

**В. Ю. БОГОМОЛОВ, А. В. КОЗАЧЕК, И. В. ХОРОХОРИНА,
Ю. А. СУВОРОВА, Е. Ю. КОПЫЛОВА**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ



Тамбов
• Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ» •
2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»

**В. Ю. БОГОМОЛОВ, А. В. КОЗАЧЕК, И. В. ХОРОХОРИНА,
Ю. А. СУВОРОВА, Е. Ю. КОПЫЛОВА**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Утверждено Учёным советом университета
в качестве учебного пособия для студентов вузов,
обучающихся по направлениям подготовки бакалавров
05.03.06 «Экология и природопользование»,
20.03.01 «Техносферная безопасность», по направлению подготовки
магистров 20.04.01 «Техносферная безопасность», по направлению
подготовки кадров высшей квалификации (аспирантуры)
05.06.01 «Науки о Земле» всех форм обучения



Тамбов

• Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ» •

2019

УДК 004.9
ББК 20.1
Б73

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры
«Безопасность и правопорядок» ФГБОУ ВО «ТГТУ»
В. М. Дмитриев

Кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры
«Природопользование и землеустройство»
ФГБОУ ВО «ТГУ имени Г. Р. Державина»
Е. В. Малышева

Богомолов, В. Ю.

Б73 Информационные технологии в сфере экологической безопасности : учебное пособие / В. Ю. Богомолов, А. В. Козачек, И. В. Хорохорина, Ю. А. Суворова, Е. Ю. Копылова ; под. науч. ред. канд. пед. наук, доцента А. В. Козачека. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. – 88 с. – 70 экз.
ISBN 978-5-8265-2011-6

Рассмотрены программные средства для автоматизации рабочих процессов в сфере экологической безопасности. На примерах показаны возможности использования специализированных программных средств для расчёта экологических нормативов и подготовки отчётности в сфере защиты окружающей среды.

Дан теоретический материал, необходимый студенту для более глубокого усвоения соответствующих разделов дисциплин «Информационно-коммуникационные технологии в экологии и природопользовании», «Методы исследований и обработка информации в природопользовании», «Компьютерные технологии в экологической науке и образовании».

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 05.03.06 «Экология и природопользование», 20.03.01 «Техносферная безопасность», по направлению подготовки магистров 20.04.01 «Техносферная безопасность», по направлению подготовки кадров высшей квалификации (аспирантуры) 05.06.01 «Науки о Земле» всех форм обучения.

УДК 004.9
ББК 20.1

ISBN 978-5-8265-2011-6 © Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2019

ВВЕДЕНИЕ

Одним из движущих факторов научно-технического прогресса является улучшение качества управленческих процессов в различных сферах деятельности. Процессы управления и принятия решений всё больше автоматизируются и переходят в сферу информационных систем и специализированных программных комплексов. Информационные технологии автоматизируют привычные алгоритмы управления и принятия решений, сводя к минимуму возможность ошибки и сокращая время и трудозатраты, необходимые для обработки информации.

Информационные технологии являются инструментом передовых специалистов в любой сфере нашего общества. Они позволяют быстро и эффективно выполнять поставленные задачи без значительных затрат дополнительных средств и усилий. Автоматизация процесса расчёта позволяет минимизировать человеческий фактор, а также значительно уменьшает время расчёта и затраченные на него силы.

Автоматизация процессов охраны окружающей среды за счёт применения современных информационных технологий началась в нашей стране в 1990-х гг. На этом этапе наиболее популярными были программные продукты, автоматизирующие отдельные процессы, такие как расчёт платы за негативное воздействие на окружающую среду, составление инвентаризации источников воздействия выбросов в атмосферный воздух, первичный учёт в области охраны окружающей среды, загрязнений водных ресурсов и обращения с отходами.

В настоящее время появляется множество новых программных комплексов, и очень важно уметь их использовать. С 2000-х годов количество программ, направленных на автоматизацию процессов охраны окружающей среды, увеличилось в несколько раз и в настоящее время продолжает расти. При этом наблюдаются изменения и в подходе к решению экологических задач: от однопроцессных программных продуктов к комплексным экологическим системам. Сегодня информационные технологии являются неотъемлемым инструментом специалистов в сфере экологической безопасности.

