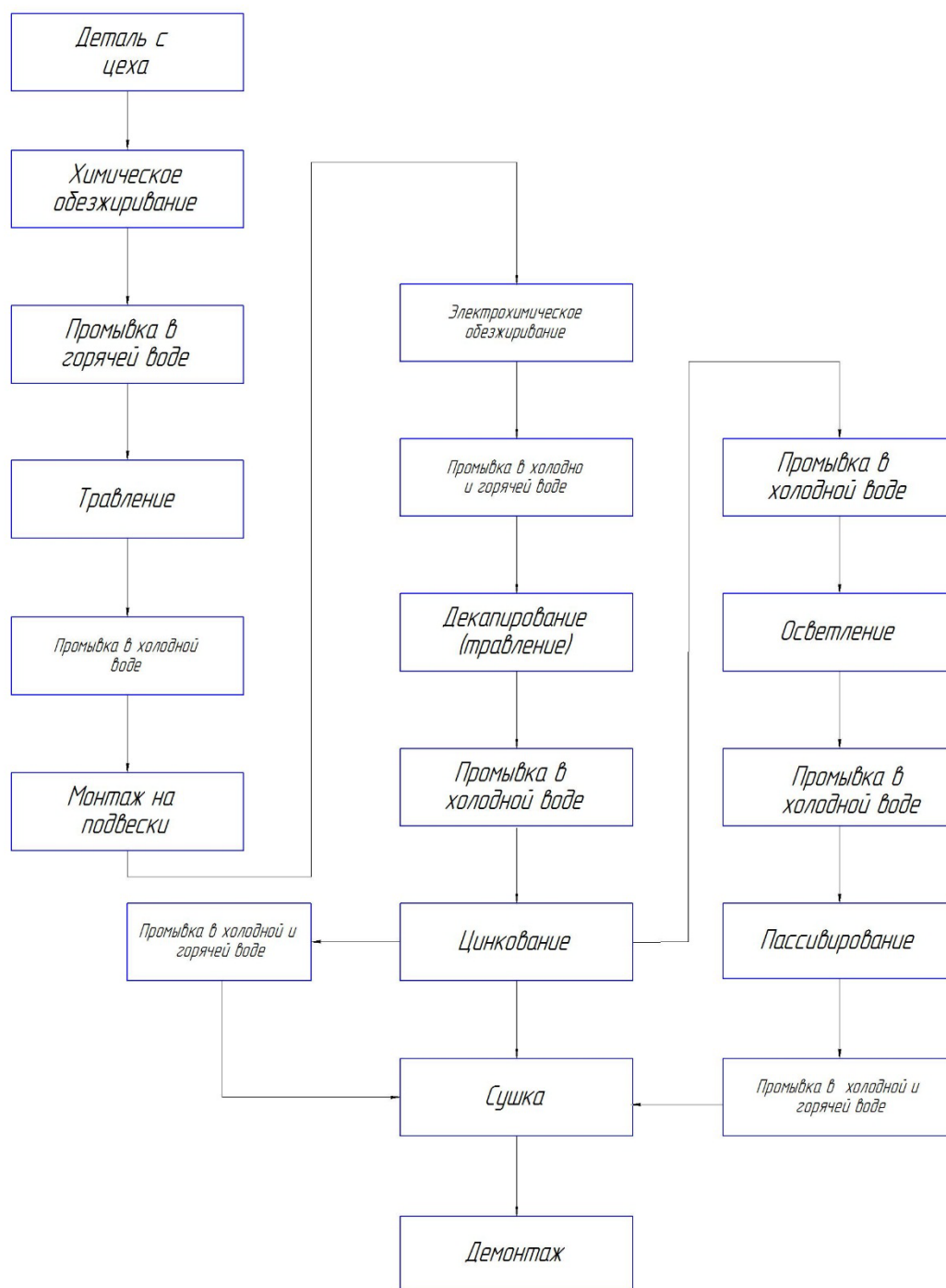


Рисунок 3 – Блок–схема технологического процесса гальваники

2 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ С РАЗЛИВОМ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

2.1 Общие сведения о процессе прогнозирования последствий аварии на опасных производственных объектах и сферах его применения

Цель прогнозирования заключается в том, чтобы определить причины, которые влияют на появление нежелательных опасных событий (аварий, автокатастроф, пожаров, разливов АХОВ, травм и другие) и разработать предупредительные мероприятия для обеспечения уменьшения вероятности их появления.

На данный момент, современное человечество еще не в состоянии прогнозировать время наступления чрезвычайной ситуации (ЧС), поэтому для обеспечения рациональных методов защиты обычно используется информация об их повторяемости на некоторых объектах. Для проведения прогноза или оценки повторяемости опасности используются методики, основанные на анализе статистики ЧС за предшествующие годы с использованием дополнительной информации [17].

Существуют отдельные процентные возможности прогнозирования: весьма вероятные за 3 дня от 75% до 90%, вероятные от 3 до 5 дней до 50%, предварительные от 30% до 35%.

По назначению прогнозирование подразделяется на возможное возникновение, аварийной ситуации и прогнозирование последствий.

Методы прогнозирования возникновения ЧС можно разделить на параметры методов прогноза места, силы разрушения, времени наступления и повторяемости событий. Относительно возникновения опасности со стороны природных факторов воздействия на ОПО рассчитывается по другим факторам.

Время, выбранное для проведения анализа, бывают априорные (выполнения прогноза заблаговременно и оперативно по факту) и

апостериорные (выполнение исследования после аварийной ситуации).

Исходные данные получаемые в результате расчета разделяются на вероятностно-статистические, вероятностно-детерминированные, детерминированно-вероятностные. Исходные данные полученные экспериментальным путем разделяются на расчетно-экспериментальные и расчетные [18].

Выгодно в плане экономической безопасности предвидеть природные явления и быть готовым к ним в тех местах где можно предсказать их. Те природные условия где нет возможности предвидеть ЧС за время предупреждения об опасности, происходит осуществление мероприятий по защите от ЧС на всей территории возможного их появления заблаговременно (превентивные мероприятия защиты) на основе прогноза их частоты повторения возникновения природных эффектов.

Методы прогноза времени возникновения ЧС можно разделить на несколько видов: краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное прогнозирование. Для управления безопасностью для населения и персонала идеально подходят долгосрочные прогнозы времени возникновения опасной ситуации и (или) повторное возникновение аварий, стихийных бедствий и катастроф на потенциально ОПО, данные мероприятия необходимы для формирования определенного плана действий в случае возникновения опасности (превентивных мер защиты) по управлению рисками возникновения. Все выше перечисленные меры необходимы для обеспечения безопасности населения и территорий.

Прогноз вероятности возможного возникновения ЧС основывается на прогнозе возможности возникновения проявления характерных для рассматриваемой территории источников опасности аварийных ситуаций на исследуемом ОПО событий (отказы составных частей важных для безопасности, пожары, взрывы, несанкционированные действия с потенциально опасными объектами, нападения на них и другие события.).

Изучение этих редких и опасных по последствиям событий является

одной из важнейших задач в анализе и управлении риском возникновения ЧС.

При рассмотрении путей развития экономики и общества в теме экологических изменений, определяющим фактором являются процедуры прогнозирования возможных изменений в ОС и оценка возможного влияния этих изменений на прогресс или регресс социальных процессов. Эти действия строятся на основе существующих в настоящее время представлениях о характере протекающих в природе процессов, представленных закономерностях для социального развития, и характере влияния взаимного действия этих процессов.

При прогнозировании обязательно ставится цель, которая определяет, интервал времени прогнозирования «горизонт прогнозирования», точность результатов прогноза на указанном интервале времени. Для удовлетворения этих целей необходимо держать высокий уровень детализации представлений о рассматриваемых в соответствии с поставленной целью процессах.

При построении модели исследуемого процесса используют совместно два этапа прогнозирования, это построение модели исследуемого процесса и использование вводимых ограничений (которые характерны для исследуемого процесса его формулировки цели исследования и терминах построения модели).

При этом необходимо понимать, что используемая модель может эксплуатироваться как в формальном виде, так и в описательном. Формальный вид задается при помощи систем некоторых математических соотношений. Описательный задается лишь наблюдениями за закономерностями описанной структуры. Для оба случая закономерно что чем более полными и точными сведениями по отношению к цели исследуемого объекта мы располагаем, тем выше точность прогноза мы получаем в результате.

Исходя из выше сказанных условий, использование научных методов предсказания для изучения ОС и социальных процессов, на данный момент невозможно предвидеть развитие реальной экологической ситуации. Только проведение исследований при определенных ситуационных условиях при

взаимном влиянии этих процессов и составление возможного дальнейшего плана действия для обеспечения общего развития общества. Главным образом чтобы для решения задач необходимы значительные вливания и чем обширнее задача, тем выше затраты на ее реализацию. Сделав выводы, решения должны быть доступными и реализуемыми.

Проведение прогнозирования на ОПО и других объектах связано с большими трудностями. Для обеспечения качественной работы необходимо иметь возможность и средства как материальные, так и технические. Для построения точного прогноза развития окружающей среды под влиянием исследуемых на нее возможных воздействий со стороны техносферы. Необходимо знать внутренние закономерности развития, для определения того или иного типа воздействия человека на окружающую среду. В конечном счете необходимо понимать воздействия выбранных решений на ОС.

На данный момент на территории предприятий в нашей стране используются более 70 тысяч наименований химических элементов. Больше половины которых представляют опасность для человека и ОС. Около 179 наименований химических веществ используют при работе на ОПО, не все эти вещества могут нанести значимый вред для ОС, все зависит от способа хранения, способа производства, применения и места возможного совместного хранения аварийно химически опасных веществ (АХОВ) [15]с.8.

Для определения опасности для человека АХОВ необходимо знать способы воздействия на него в результате не предвиденной ситуации. АХОВ подразделяются на три группы:

- первая, ингаляционное воздействие, происходит попадание вещества через органы дыхания.
- вторая, пероральное воздействие, происходит попадание вещества через желудочно-кишечный тракт.
- третья, кожно-резорбтивное воздействие, при этом вещество попадает на кожный покров человека.[16]

Согласно клинической классификации АХОВ делятся на шесть групп,

которые представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Клиническая классификация АХОВ

Нумерация	Воздействия на организм использованных веществ
1	Удушающие
2	Общеядовитые
3	Удушающие и общеядовитые
4	Нейротропные
5	Удушающие и нейротропные
6	Метаболические

При оценке потенциальной опасности АХОВ необходимо брать в расчет не только токсические, но и физико-химические свойства, которые показывают поведение вещества в воде, воздухе и на местности. Агрегатное состояние АХОВ играет значимую роль в этом плане они производятся, хранятся и транспортируются как сжатые газы, сжиженные газы, жидкостью и твердым веществом.

В результате крупных аварий на химически опасном объекте (ХОО) могут возникнуть основные четыре типа ЧС:

- первый с образование только первичного облака АХОВ;
- второй с образованием пролива, первичного и вторичного облаков АХОВ;
- третий с образованием пролива и только вторичного облака АХОВ;
- четвертый с заражением территории (грунта, водных ресурсов) малолетучими АХОВ [17].

Они отличаются друг от друга характером воздействия поражающих факторов, технологией ведения аварийно-спасательных работ и другими действиями.

Первый тип ЧС является наиболее опасным как с точки зрения

интенсивности воздействия поражающих факторов, так и трудности быстрого реагирования на ЧС для предотвращения или снижения потерь.

Второй тип ЧС может возникнуть при аварийных проливах АХОВ на ХОО, использующих сжиженные ядовитые газы, например, хлор, перегретые летучие токсичные жидкости с температурой кипения ниже температуры ОС (окись этилена, фосген, окислы азота, сернистый ангидрид, синильная кислота).

Третий тип ЧС может возникнуть при крупных авариях на ХОО в результате больших проливов в поддон (обваловку) или на подстилающую поверхность сжиженных или жидких АХОВ с температурой кипения ниже или близкой к температуре ОС, когда, вследствие испарения пролитого продукта, образуется только вторичное облако паров токсичного вещества с поражающими концентрациями, которое, при благоприятных метеоусловиях, может распространиться на значительные расстояния от места аварии [8].