Программные средства, применяемые специалистами в области защиты окружающей среды, могут быть условно разделены на следующие группы:

- правовые системы, представляющие собой сборники актуальных законов и подзаконных актов, в том числе в сфере экологии, объединённые удобным интерфейсом и поисковой системой;
- специализированное программное обеспечение, автоматизирующее отдельные расчётные методики в области защиты окружаю-

щей среды. Эти программные средства автоматизируют утверждённые методики определения экологических нормативов и оценки качества окружающей природной среды с учётом антропогенного воздействия;

- программные продукты, автоматизирующие процессы обработки экспериментальных данных и формирования отчётности химико-аналитических лабораторий экологического контроля;

- программы и программные пакеты, формирующие актуальные формы экологической отчётности природопользователей на основе имеющихся баз данных, а также введённой пользователем информации. Например, широко распространён программный модуль, рассчитывающий на основе нормативов суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду и формирующий соответствующий отчёт по платежам, а также статистические отчёты;

- электронные графические данные в сфере экологии, нанесённые на карты соответствующей местности (геоинформационные системы);

- программные пакеты, предназначенные для территориальных экологических служб и позволяющие регистрировать, хранить и обрабатывать информацию по множеству промышленных объектов, в том числе их экологическую отчётность, разрешительную документацию и т.д.;

- программные пакеты общего (офисные пакеты) и общетеchnического (системы автоматизированного проектирования, прикладные математические пакеты) назначения.

Это весьма условная классификация. Часто задачи различных групп решаются одним программным пакетом, позволяющим комплексно решать те или иные вопросы в сфере защиты окружающей среды. Обозначенное разделение на функциональные группы, тем не менее, позволяет максимально структурно оценить существующее положение дел в сфере автоматизации экологических процессов.

Важно заметить, что помимо специализированных программных продуктов, специалисту в сфере экологической безопасности следует обратить внимание на экологические интернет-ресурсы консультационной и информационной направленности. Наиболее крупные из них сегодня стали активными центрами для профессиональных дискуссий и информационными площадками по прикладным экологическим вопросам.

Современный специалист в области охраны окружающей среды должен активно использовать информационные технологии для решения прикладных экологических задач и получения актуальной информации в сфере экологической безопасности.

1. ИНФОРМАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ СИСТЕМЫ

Программное обеспечение в области правовой информации в нашей стране представлено, главным образом, двумя альтернативными системами: «Консультант-ПЛЮС» [1] (рис. 1.1) и «Гарант» [2]. Обе эти системы давно присутствуют на рынке и качественно предоставляют пользователям удобный доступ к самой актуальной информации в сфере законодательства: как федерального, так и регионального. Актуально их применение и специалистами в области охраны окружающей среды. Экологическое законодательство регулярно изменяется, а специалистам важно всегда иметь доступ к самым актуальным нормативам и методикам.

Сложной задачей становится не только отслеживание актуальных версий законов и подзаконных актов, но и мониторинг среди всего разнообразия юридической документации нормативных актов, так или иначе имеющих отношение к сфере экологии. Благодаря удобным инструментам каталогизации, поиска и системе обновлений, современные информационно-правовые системы существенно упрощают работу специалиста в области экологической безопасности. Особенно это актуально, учитывая, что информация, необходимая специалистам экологических служб, может находиться и в законодательных актах, напрямую не связанных с охраной окружающей среды.

Например, основной финансовый документ страны – годовой бюджет – содержит статью, которая регламентирует значение инфляционного коэффициента, применяемого при исчислении платы за загрязнение окружающей природной среды для заданного года. Ознакомиться с наиболее вероятным значением коэффициентов для будущего года (с 2006 г. их установлено два, в зависимости от года установления норматива платы) можно после публикации проекта бюджета, а окончательно его значение определится после принятия бюджета РФ на следующий год.

Чтобы отследить появление новых правовых актов экологическим службам следует обращаться к профильным периодическим изданиям, таким, например, как журнал «Экология производства» [3] или к различным интернет-площадкам для общения специалистов в области охраны окружающей среды. Часто такие ресурсы создаются на базе форумов разработчиков специализированного программного обеспечения или на официальных сайтах федеральных и региональных экологических служб.

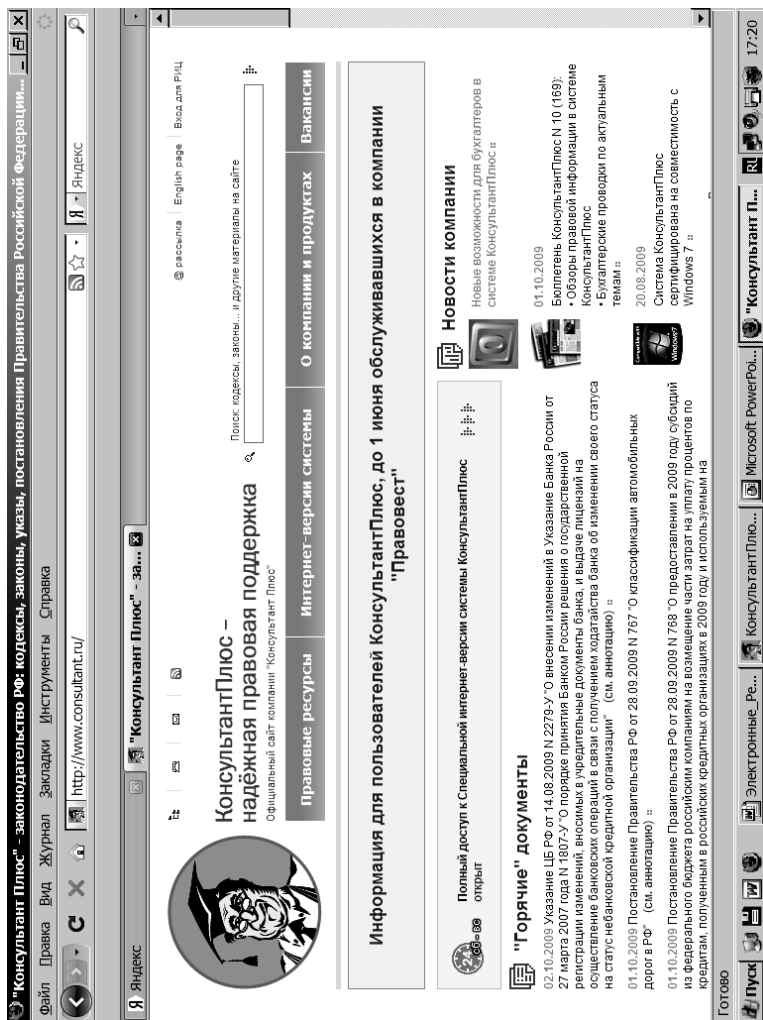


Рис. 1.1. Рабочее окно системы «Консультант Плюс»

2. ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ РАСЧЁТА РАССЕИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

Данный вид программного обеспечения наиболее широко распространён среди специалистов-экологов. Программные продукты этого вида применяются при инвентаризации источников выбросов в атмосферу и при дальнейшем расчёте и установлении нормативов предельно допустимых выбросов. Программные комплексы обычно содержат и реализованные методики и достаточно большое количество необходимой для их реализации справочной информации – различных табличных коэффициентов. Использование таких комплексов удобно тем, что после проведения расчёта все данные сохраняются. В них в любой момент можно внести необходимые корректировки и создать оформленный в соответствии со всеми требованиями законодательства отчёт для согласования актуальных нормативов выбросов. Востребованности таких программных продуктов способствует и высокая трудоёмкость расчётов в области охраны атмосферного воздуха.

Наряду с разработкой нормативов предельно допустимых выбросов, программные продукты рассматриваемого типа представляют интерес для специалистов экологических служб предприятий и с точки зрения расчёта объёмов атмосферных выбросов действующих предприятий. Однако высокая стоимость этих программных продуктов не позволяет им найти широкое применение в этой сфере. Поэтому на предприятиях всё ещё актуальны расчёты валовых годовых или квартальных выбросов в электронных таблицах Microsoft Excel, а также отдельные свободно-распространяемые программные продукты, реализующие методики расчёта атмосферных выбросов от конкретных операций или производств.

Одним из лидеров в области разработки такого рода программных продуктов является организация «Интеграл» [4] из г. Санкт-Петербург. Эта компания предлагает широкую линейку специализированных программ. Важной разработкой фирмы «Интеграл» является программный комплекс «Эколог», реализующий расчёт рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников на основе соответствующей методики ОНД-86 [5], а в более поздних версиях – обновлённой методики расчёта рассеивания согласно приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ

в атмосферном воздухе» [6]. Это официально утвержденная методика, которую следует использовать при расчёте нормативов допустимых выбросов в атмосферный воздух. Данное программное обеспечение наибольший интерес представляет для разработчиков разрешительной экологической документации и чаще используется в проектных организациях, чем на предприятиях.