Четвертый тип ЧС при крупных авариях на ХОО может возникнуть в результате аварийного выброса (пролива) значительного количества мало летучего АХОВ (жидкого с температурой кипения значительно выше температуры ОС или твердого), в связи с чем может произойти заражение местности (грунта, воды) с опасными последствиями для живых организмов и растительности.

Все выше перечисленные критерии АХОВ необходимы для оценки прогнозирования на ОПО и данные классификации помогают точнее определить качественную оценку возможной неожиданной аварийной ситуации.

2.2 Методика прогнозирования масштабов аварии с разливом химических веществ

Методика прогнозирования масштабов аварии с разливом химических веществ допускает следующие допущения при расчете [17].

Толщина h слоя жидкости для АХОВ определяется:

– для разлившейся свободно на подстилающей поверхности принимается равной 0,05 метра . по всей площади разлива;

– для разлива в обваловку или поддон.

а) при разливах из емкостей, имеющих самостоятельный поддон (обваловку):

$$h = H - 0,2, \quad (2.1)$$

где H – это высота поддона (обваловки), в метрах;

б) при разливах из емкостей, расположенных группой, имеющих общий поддон (обваловку):

$$h = \frac{Q_0}{F \cdot d}, \quad (2.2)$$

где Q_0 – количество выброшенного при аварии вещества, т; d – плотность АХОВ, тонн на кубический метр; F – реальная площадь разлива в поддон (обваловку), измеряется в метрах квадратных.

Предельное время пребывания людей в зоне заражения и продолжительность сохранения неизменными метеорологических условий (степени вертикальной устойчивости атмосферы, направления и скорости ветра) составляет 4 ч. По истечении указанного времени прогноз обстановки должен уточняться.

Емкости, содержащие АХОВ, при авариях разрушаются полностью и

все, содержащиеся в них АХОВ, попадают в ОС. При авариях на газо- и продуктопроводах выброс АХОВ принимается равным максимальному количеству АХОВ.

Расчет глубины зоны заражения АХОВ ведётся с помощью данных из приложений Б.

Для определения количественной характеристики выбросов АХОВ необходимо рассчитать эквивалентное количество вещества в первичном и вторичном облаке

Эквивалентное количество ($Q_{э1}$) вещества в первичном облаке определяется по формуле;

$$Q_{э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (2.3.)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (Приложение Б; для сжатых газов $K_1 = 1$); K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (Приложение Б); K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы для:

- инверсии – 1;
- изотермии – 0,23;
- конвекции – 0,08.

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (Приложение Б: для сжатых газов $K_7 = 1$);

Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, тонн.

При авариях на хранилищах сжатого газа Q_0 рассчитывается по формуле:

$$Q_0 = d \cdot V_x, \quad (2.4.)$$

где d – плотность АХОВ, тонн на кубический метр; V_x – объем хранилища, мера измерения в метрах кубических. При авариях на газопроводе Q_0 рассчитывается по формуле:

$$Q_0 = \frac{n \cdot d \cdot V_z}{100}, \quad (2.5.)$$

где n – содержание АХОВ в природном газе, в процентах; d – плотность АХОВ, тонн на метр кубический; V_r – объем секции газопровода между автоматическими отсекаателями, определяется в метрах кубических.

При определении величины $Q_{э1}$ для сжиженных газов, не вошедших в Приложение Б, значение коэффициента K_7 принимается равным 1, а коэффициент K_1 рассчитывается по формуле:

$$K_1 = \frac{c_p \Delta T}{\Delta H_{исп}}, \quad (2.6.)$$

где c_p – удельная теплоемкость жидкого АХОВ, мера измерения килоджоуль на; килограмм градус Цельсия. ΔT – разность температур жидкого АХОВ до и после разрушения емкости мера измерения в градусах Цельсия; $\Delta H_{исп}$ – удельная теплота испарения жидкого АХОВ при температуре испарения, килоджоуль на килограмм.

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке рассчитывается по формуле:

$$Q_{э2} = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0}{h \cdot d}, \quad (2.7)$$

где K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ; K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра; K_6 – коэффициент,

зависящий от N времени, прошедшего после начала аварии; значение коэффициента K_6 определяется после расчета продолжительности, тонн в час испарения вещества:

$$K_6 = N_{0,8} n p u N \leq T, \quad (2.8)$$

$$K_6 = T_{0,8} n p u N \geq T,$$

при $T < 1$ ч K_6 принимается для 1 час; d – плотность АХОВ, тонн на метр кубический; h – толщина слоя АХОВ, мера измерения слоя в метрах.

При определении Q_{92} для веществ, не вошедших в (Приложение Б), значение коэффициента K_7 принимается равным 1, а коэффициент K_2 определяется по формуле:

$$K_2 = 8,1 \cdot 10^{-6} \cdot P \cdot m^{\frac{1}{2}}, \quad (2.9)$$

где P – давление насыщенного пара при заданной температуре воздуха, миллиметров ртутного столба; m – молекулярная масса вещества.

Расчет глубины зоны заражения при аварии на химически опасном объекте. Определение глубины зоны заражения первичным и вторичным облаком АХОВ при авариях на технологических емкостях, хранилищах и транспорте ведется с использованием приложения Б.

В приложении Б приведены максимальные значения глубины зоны заражения первичным (Γ_1) или вторичным (Γ_2) облаком АХОВ, определяемые в зависимости от эквивалентного количества вещества и скорости ветра. Полная глубина зоны заражения Γ (км), обусловленной воздействием первичного и вторичного облака АХОВ, определяется:

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5 \cdot \Gamma'', \quad (2.10)$$

где Γ' – наибольший, Γ'' – наименьший из размеров Γ_1 и Γ_2 .

Полученное значение сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс Γ_n , определяемой по формуле:

$$\Gamma_n = N \cdot v, \quad (2.11)$$

где N – время от начала аварии, мера измерения в часах; v – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, километр в час. За окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается меньшее из двух сравниваемых между собой значений.

Расчет глубины зоны заражения при разрушении химически опасного объекта. В случае разрушения химически опасного объекта при прогнозировании глубины зоны заражения рекомендуется брать данные на одновременный выброс суммарного запаса АХОВ на объекте и следующие метеорологические условия: инверсия, скорость ветра 1 метр в секунду.

Эквивалентное количество АХОВ в облаке зараженного воздуха определяется аналогичному методу для вторичного облака при свободном разливе. При этом суммарное эквивалентное количество Q_9 рассчитывается по формуле:

$$Q_9 = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \sum \left(K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} \cdot \frac{Q_i}{d_i} \right), \quad (2.12.)$$

где K_{2i} – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств i -го АХОВ; K_{3i} – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе i -го АХОВ; K_{6i} – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после разрушения объекта; K_{7i} – поправка на температуру для i -го АХОВ; Q_i – запасы i -го АХОВ на объекте, тонн; d_i – плотность i -го АХОВ,

тонн на метр кубический.

Полученные значения глубины зоны заражения Γ в зависимости от рассчитанного значения и скорости ветра сравниваются с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{п}}$. За окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается меньшее из двух сравниваемых между собой значений.

Определение продолжительности поражающего действия АХОВ. Продолжительность поражающего действия АХОВ определяется временем его испарения с площади разлива. Время испарения тонн в час АХОВ с площади разлива определяется по формуле:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (2.13)$$

где h – толщина слоя АХОВ, в метрах; d – плотность АХОВ, тонн на метр кубический; K_2, K_4, K_7 – коэффициенты в формулах (2.2), (2.7.) из Приложения Б.

Определение площади зоны заражения АХОВ. Площадь зоны заражения АХОВ для первичного и вторичного облака определяется по формуле:

$$S_{\text{в}} = 8,72 \cdot 10^{-3} \Gamma^2 \cdot \phi, \quad (2.14)$$

где $S_{\text{в}}$ – площадь зоны возможного заражения АХОВ, мера измерения метры квадратные; Γ – глубина зоны заражения, в километрах; ϕ – угловые размеры зоны возможного заражения, градусах.

Площадь зоны фактического заражения $S_{\text{ф}}$ километра в квадрате, рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ф}} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \quad (2.15)$$

где K_8 – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости атмосферы: N – время, прошедшее после начала аварии, в час.

– 0,081 – при инверсии;

– 0,133 – при изотермии;

– 0,235 – при конвекции,

Расчет времени подхода зараженного воздуха к объекту. Время подхода зараженного облака к объекту определяем по формуле

$$t = \frac{x}{v}, \quad (2.16)$$

где x – расстояние от источника заражения до заданного объекта, в километрах; v – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, мера измерения - километр в час.

2.3 Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте

2.3.1 Исходные данные для расчета и характеристики АХОВ

Прогнозируем аварию на складе ОПО на котором хранятся запасы аммиака и хлора, находящиеся в емкостях под давлением.

Исходными данными для прогнозирования последствий аварии являются:

- анализируемые вещества аммиак и хлор (находящиеся в жидком агрегатном состоянии, хранятся под давлением);
- скорость ветра составляет 1 метр в секунду,
- расстояние до объекта 20 километров,
- степень вертикальной устойчивости воздуха изотермия, инверсия, конвекция;
- температура окружающей среды: +20 градусов Цельсия, 0 градусов Цельсия, -20 градусов Цельсия;
- количество вещества: аммиак - 100 тонн, хлор – 150 тонн.

Физические свойства аммиака: бесцветный газ, имеющий резкий запах, легко испаряется на воздухе, в два раза легче его, хорошо растворим в воде. Аммиак перевозят и хранят как в сжиженном состоянии, так и под давлением собственных паров 6-18 килограмм-силы на квадратный сантиметр. Имеет II класс токсичности. Максимальная емкость хранения вещества составляет 30000 тонн. При взаимодействии с кислородом образует взрывоопасную смесь. Имеет третью степень окисления, поэтому в окислительно-восстановительных реакциях он может только отдавать электроны и является восстановителем. При нагревании аммиака происходит испарение, выделяя NH_3 . При взаимодействии с водой аммиак растворяется и получается раствор нашатырного спирта.

Ведущие симптомы сильного отравления:

– при вдыхании – раздражение слизистой дыхательных путей, кашель, затруднительное дыхание, головокружение, чихание, осиплость голоса, чувство удушения;

– при проглатывании – жжение по всему ходу пищевода, тошнота, боли в животе;

– при попадании на кожу – химический ожег, жжение на пораженном участке, воспаление кожи;

– при попадании в глаза – покраснение, интенсивные боли, слёзотечение, возможная потеря зрения.

Необходимые организационно–технические меры: не допускать посторонних лиц к участку, держаться с наветренной стороны, в зону аварии входить только в полностью экипированной защитной форме.

Действия при утечке и разливе: изолировать зону в радиусе 200 метров от места разлива, не прикасаться к пролитому веществу. Устранить по возможности, пробойну или перекачать в исправную емкость с соблюдением мер защиты. Вызвать на место аварии газоспасательную службу. Не допускать возможного попадания раствора в водоемы или в канализационные пути.

Действия при пожаре: изолировать зону пожара, по возможности убрать с зоны возгорания не тронутых огнем запасов, не забывать про защитную одежду. Охлаждать емкости водой с максимально возможного расстояния.

Средства защиты: фильтрующие промывочные противогазы марки Вс/ф, противогазы ГП–5, респираторы РУ–60М–В. Специальная одежда марки ПДУ–3, СПИ–20, ИП–4.

Первая помощь при отравлении паров газа: при выходе из опасной зоны, необходимо надеть марлевую повязку, смоченную водой или 5 % раствором уксусной либо лимонной кислоты, а также использовать противогазы с дополнительным патроном. После выхода из опасной зоны снять верхнюю одежду, оставить ее на улице, принять душ, промыть глаза и носоглотку. При поражении кожи обмыть чистой водой и использовать примочки 5 % раствора лимонной или уксусной кислоты, при попадании в глаза промыть водой.

Нарушения дыхания пострадавшего, связанные с отравлением организма паров аммиака, необходимо вывести его на свежий воздух, провести ингаляцию на теплой воде, приложить тепло на область шеи. В случае не возможной эвакуации, непосредственно в момент аварии с присутствием паров аммиака следует укрываться на нижних этажах здания .

Врачебная помощь:

- Обильное промывание глаз фосфат-буферным раствором или водой, закапывание 0,5 % раствором дикаина, потом 30 %.

- Пораженные участки кожи обрабатывают 5 % раствором аскорбиновой, уксусной, борной или лимонной кислот.

- Борьба с острой дыхательной недостаточностью. При ларингоспазме, остром токсическом ларингите, бронхите ингалируют нафтизин или санорин, преднизолон. Внутривенно вводят 2,4% раствор эуфиллина 10 миллилитра, седуксен 0,5% раствор 2 миллилитра, преднизолон 60-300 миллилитра, димедрол 1% - 1,0 миллилитра. При развитии токсического отека легких - морфин 1% - 1,0 миллилитра с дроперидолом 0,25% - 1,0 миллилитра, строфантин 0,05% - 1,0 миллилитра, лазикс 40-200 миллилитра, преднизолон в больших дозах до 1,5 грамм. У спасателей ряда Европейских стран на оснащении имеется препарат (дексаметазон, изоникотинат) в виде дозированного аэрозоля, который применяют по 5 ингаляций однократно каждые 10 минут. При неэффективности мер - интубация трахеи и перевод на ИВЛ (в зараженной атмосфере используются специальные аппараты с противотоксическими фильтрами) [14].

- Борьба с экзотоксическим шоком. Обезболивание проводится путем введения наркотических или ненаркотических анальгетиков в сочетании с седуксеном. Инфузионная терапия: в одну вену вводится реополиглюкин 5 миллилитров на килограмм, во вторую вену - глюкозоновокаиновая смесь (10% раствор глюкозы 500 миллилитров и 2% раствор новокаина 30 миллилитров), потом 4% раствор гидрокарбоната натрия. Объем инфузий контролируется по показателям гемодинамики и клиническим симптомам

(аускультация легких).

– Медикаментозная коррекция: допамин 5 микрограмм на килограмм в минуту, при отсутствии эффекта - норадреналин 0,1% раствор 2,0 миллилитров в 200 миллилитров 5% раствора глюкозы, преднизолон 60-300 миллиграмм [20].

Физические свойства для хлора.

Хлор зеленовато-желтый газ с резким характерным запахом, в воде растворяется в малом количестве, является сильным окислителем, при транспортировке находится в сжиженном состоянии, коррозионен, при испарении в атмосфере дымит, скапливается в низких участках поверхности.

Хлор относится к II классу токсичности, на производстве максимальное количество хранимого вещества составляет 190 тонн. При нагреве емкостей они могут взрываться, хлор в жидком состоянии не горит, но поддерживает горение большинство органических веществ. При соединении с водой гидролизуется до HOCl и HCl , с другими веществами такими как: жидкий кислород, аммиак и органикой взрывается.

Для человека хлор по общим характеристикам воздействует как: раздражающее, прижигающее, удушающее воздействие.

При остром отравлении парами хлора проявляется: одышка, удушье, шумное дыхание, возбуждение, загрудинные боли, сухой кашель, охриплость, мокрота с пеной, учащенное сердцебиение, рвота, потеря сознания, отек легких и смертельный исход. При попадании на кожный покров проявляется: краснота, жжение, слезотечение (в случае попадания на роговицу глаза).

Необходимые организационно-технические меры: увести посторонних с места, держаться с наветренной стороны, избегать низких мест, в зараженную зону аварии входить только в защитной экипировке, пострадавшим оказать первую медицинскую помощь и отправить людей из очага заражения на мед обследование.

Основные действия при утечке и разливе:

– изолировать зону разлива в радиусе 200 метров, пока газ не рассеется,

при постоянной утечке распылять воду для осаждения газа, удалить из опасной зоны горючие вещества, в случае присутствия специалистов устранить течь, если это не будет представлять серьезную опасность, или попытаться перекачать содержимое в исправную емкость, соблюдая при этом меры предосторожности;

- на место аварии вызвать газоспасательную службу. Заняться эвакуацией людей из зоны заражения, расстояние зависит от направления ветра и скорости распространения АОХВ;

- не допускать попадания вещества в водные объекты, в случае если, невозможно избежать попадания, сообщить в органы Роспотребнадзора;

- в случае если остались поврежденные баллоны необходимо вынести их в безопасное место.

При пожаре необходимо надеть полностью экипированную защитную одежду, стараться не приближаться к горящим емкостям, охлаждать емкости с максимально допустимого расстояния, для тушения можно использовать все возможные подручные средства.

Использовать средства защиты: СПИ-20, КИХ, ПДУ-3, для органов дыхания противогазы марки: В, КД, БКФ, Е, а также противогазы ГП-5 (без дополнительно патрона). Средства защиты кожных покровов(перчатки, сапоги, спецодежда), костюм типа Л-1 [3].

К средствам дегазации хлора относятся: вода, растворы соды, каустика.

Меры первой доврачебной помощи: промыть глаза и лицо водой. Надеть противогаз или ватно-марлевую повязку, раствором пищевой соды. Эвакуировать из очага распространения (на носилках), обработать пораженные участки кожи водой, мыльным раствором. Глаза и слизистые обильно промыть водой не менее 15 мин. При попадании внутрь давать пить глотками растительное масло. Пораженные участки кожи обработать нашатырным спиртом, затем обильно промыть водой, при этом все пострадавшие нуждаются в срочной госпитализации. Врачебная: I – покой, тепло, горячие питье (молоко с содой); промывание глаз, носа, рта 2%

раствором питьевой соды; капли в нос, оливковое масло с эфедрином
 предельная концентрация кордиамин 2,0 эфедрин 5% - 1,0; ингаляция натрия
 гидрокарбоната, новокаина с эфедрином, антибиотиков, гидрокарбоната; при
 упорном кашле – либексин, кодеин, дионин, бронхолитин, горчичники, банки;
 при спазме голосовой щели – тепло на область шеи, папаверин, платифилин.
 II – предельная концентрация папаверин 2% - 2,0 атропин 0,1% - 1,0, промыть
 желудок через зонд 6-8 литра воды. Внутривенно глюкоза 5% - 500 с
 новокаином 2% - 50, полиглюкин 400. IV – при болях в глазах закапать
 новокаин 2%, дикаин 0,5%, вазелиновое масло [4].

2.3.2 Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем аммиак и хлор для холодного периода года

Расчет проводим по методике, приведенной в п. 2.2.

Определение продолжительности поражающего действия аммиака,
 хранящегося под давлением с массой 100 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} = 1,362ч$$

Определение продолжительности поражающего действия вещества
 Хлор с массой 150т:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,1553}{0,052 \cdot 1 \cdot 1} = 1,493ч$$

Результаты второго облака в холодный период года за 1 – 4 час после
 аварии представлены в таблице 3 – 6.

Таблица 3 - Через первый час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	103,388
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	83,334
Полная глубина зоны заражения, км	83,334
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	5
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	5
Площадь зоны возможного заражения, км ²	39,24
Площадь зоны фактического заражения, км ²	2,025

Таблица 4 - Через второй час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	142,201
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	99,653
Полная глубина зоны заражения, км	99,653
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	10
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	10
Площадь зоны возможного заражения, км ²	156,96
Площадь зоны фактического заражения, км ²	9,304

Таблица 5 – Через третий час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	142,201
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	99,653
Полная глубина зоны заражения, км	99,653
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	15
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	15
Площадь зоны возможного заражения, км ²	353,16
Площадь зоны фактического заражения, км ²	22,703

Таблица 6 – Через четвертый час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	142,201
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	99,653
Полная глубина зоны заражения, км	99,653
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	20
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	20
Площадь зоны возможного заражения, км ²	627,84
Площадь зоны фактического заражения, км ²	42,752

2.3.3 Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем аммиак и хлор для переходного периода года

Расчет проводим по методике, приведенной в пункте 2.2.

Определение продолжительности поражающего действия аммиака, хранящегося под давлением с массой 100 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} = 1,362ч$$

Определение продолжительности поражающего действия вещества Хлор с массой 150т:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,1553}{0,052 \cdot 1 \cdot 1} = 1,493ч$$

Результаты второго облака в переходного период года за 1 – 4 час после аварии представлены в таблице 7 – 10.

Таблица 7 – Через первый час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	23,779
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	32,799
Полная глубина зоны заражения, км	32,799
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	6
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	6
Площадь зоны возможного заражения, км ²	56,506
Площадь зоны фактического заражения, км ²	4,788

Таблица 8 – Через второй час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	32,706
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	40,097
Полная глубина зоны заражения, км	40,097
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	12
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	12
Площадь зоны возможного заражения, км ²	26,022
Площадь зоны фактического заражения, км ²	22

Таблица 9 – Через третий час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	32,706
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	40,097
Полная глубина зоны заражения, км	40,097
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	18
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	18
Площадь зоны возможного заражения, км ²	508,55
Площадь зоны фактического заражения, км ²	53,681

Таблица 10 – Через четвертый час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	32,0706
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	40,097
Полная глубина зоны заражения, км	40,097
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	24
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	20
Площадь зоны возможного заражения, км ²	627,84
Площадь зоны фактического заражения, км ²	70,198

2.3.4. Результаты прогнозирования последствий аварии на опасном производственном объекте, использующем аммиак и хлор для теплого периода года

Расчет проводим по методике, приведенной в пункте 2.2.

Определение продолжительности поражающего действия аммиака, хранящегося под давлением с массой 100 тонн:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} = 1,362ч$$

Определение продолжительности поражающего действия вещества Хлор с массой 150т:

$$T = \frac{0,05 \cdot 0,1553}{0,052 \cdot 1 \cdot 1} = 1,493ч$$

Результаты второго облака в теплый период года за 1 – 4 час после аварии представлены в таблице 11 – 14.

Таблица 11 – Через первый час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	23,779
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	32,799
Полная глубина зоны заражения, км	32,799
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	6
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	6
Площадь зоны возможного заражения, км ²	56,506
Площадь зоны фактического заражения, км ²	4,788

Таблица 12 – Через второй час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	32,706
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	40,097
Полная глубина зоны заражения, км	40,097
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	12
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	12
Площадь зоны возможного заражения, км ²	26,022
Площадь зоны фактического заражения, км ²	22

Таблица 13 – Через третий час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	32,706
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	40,097
Полная глубина зоны заражения, км	40,097
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	18
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	18
Площадь зоны возможного заражения, км ²	508,55
Площадь зоны фактического заражения, км ²	53,681

Таблица 14 – Через четвертый час после аварии

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	32,0706
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	40,097
Полная глубина зоны заражения, км	40,097
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	24
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	20
Площадь зоны возможного заражения, км ²	627,84
Площадь зоны фактического заражения, км ²	70,198

2.3.5 Анализ результатов прогнозирования

Динамика изменения содержания АХОВ во вторичном облаке приведена на рисунках 4–9.

Исходя из полученных данных представленных на рисунке 4, следует что при температуре воздуха ОС –20 градусов Цельсия с первого до второго часа вторичного облака происходит рост эквивалентного количества вещества. Именно в этот период времени необходимо применить меры по устранению утечки веществ, так как в дальнейшем промежутке времени его количество достигает максимума. В теплый и переходный период времени года, больше половины раствора испарилось в первичном облаке, поэтому во вторичном особо не заметна динамика роста. При неизбежной аварии именно в холодный период времени можно ликвидировать ее с не большими потерями, так как именно в этот период времени испарение не значительно.

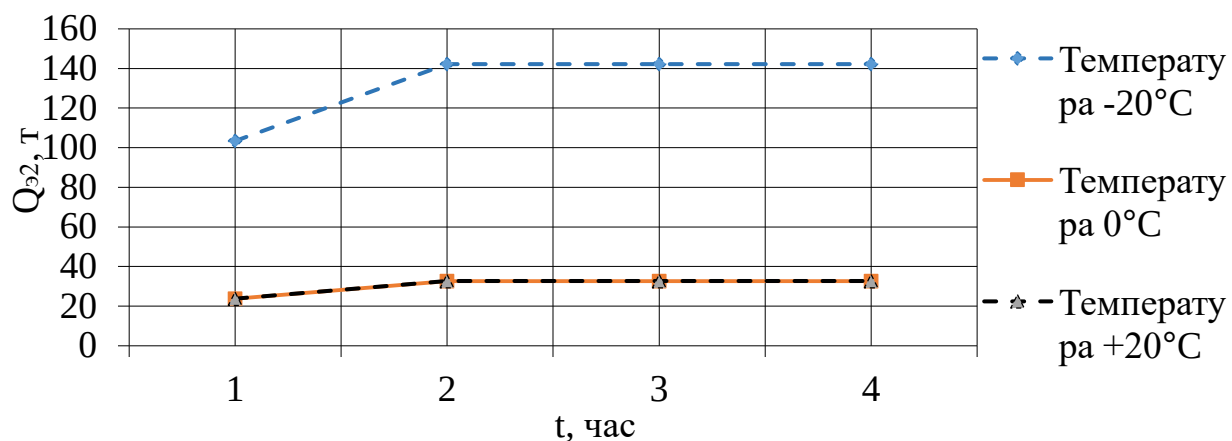


Рисунок 4 - Эквивалентное количество веществ во вторичном облаке от времени

На рисунке 5 представлена характеристика глубины зоны заражения для вторичного облака от времени. В холодный период времени года наблюдается рост распространения вещества вторичного облака в первый час

остальное время сохраняется максимальная глубина зоны заражения. В промежуточный и теплый период времени года наблюдается незначительное повышение глубины заражения в промежутке от первого часа до второго.

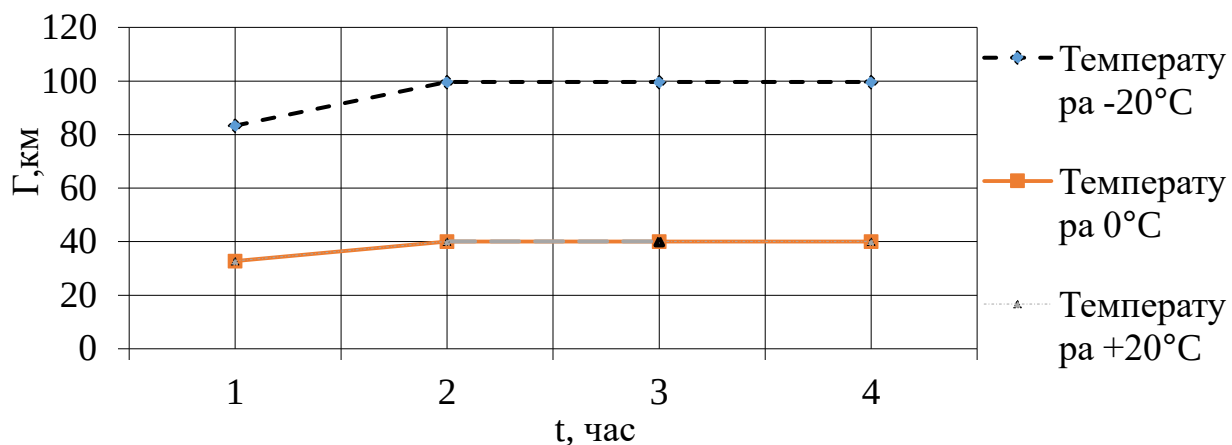


Рисунок 5 – Глубина зоны заражения для вторичного облака в зависимости от времени

Из рисунка 6 мы видим полную глубину зоны заражения в зависимости от времени, данный рисунок идентичен рисунку 5, так как скорость ветра при исследовании незначительна, по этому и разница между ними также незначительна.

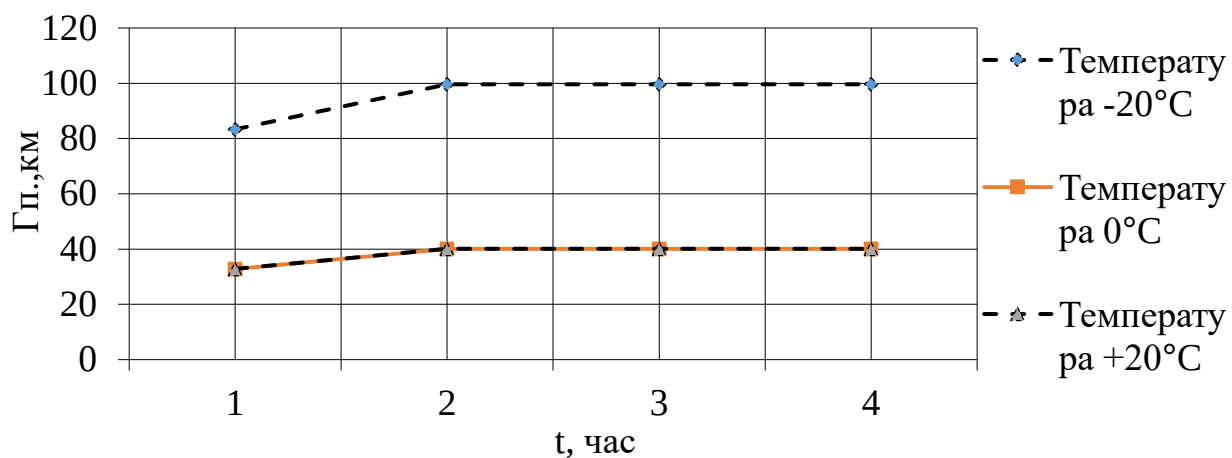


Рисунок 6 – Полная глубина зоны заражения в зависимости от времени

В рисунке 7 рассматривается зависимость предельно возможного значения глубины переноса воздушных масс в зависимости от времени, из которого хорошо заметна тенденция повышения уровня распространения в зависимости от времени. С истечением четырех часов после аварии распространение веществ продолжится дальше.

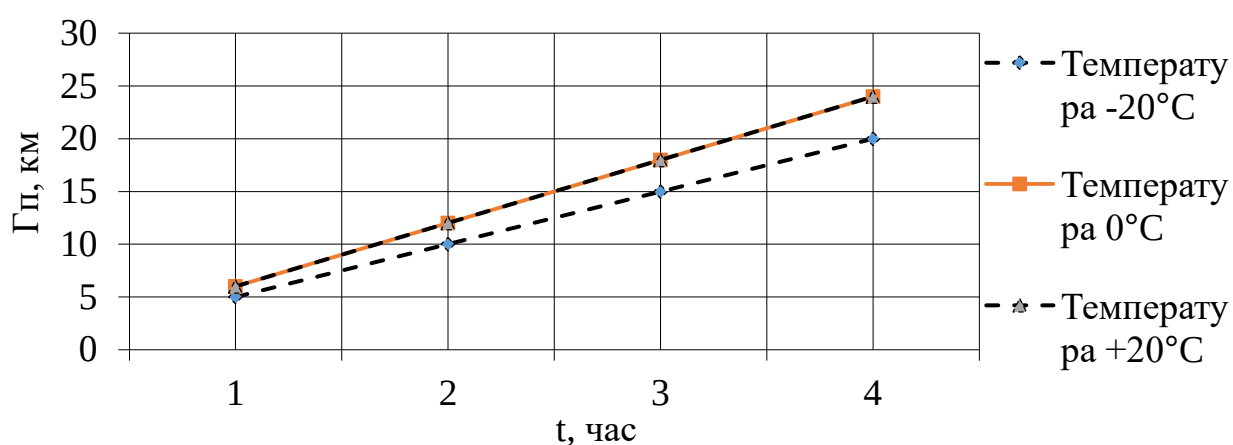


Рисунок 7 – Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс в зависимости от времени

Исходя из температурных параметров выявляется зависимость дальности распространения вещества, то есть в холодный период времени распространение происходит постепенно, а в промежуточный и теплый период времени года происходит резкий подъем с последующим снижением активности. Выше сказанное подтверждаются графически на рисунке 8.

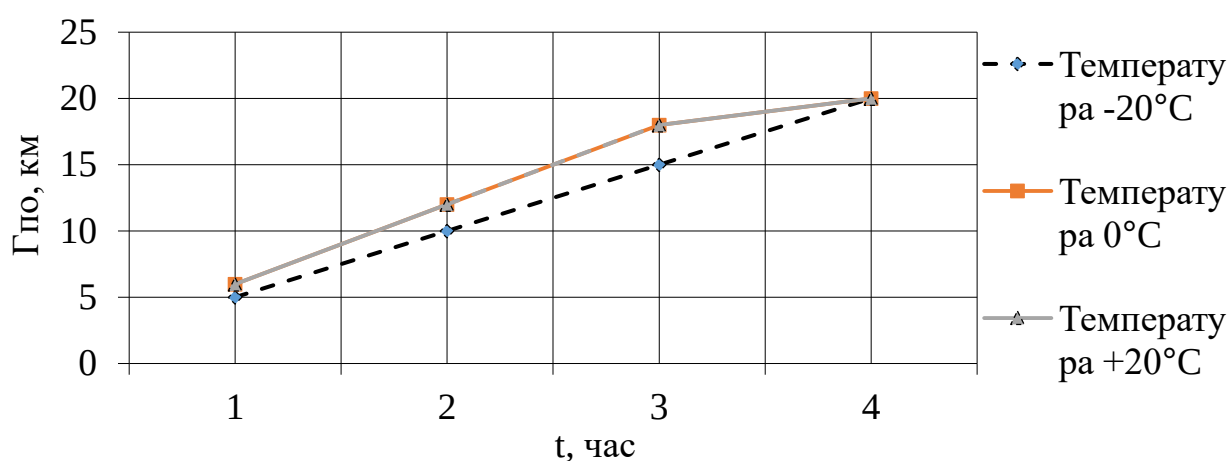


Рисунок 8 – Окончательная расчетная глубина зоны заражения в зависимости от времени

Зависимость площади зоны возможного заражения для разных времен года в зависимости от времени изображена на рисунке 8. Исходя из полученных данных мы видим, что в теплый период времени года расстояние возможного заражения в первые 3 часа выше чем в холодный период, но в последний 4 час идет выравнивание данных, из чего следует что не зависимо от времени года площадь зоны возможного заражения одинакова как для плюсовой, так и для минусовой температуры ОС.

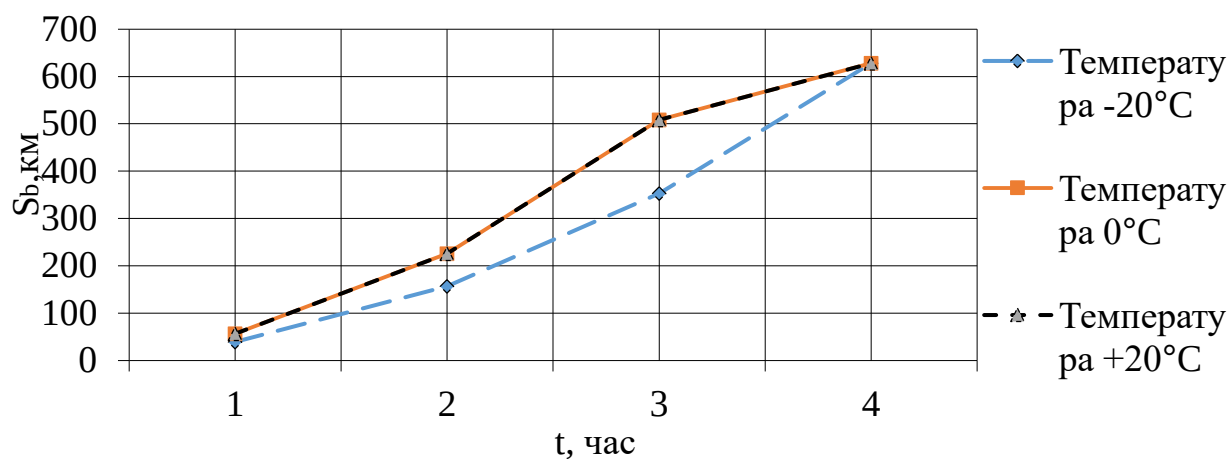


Рисунок 9 – Площадь зоны возможного заражения в зависимости от времени

Площадь зоны фактического заражения для разных температур ОС в зависимости от времени изображена на рисунке 10, на котором мы наблюдаем что при температуре ОС для +20 градуса Цельсия и 0 включительно, площадь зоны фактического заражения выше чем при температуре -20 градусов Цельсия

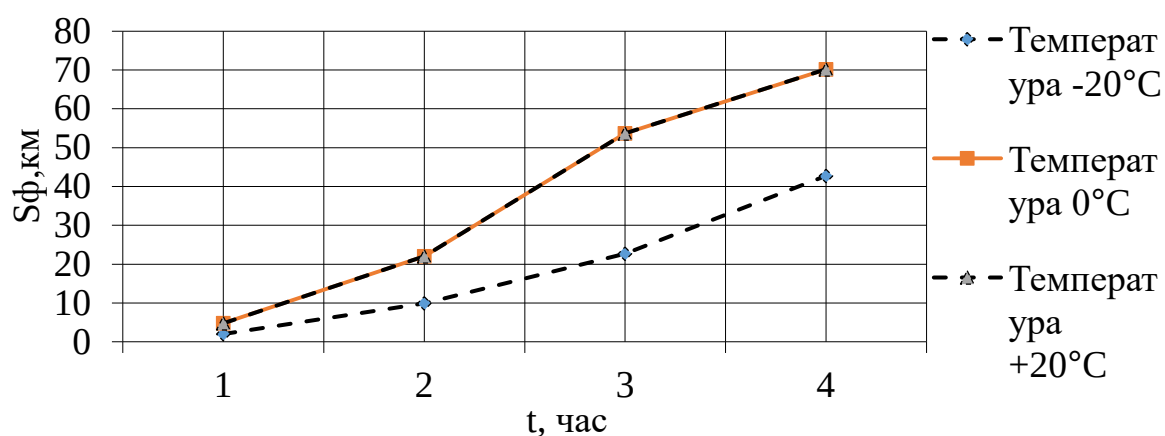


Рисунок 10 – Площадь зоны фактического заражения в зависимости от времени

4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА НА УЧАСТКЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Требования безопасности труда следует соблюдать на всех стадиях технологического процесса при нанесении гальванического покрытия: при приготовлении растворов и электролитов; при подготовке поверхности перед нанесением покрытий; при нанесении покрытий [22].

Нанесение всех видов металлопокрытий на всех стадиях производства должно соответствовать требованиям.

Согласно межотраслевым правилам по охране труда при использовании химических веществ, безопасность технологических процессов нанесения металлопокрытий.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных.

Уровни шума на рабочих местах не должны превышать допустимых уровней, установленных.

Уровни вибрации на рабочих местах не должны превышать величин, установленных.

Уровни ультразвука на рабочих местах не должны превышать величин, установленных

Санитарными правилами и нормами при работе на промышленных ультразвуковых установках.

Инструмент, применяемый в технологических процессах нанесения металлопокрытий, должен отвечать соответствующим требованиям государственных стандартов, технических условий и технологической документации [21].

Работы с вредными и взрывопожароопасными веществами должны проводиться при включенных вентиляционных системах с применением средств индивидуальной защиты.

На гальваническом участке цеха применяются два типа отсасывающих

устройств: вытяжной шкаф, вытяжной колпак(зонт). Характеристика отсасывающих устройств приведена на таблице 15.

Таблица 15 – Характеристика отсасывающих устройств

Тип устройства	Достоинства	Недостатки	Области применения
Вытяжной шкаф	Хорошо изолирует помещения от вредных выделений из оборудования, стоящего внутри шкафа	Затрудненность доступа к оборудованию. При работе над оборудованием человек находится в зоне вредных выделений	При травлении цветных металлов
Вытяжной колпак (зонт)	Простота изготовления	При работе над оборудованием человек находится в струе вредных веществ. Расход воздуха очень велик, так как трудно избежать непроизводительного подсасывания воздуха с боков	При работе наливных колоколов с электролитами с большим газовыделением или при травлении наростов

На рисунке 10 – представлена вентиляционная система на

гальваническом участке.

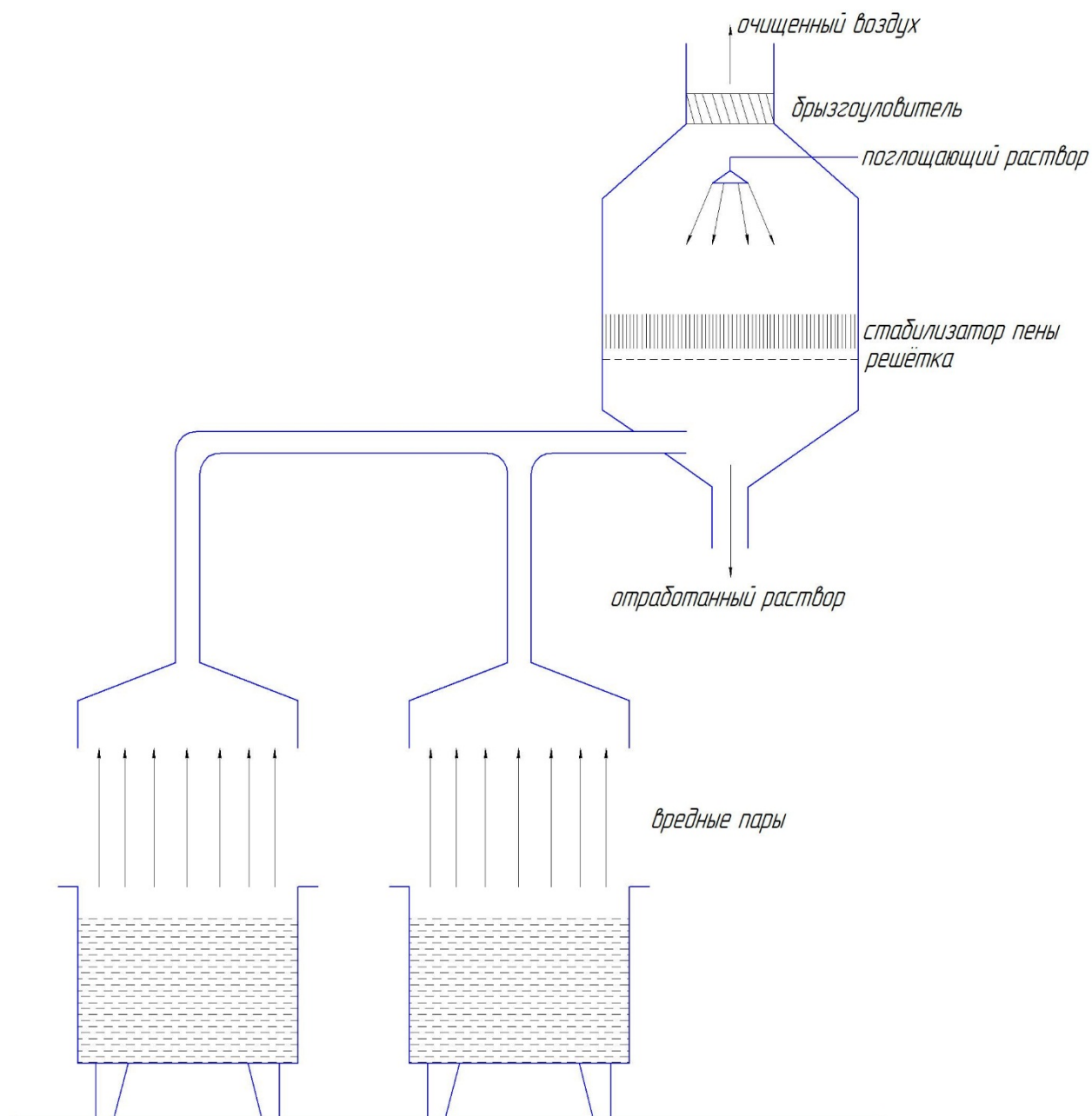


Рисунок 10 – Схема вытяжной вентиляции гальванического цеха

Воздух обладает определенной массой и инерцией. Поэтому при движении по трубам или каналам вентиляционной системы, при входе и выходе из трубопроводов, при прохождении через трубопроводы и их различные элементы (колена, разветвления, сужения, расширения и т.п.) воздух испытывает значительные сопротивления, тем большие, чем выше его скорость. Для того чтобы требуемый объем воздуха проходил с нужной

скоростью через трубопровод, необходимо создать некоторый напор за счет работы вентилятора (при принудительной вентиляции) или за счет разницы температур. По мере движения воздуха по вентиляционной системе этот напор снижается за счет затраты его энергии на преодоление сопротивлений на различных участках системы [23].

Задача заключается не только в расчете этого напора, но и в такой компоновке сопротивлений отдельных ветвей трубопровода, чтобы в каждом месте стыка ветвей трубопровода величина напора во всех стыкующихся в этой точке ветвях при заданных объемах и скоростях была бы совершенно одинаковой. Если же это требование не будет соблюдено или будет нарушено за счет каких-нибудь переделок системы, то равенство напоров установится само собой, но уже при другом его значении и за счет изменения объемов и скоростей воздуха, проходящего через состыкованные ветви. Эти объемы и скорости уже не будут соответствовать расчетным, и вентиляция будет работать в случайном режиме, а не в том, который требуется для надлежащей очистки воздуха.

Вся приточно-вытяжная система вентиляции гальванического производства, а часто и сообщающихся с ним соседних помещений, представляет собой единое целое, в котором все движения воздуха в трубопроводах и в самом помещении связаны между собой. Поэтому, какое-либо нарушение предусмотренной проектом взаимозависимости путем, например, переделки каких-нибудь элементов воздуховода или, что гораздо хуже и абсолютно недопустимо, присоединением дополнительных потребителей, не подкрепленное расчетом и соответствующими конструктивными мероприятиями, может катастрофически сказаться на вентиляции всего помещения.

Изготовление и переделки вентиляции должны проводится только квалифицированным специалистами, так как исправность вентиляции - это вопрос здоровья и даже жизни работающих в гальваническом цехе специалистов.

Присутствие посторонних лиц в рабочем пространстве оборудования для очистки деталей и нанесения металлопокрытий во время его работы или наладки не допускается [11].

Технологические процессы нанесения металлопокрытий должны быть, как правило, механизированы и автоматизированы и выполняться в соответствии с установленной технологией. При работе на автоматах, полуавтоматах и других механизированных установках. Поточных линиях по нанесению металлопокрытий должны выполняться требования безопасности труда, предусмотренные эксплуатационными инструкциями организации-изготовителя.

Отходы производства должны собираться в специально отведенных местах и подвергаться утилизации или другим видам переработки в соответствии с нормативно-технической документацией на проводимый технологический процесс, учитывающий химический состав и физическое состояние отходов.

В технологической документации на нанесение металлопокрытий должны быть изложены требования безопасности труда в соответствии с требованиями.

При работе с расплавами металлов приспособления для загрузки ванн, погружаемые изделия, металл, добавляемый в ванну, должны быть сухими и нагретыми до 70 - 80 градуса Цельсия.

Загрузка в ванны и выгрузка из них изделий крупногабаритных и массой более 20 килограмм должны осуществляться грузоподъемными устройствами.

Производственное оборудование должно размещаться в соответствии с требованиями норм технологического проектирования цехов нанесения металлопокрытий, санитарных и строительных норм и правил.

Размещение производственного оборудования должно обеспечивать безопасное и удобное его обслуживание, а также безопасность эвакуации работников при аварийных ситуациях [22].

Расположение производственного оборудования должно обеспечивать последовательность операций технологического процесса, а также максимальное сокращение возвратных и перекрещивающихся грузопотоков.

Травильные ванны для нанесения металлопокрытий следует устанавливать в ряд на расстоянии 150 - 200 миллиметров между ними, во избежание попадания на пол растворов при переносе деталей, промежутки между ваннами следует закрывать козырьками.

Кислые ванны, которые по ходу технологического процесса необходимо располагать вблизи цианистых ванн, они находятся от последних на расстоянии от 3 до 4 метров при условии, если между ними есть ванны с водой, содовым раствором.

У рабочих мест должны быть предусмотрены площадки для складирования деталей. Не допускается укладка деталей в проходах.

На рабочем месте должны находиться шкафы, стеллажи, полки для размещения оснастки, инструмента, приспособлений.

Площадь помещений, занятая производственным оборудованием, не должна быть более 25 % общей площади всего предназначенного гальванического цеха.

К работам допускаются лица не моложе 18 лет, при поступлении на работу которые прошли предварительную обучающую базу, а затем периодический медицинский осмотр согласно действующему законодательству.

Все работники цехов нанесения металлопокрытий проходят обучение по безопасности труда в соответствии с. Проверка знаний работников, выполняющих работы повышенной опасности, должна проводиться не реже раза в год комиссией, состав которой утверждается работодателем. Руководители и специалисты не реже раза в три года сдают экзамены на знание правил и инструкций по охране труда. Работники должны быть обучены правилам пользования средствами индивидуальной защиты и способам проверки их исправности.

Для защиты работников от опасных и вредных производственных факторов работодатель своевременно обеспечивает их специальными одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты не ниже установленных норм в соответствии с Правилами обеспечения работников специальными одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

На гальваническом участке должен находиться минимальный медицинский набор аптечек, обладающие необходимыми медикаментами и материалами перевязок. Вблизи рабочего места должны находиться емкости с борной кислотой в трех процентном растворе, для нейтрализации щелочи, так же трех процентный раствор пищевой соды для нейтрализации кислоты.

Все работники должны уметь оказывать первую помощь пострадавшим при отравлении и ожогах кислотой, щелочью и другими химическими веществами, а также при поражениях электрическим током. Правила оказания первой помощи должны быть вывешены в цехе на видном месте

5 РАСЧЁТ ПРЕДОТВРАЩЁННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Расчёт предотвращённого экономического ущерба от загрязнения атмосферы. В соответствии с ФЗ РФ «Об охране атмосферного воздуха», предприятие обязано не допустить необратимых последствий загрязнения атмосферного воздуха для окружающей среды. Должен проводиться контроль за соблюдением норм, условий на выбросы загрязняющих веществ. Предприятия обязаны:

- внедрять наилучшие технологии, направленные на уменьшение количества отходов главной задачей которых является снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха;
- вводить план по осуществлению мероприятия по сбору, уничтожению, обезвреживанию выбросов опасных веществ в атмосферу;
- проводить мероприятия по предотвращению аварийных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- по ликвидации последствий его загрязнения; проводить постоянный надзор за соблюдением установленных правил выбросов опасных веществ в окружающую среду;
- вовремя вывозить загрязняющие атмосферный воздух отходы с соответствующей местности объекта хозяйственной и иной деятельности на специализированные места складирования или захоронения таких отходов, а также на другие объекты хозяйственной и иной деятельности, использующие такие отходы в качестве сырья;
- соблюдать иные требования охраны атмосферного воздуха, установленные федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды и его территориальными органами, другими

федеральными органами исполнительной власти и их территориальными органами.

Основные способы очистки выбросов в атмосферу:

– Обезвреживание выбросов путем перевода токсичных примесей, содержащихся в газовом потоке в менее токсичные или даже безвредные вещества – это химический способ.

– Поглощение вредных газов и частиц всей массой специального вещества, называемого абсорбентом. Обычно газы поглощаются жидкостью, большей частью водой или соответствующими растворами. Для этого используют прогонку через пылеуловитель, действующий по принципу мокрой очистки, или применяют распыление воды на мелкие капли в так называемых скрубберах, где вода, распыляясь на капли и, осаждаясь, поглощает газы.

– Очистка газов адсорбентами – телами с большой внутренней или наружной поверхностью. К ним относятся различные марки активных углей, силикагель, алюмогель.

– Для очистки газового потока применяются окислительные процессы, а также процессы каталитического превращения.

– Для очистки газов и воздуха от пыли применяются электрофильтры. Они представляют собой полую камеру, внутри которой расположены системы электродов. Электрическим полем притягиваются мелкие частицы пыли и сажи, а также ионы, загрязняющего вещества.

Методика расчета предотвращенного экономического ущерба от загрязнения атмосферы

Оценка величины предотвращенного экологического ущерба от загрязнения атмосферы проводится на основе региональных показателей удельного ущерба, представляющих собой удельные стоимостные оценки

ущерба на единицу (1 условную тонну) приведенной массы загрязняющих веществ, по всем направлениям деятельности природоохранных органов.

Расчетные формулы имеют следующий вид:

$$Y_{np} = Y_{yo} KЭ J_d \cdot \sum_{i=1}^N \Delta M_i, \quad (5.1)$$

где Y_{np} – предотвращенный экономический ущерб атмосфере в рассматриваемом регионе, руб./год;

$Y_{уд}$ – показатель удельного экономического ущерба (цены загрязнения) атмосфере наносимого единицей (условная тонна) приведённой массы ЗВ на конец расчётного периода в рассматриваемом регионе, руб./усл. т., и равен для атмосферы 49,3 руб./усл. т. соответственно;

$KЭ$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости; для Пензенской области = 1,9;

J_d – индекс-дефлятор по отраслям промышленности, устанавливаемый Минэкономики РФ на рассматриваемый период и доводимый территориальными природоохранными органами до природопользователей.

ΔM_i – приведенная масса загрязняющих веществ. Не попадающих в атмосферу в результате осуществления соответствующих природоохранных мероприятий в рассматриваемом регионе в течение расчетного периода, условно тонна в год;

$$\Delta M_i = M1_i - M2_i \quad (5.2)$$

$M1_i$, $M2_i$ – приведенная масса сброса загрязняющих веществ попадающих в атмосферу, в рассматриваемом регионе, соответственно, на начало и конец расчетного периода выражается условной тонне которая определяется по формуле:

$$M1(2)_i = m1(2)_i \cdot NЭ \quad (5.3)$$

$m1(2)_i$ – масса фактического сброса i -го загрязняющего вещества или группы веществ с одинаковым коэффициентом относительной эколого-экономической опасности в атмосферу в рассматриваемом регионе, условная тонна за год;

$NЭ_i$ – коэффициент показывающий относительную эколого-экономическую опасность для i -го загрязняющего вещества или группы веществ.

Исходные данные и результаты подсчётов по предотвращённому экономическому ущербу от загрязнения атмосферы представлены в табл.16 [6].

Таблица 16 – Предварительный экономический ущерб

Наименование ЗВ	$m1_i$	$m2_i$	$NЭ_i$	$M1_i$	$M2_i$	ΔM_i
1	2	3	4	5	6	7
1. Аммиак	2100,7	1682,6	28,5	59869,95	47954,1	11915,85
2. Хлор	1180,9	756	1,2	1417,08	907,2	509,88

Предотвращённый экономический ущерб атмосфере, рублей в год, определяем по формуле:

$$Y_{np} = Y_{yd} KЭJ_{\partial} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta M_i = 49,3 \cdot 1,9 \cdot 4,86 \cdot 12425,73 = 5656642 \text{ руб./год}$$



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследуя тему прогнозирования последствий аварии на машиностроительном предприятии в городе Пенза и ее воздействие на ОС, проявляются явные проблемы для безопасности в случае возникновения аварии на

производстве. Благодаря общей модели системы мониторинга которая отражает возможность аварийной ситуации в результате разлива АХОВ хлора и аммиака, с помощью этих данных можно спрогнозировать последствия аварии.

Задача прогнозирования является сложным научно-практическим процессом. При этом процессе учитывают:

- источники чрезвычайных ситуации;
- обработка, сбор аварийных ситуаций, получаемой при мониторинге опасных воздействий на исследуемый объект;
- исследование похожих случаев аварий на ОПО с идентичными соединениями;
- разработка моделей возникновения аварий на ОПО;
- разработка методов прогнозирования их основных показателей;
- разработка оценки последствий и рисков аварии на ОПО.

Таким образом, прогнозирование последствий на ОПО с использованием АХОВ таких как аммиак и хлор является необходимым для выбора оптимальных действий сил для ликвидации ОПО, обеспечить основные противодействия аварии на ОПО (обеспечат минимальные потери либо исключат их), организовать эффективную защиту населения и территории, так как прогноз основывается на анализе причин возникновения аварии на ОПО (источника в прошлом и настоящем) [25].

Развитие прогнозирования поднимает общий уровень в управлении при аварии на ОПО, так как при известных данных прогноза, создается четкий

план действий при несчастном случае и существует возможность минимизировать потери либо вовсе их исключить [26].

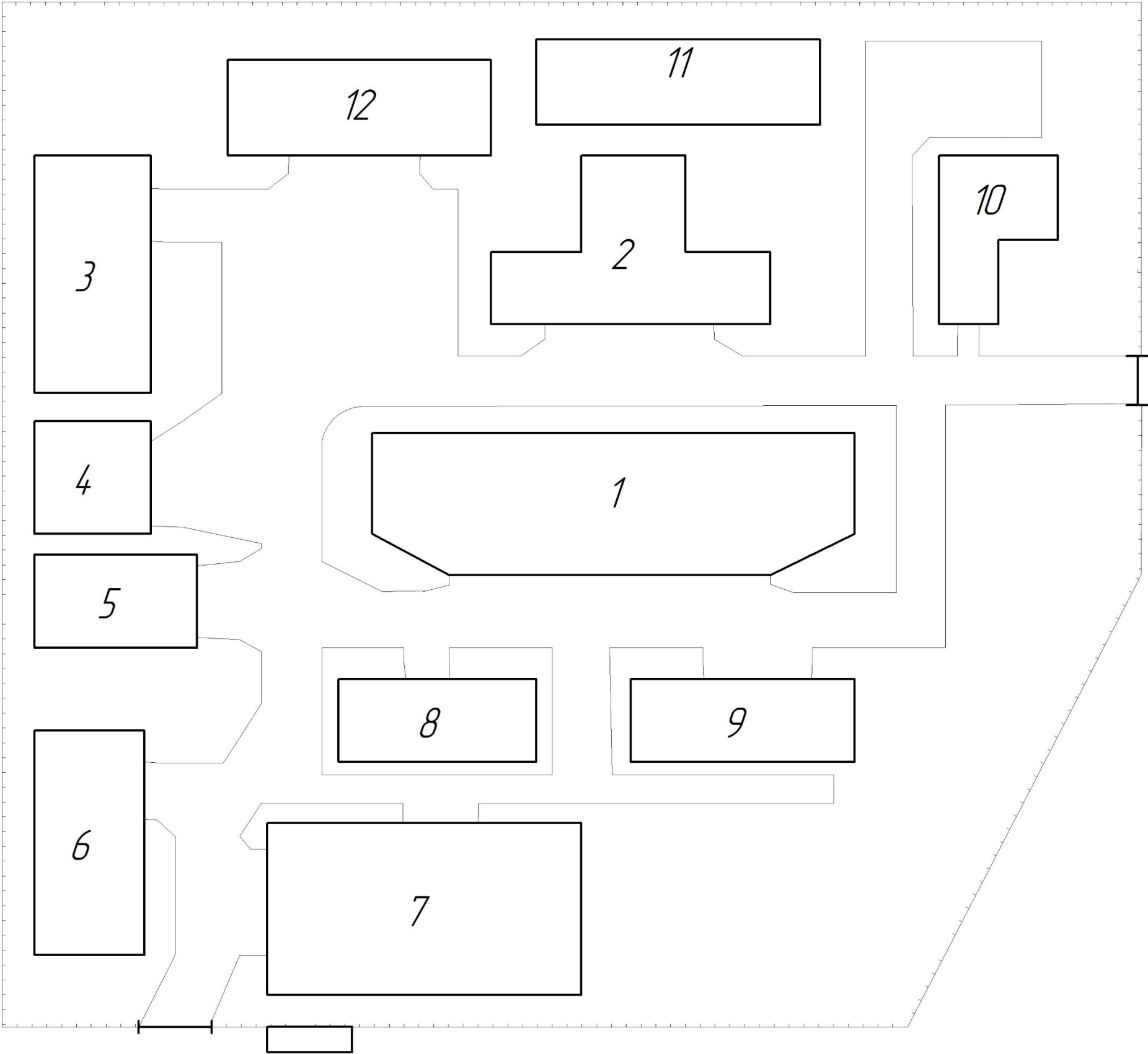
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ
2. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.07.2018) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"
3. ГОСТ 12.1.007-76.
4. ГОСТ 12.0.004.
5. ГОСТ 3.1120.
6. Гальванотехника. Справочное издание. Ажогин Ф.Ф., Беленький М.А., Гальев Ч.В. и др. М. «Металлургия», 1987 год.
7. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. для вузов / С.В. Белов и другие, под общей редакцией С.В. Белова. - М.: Высшая. школа, 1999. - 448 с.
8. Основы гальваники. Вячеславов П.М., «Лениздат», 1960 год.
9. Справочник по гальванике. Каданер А.И. 1976 год.
10. Защитные покрытия металлов. Лайнер В.И. М., «Металлургия» 1974 год.
11. Маршал В.К. Основные опасности химических производств. - М.: Мир, 1989. - 672 с
12. Мишин В.М. Исследование систем управления: Учебник для вузов. М., 2003. С. 121.17 См.: Флейшман С.М. Сели. М., 1978.
13. Пол А. Самуэльсон, Вильям Д. Нордхаус. Экономика: Пер. с англ. — М.: «БИНОМ», «Ла-боратория Базовых Знаний», 1997. — 800 с.
14. Краткий справочник Гальванотехника . Ямноевский А.М., Ильин В.А., «Машиностроение» 1981 год.
15. Методическое пособие по идентификации опасных производственных объектов Методическое указания к практическим занятиям Составитель О.Е. Безбородова. Под редакцией профессора Н.Н. Вершинина Пенза Издательство ПГУ 2014г.

16. Методическое пособие по оценке экономического ущерба от аварий на опасном производственном объекте. О.Е. Безбородова. Под редакцией профессора Н.Н. Вершинина Пенза Издательство ПГУ 2014г.
17. Методическое пособие по прогнозированию последствий аварии на опасном производственном объекте и ее воздействия на окружающую среду. О.Е. Безбородова. Под редакцией профессора Н.Н. Вершинина Пенза Издательство ПГУ 2014г.
18. Методическое пособие по анализу риска опасных производственных объектов. О.Е. Безбородова. Под редакцией профессора Н.Н. Вершинина Пенза Издательство ПГУ 2014г.
19. Организация гальванического производства. Виноградов С.С., М «Глобус» 2005 год.
20. Производственная санитария и гигиена труда. Уч. пос. для вузов, Глебова Е.В., М. Высш. шк., 2005 год.
21. Экологически безопасное гальваническое производство. С.С. Виноградов, М «Глобус» 1998 год.
22. Оценка последствий ЧС - М.: ИПК РЭФИА., 2003-364 с.
23. Методическое пособие по прогнозированию и оценке химической обстановки в ЧС / ВНИИ ГОЧС. М., 1993. -130 с.
24. Гарнов В. В., Горюнов Б. Г., Александров В. В., Адушкин В. В. Аварийный взрыв селитры в Тулузе // ГИАБ. 2007. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avariynyy-vzryv-selitry-v-tuluze> (дата обращения: 21.05.2019).
25. Источник <http://enviropark.ru/course/category.php?id=5>
26. Источник: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=606228>.

Приложение А

Графическая часть работы

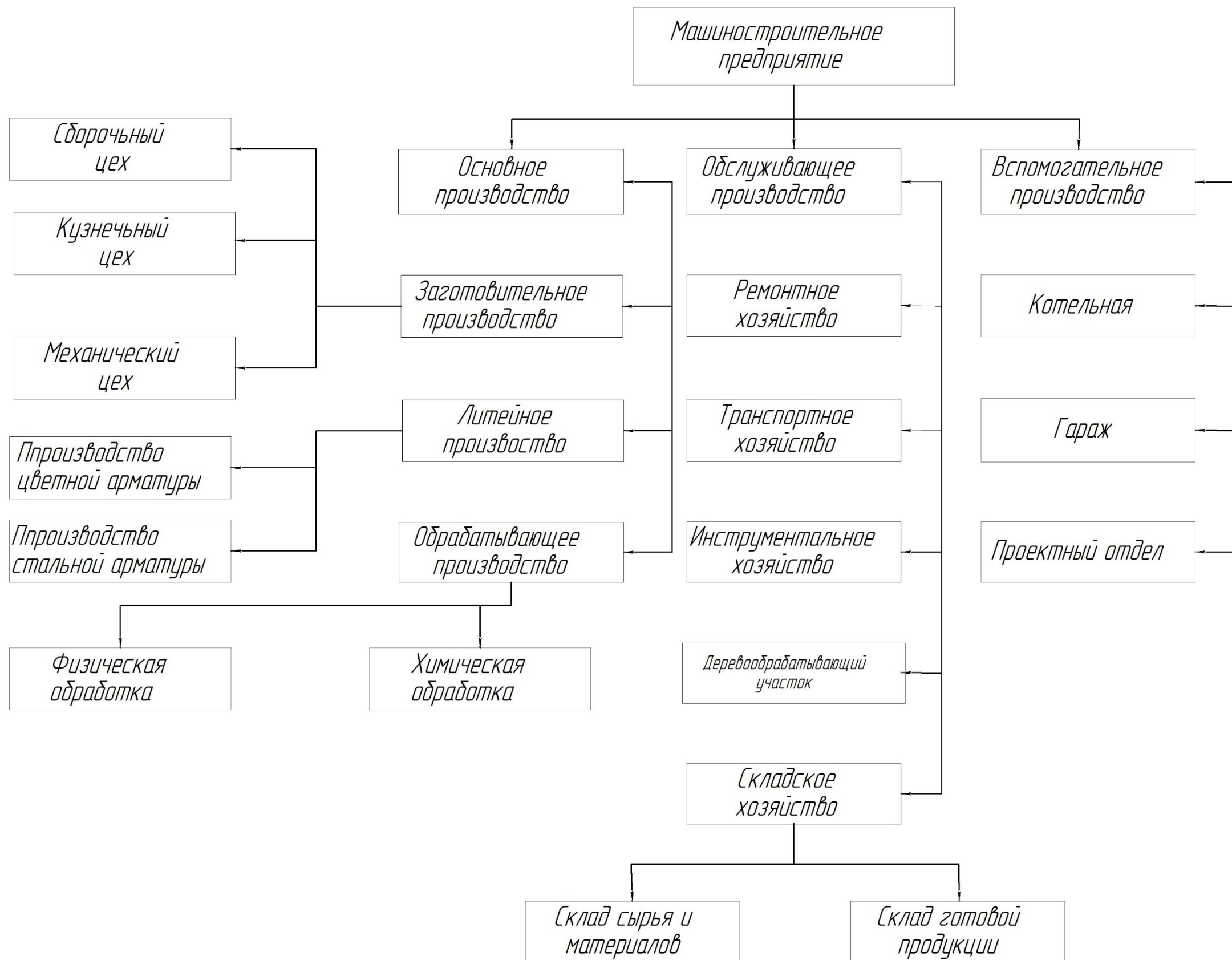


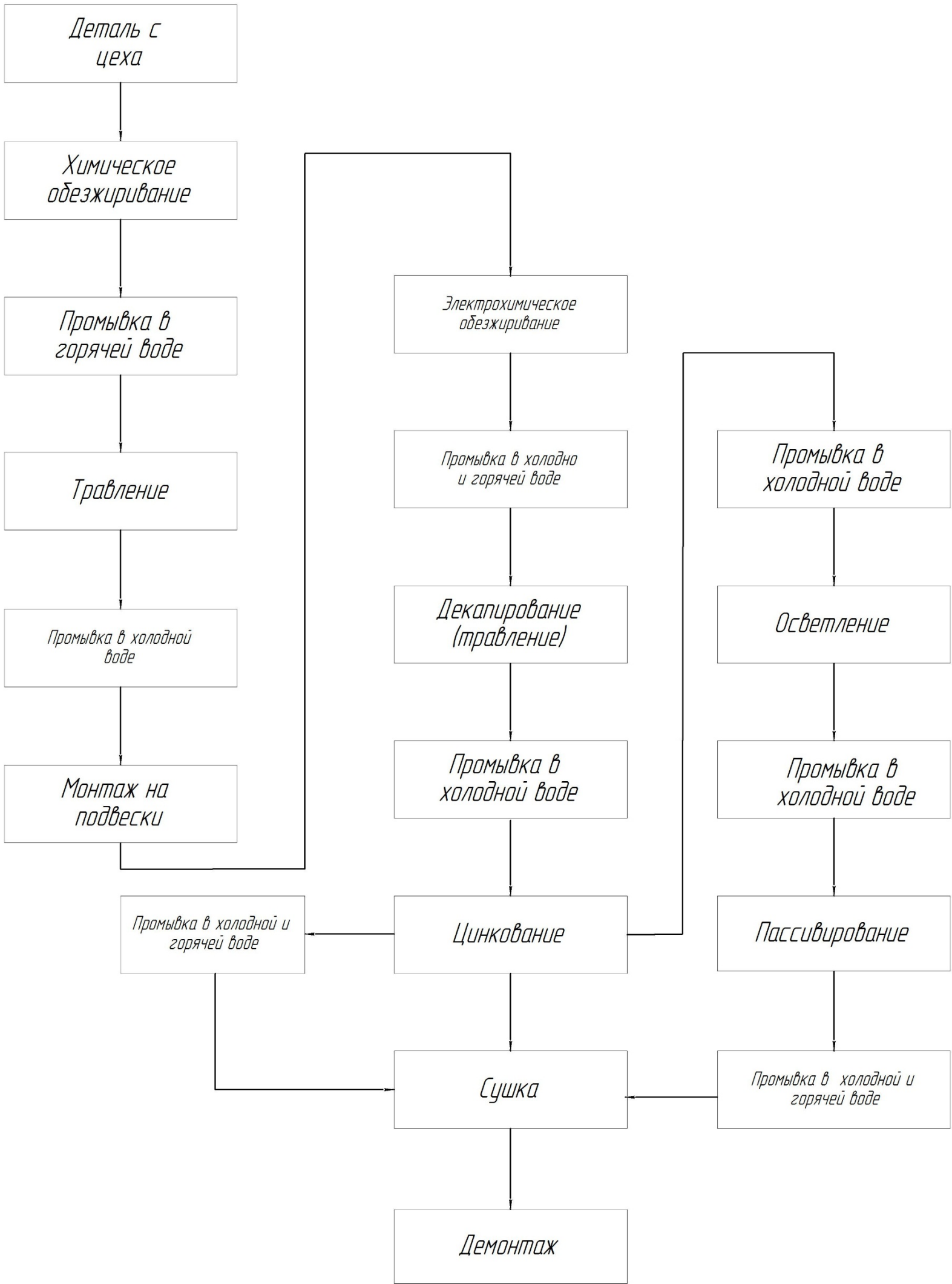
Экспликация зданий и сооружений

Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Литейное производство	1	
2	Производство цветной арматуры	1	
3	Производство стальной арматуры	1	
4	Обрабатывающий цех	1	
5	Производство специальной арматуры	1	
6	Ремонтно-энергетическое отделение	1	
7	Складское хозяйство	1	
8	Инструментальное хозяйство	1	
9	Деревообрабатывающий участок	1	
10	Электротокварный участок	1	
11	Котельная	1	
12	Гараж	1	

Лист № 1 из 1
Дата и время
Лист № 1 из 1

БР-02069042-20.03.01-13М3124-2019					
Изм.	Кол.	Лист	Масштаб	Подп.	Лист
Разработчик	Соборина Т.В.				
Проверил	Возрождение О.С.				
Экз.ком.	Возрождение О.С.				
Б.Ж.Д.	Костюхова В.В.				
Н. контр.	Николаева С.Н.				
Утвердил	Петров И.И.				
Прогнозирование последствий аварии на гальваническом участке машиностроительного предприятия				Статус	Масштаб
Карта-схема предприятия				БР	1:1
				Лист 1	Листов 1
				ПЧ	кар. "ТБ"
				ар. 150/1	





Результаты анализа в холодный период времени года

Название расчета	За 1 час после аварии	За 2 час после аварии	За 3 час после аварии	За 4 час после аварии
Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	103,388	142,201	142,201	142,201
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	83,334	99,653	99,653	99,653
Полная глубина зоны заражения, км	83,334	99,653	99,653	99,653
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	5	10	15	20
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	5	10	15	20
Площадь зоны возможного заражения, км ²	39,24	152,96	353,16	627,84
Площадь зоны фактического заражения, км ²	2,025	9,304	22,703	42,752

Результаты анализа в теплый период времени года

Название расчета	За 1 час после аварии	За 2 час после аварии	За 3 час после аварии	За 4 час после аварии
Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	23,779	32,706	32,706	32,706
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	32,799	40,097	40,097	40,097
Полная глубина зоны заражения, км	32,799	40,097	40,097	40,097
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	6	12	18	24
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	6	12	18	20
Площадь зоны возможного заражения, км ²	56,506	26,022	508,55	627,84
Площадь зоны фактического заражения, км ²	4,788	22	53,681	70,198

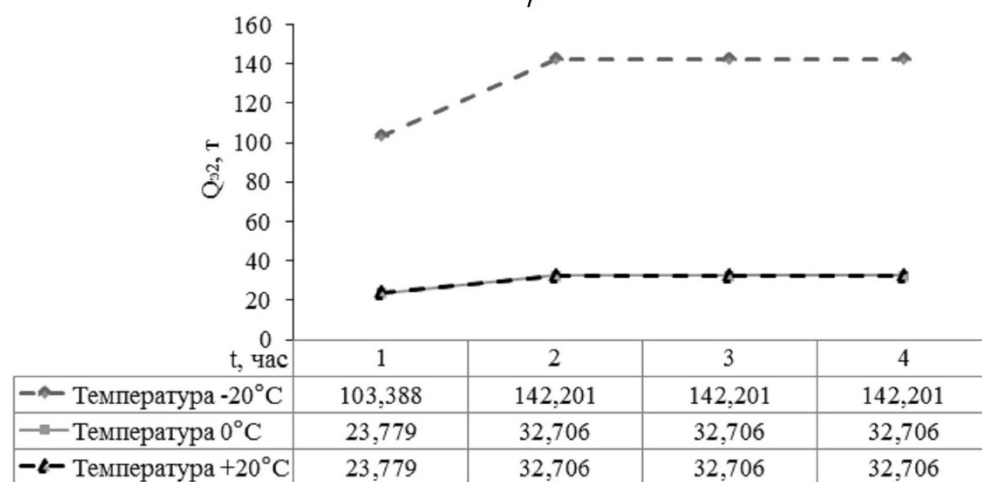
Результаты анализа в переходный период времени года

Название расчета	За 1 час после аварии	За 2 час после аварии	За 3 час после аварии	За 4 час после аварии
Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке, т	23,779	32,706	32,706	32,706
Глубина зоны заражения для вторичного облака, км	32,799	40,097	40,097	40,097
Полная глубина зоны заражения, км	32,799	40,097	40,097	40,097
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс, км	6	12	18	24
Окончательная расчетная глубина зоны заражения, км	6	12	18	20
Площадь зоны возможного заражения, км ²	56,506	26,022	508,55	627,84
Площадь зоны фактического заражения, км ²	4,788	22	53,681	70,198

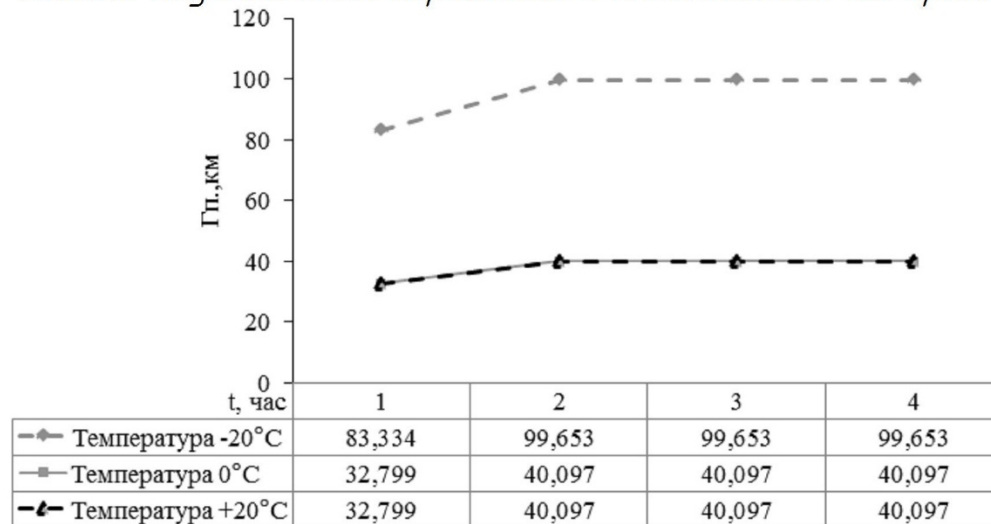
Имя, И.О. Фамилия
Подпись
Дата и время

БП-02069042-20.03.01-13М3124-2019				
Изм.	Минус	Лист	МР/ВК	Подп.
Разработчик	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.
Проверил	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.
Экз-м	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.
Б.И.Д.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.
И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.
И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.
Прогнозирование последствий аварии на гальваническом участке машиностроительного предприятия				
Результаты программы "Студия анализ риска 2011"				
Статус	Масса	Масштаб		
БП		1:1		
Лист	3	Листов	1	
И.И.И. каф. "ТБ" г. 15.11				

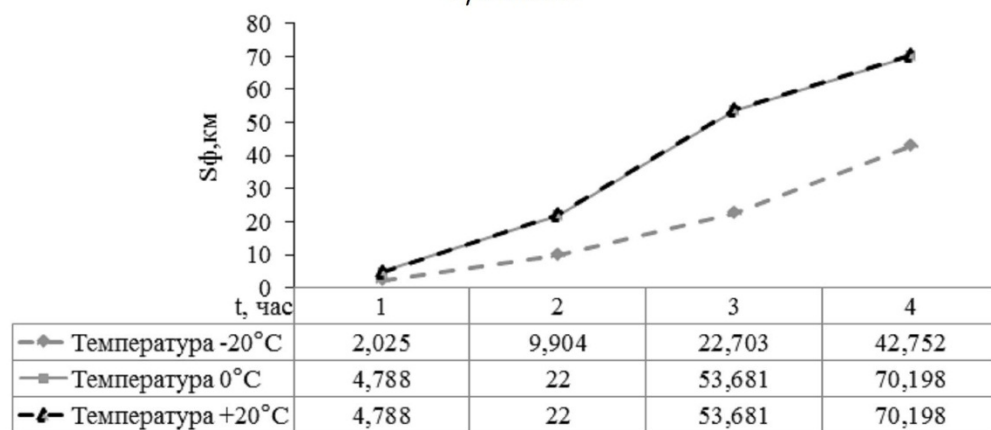
Эквивалентное количество веществ во вторичном облаке от времени



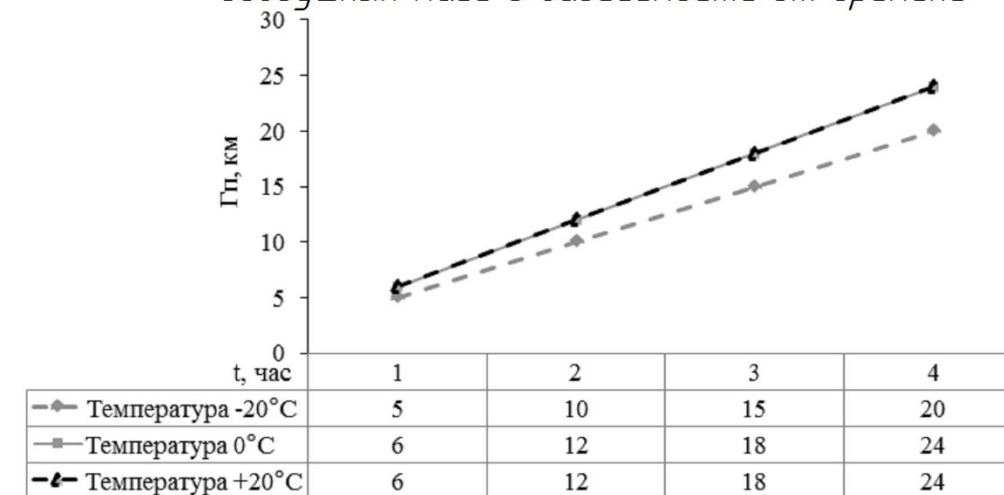
Полная глубина зоны заражения в зависимости от времени



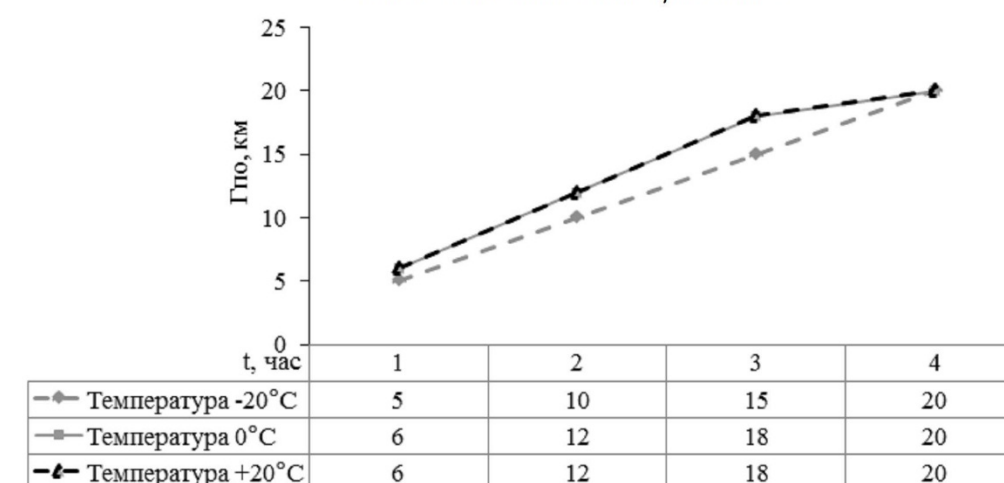
Площадь зоны фактического заражения в зависимости от времени



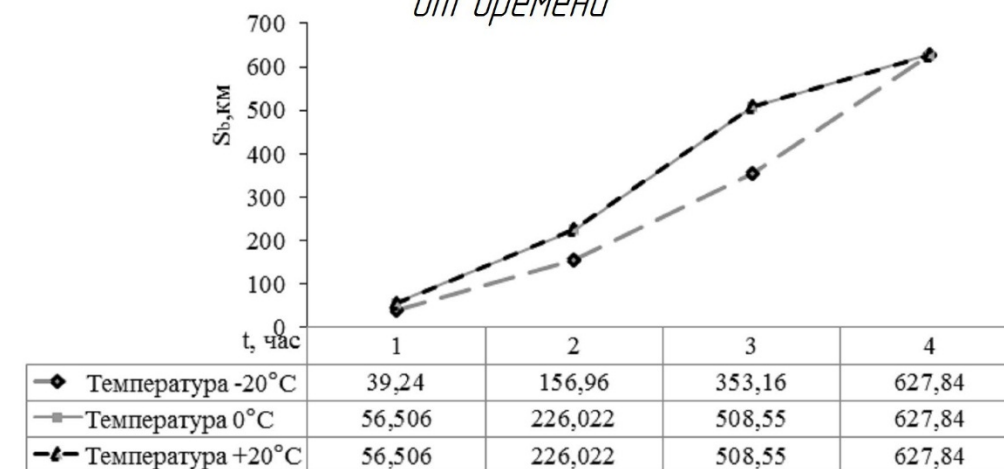
Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс в зависимости от времени



Окончательная расчетная глубина зоны заражения в зависимости от времени



Площадь зоны возможного заражения в зависимости от времени



Приложение Б

Данные для расчета прогнозирования последствий аварии с разливом
химических веществ

Глубина (км) зоны заражения

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менее	0,3	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,6,8	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,3	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49
15 и более	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34

Характеристика АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения
глубины зоны заражения

Название АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Значения коэффициентов						
	газ	жидк ость	K_1	K_2	K_3	K_7 для температуры воздуха			
						- 40	- 20	0	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аммиак	0,0008	0,681	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1
Водород фтористый	-	0,989	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1
Окислы азота	-	1,491	0	0,04	0,4	0	0	0,4	1
Фосген	0,0035	1,432	0,05	0,061	1	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1
Акролеин	-	0,839	0	0,013	3,0	0,1	0,2	0,4	1
Водород хлористый	0,0016	1,191	0,28	0,037	0,30	0,4/1	0,6/8	0,8/1	1/1
Метиламин	0,0014	0,699	0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,3/1	1/1
Метил- акрилат	-	0,953	0	0,005	0,1	0,1	0,2	0,4	1
Фтор	0,0017	1,512	0,95	0,038	3	0,7/1	0,8/1	0,9/1	1/1
Фосфор треххлорист ый	-	1,57	0	0,01	0,2	0,1	0,2	0,4	1
Хлор	0,0032	1,553	0,18	0,052	1	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1

Значение коэффициента K_4 в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

Скорость (км/ч) переноса переднего фронта облака зараженного воздуха в зависимости от скорости ветра

Состояние атмосферы (степень вертикальной устойчивости)	Скорость ветра, м/с														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Инверсия	5	10	16	21	-	-	-								
Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88
Конвекция	7	14	21	28	-	-	-								

Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	$\leq 0,5$	0,6-1	1,1-2	более 2
Угловые размеры, φ°	360	180	90	45