Расчёты рассеивания по упомянутым выше методикам для одного точечного источника не составляют большого труда. Методики содержат все необходимые формулы и ссылки на необходимую справочную информацию. Однако, на практике, специалисты-экологи имеют дело с огромными массивами информации. В пределах промышленной площадки может быть несколько десятков организованных и неорганизованных источников выбросов, через каждый из которых в атмосферный воздух поступают десятки различных загрязняющих веществ. Такие объёмы данных просчитать без специализированных программных продуктов уже проблематично. Кроме того, некоторые из выбрасываемых загрязняющих веществ образуют группы суммации по своему негативному воздействию. Это ещё более усложняет расчёт. Промышленная площадка обычно представляет собой комплекс различных зданий и сооружений, наличие которых вносит изменения в распространение и рассеивание загрязняющих веществ, что также должно быть учтено в расчётах. И, наконец, расчёты должны быть произведены для множества различных точек, описывающих границу санитарно-защитной зоны предприятия. Всё это делает процесс установления нормативов допустимых выбросов невозможным без применения специализированных программ.

К рассматриваемой категории программных продуктов относится множество других информационных пакетов, а также отдельных прикладных программ. Наиболее распространённые из них будут более подробно рассмотрены ниже.

2.1. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ПРИЗМА–ПРЕДПРИЯТИЕ» (НПП «ЛОГУС»)

Универсальный комплекс программ «Призма–предприятие», разработанный научно-производственным предприятием «Логус» [7], базируется на унифицированной программе расчёта загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Призма–предприятие» (рис. 2.1). Программный продукт предназначен для автоматизации процессов в области защиты атмосферного воздуха.

УПРЗА «Призма–предприятие» согласована ГГО им. Воейкова и может использоваться как при разработке томов проекта предельно

допустимых выбросов (ПДВ) для предприятия, так и при проведении сводных расчётов загрязнения атмосферного воздуха.

УПРЗА «Призма–предприятие» позволяет осуществлять расчёт загрязнения атмосферы и графическое представление полей приземных концентраций для промышленного предприятия, оформлять полный отчёт по результатам расчёта рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, включающий пояснительную записку и оформленные в соответствии с требованиями регулирующих органов таблицы исходных данных и результатов расчёта в формате MS Word.

В состав программного комплекса входит унифицированная программа расчёта загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Призма–предприятие» и три основных модуля – «Норма–предприятие», «Санзона–предприятие», «Том ПДВ–предприятие». Дополнительно программный комплекс «Призма–предприятие» может комплектоваться модулем «ГАЗ».

Модуль «Норма–предприятие» обеспечивает решение обратной задачи рассеяния – автоматизированный расчёт нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) и директивное нормирование источников выбросов ЗВ совместно с УПРЗА «Призма–предприятие».

Prisma Business Application | Price Lists | Prisma Admin User | 13/05/2008

Window

ABC DEMO COMPANY

Price Lists

Price List Code: T1 Trans. Customer Currency Code: SR Exchange Rate: 1.0000000
 Price List Name: Transaction Price List From Group: 0 To Group: ZZZZ
 Arabic Name: قائمة أسعار للحركات From Grade: 0 To Grade: 2
 Profit %: 60.00 Minimum Profit %: 40.00 Base UOM: All UOMs Calculate Prices

Item Groups | Non Stock Details | Linked Transactions

Group Code	Group Name	Max Profit %	Min Profit %	From Grd	To Grade	B.UOM	All
A-DC	DOOR CHANNELS	60.00	40.00				
A-GS	GI-SELF DRILING	60.00	40.00				
A-R	RUBBER	60.00	40.00				

Items

Fixed	Item Code	Item Desc	GC	UOM	WAC in SR per BAN	Unit Rate in SR	Minimum Rate in SR
☐	A-DO-CH04	DOOR CHANNL 3MM 6000I	A	BAN	0.00	6,400.00	5,600.00
☐	A-DO-CH05	DOOR CHANNL 3MM 5000MI	A	BAN	3,100.00	4,960.00	4,340.00
☐	A-DO-CH05	DOOR CHANNL 3MM 5000MI	A	PCS	62.00	99.20	86.80
☐	A-DO-CH05	DOOR CHANNL 3MM 5000MI	C	BAN	0.00	4,960.00	4,340.00

Рис. 2.1. Рабочее окно программы «Призма–предприятие»

Модуль «Санзона–предприятие» реализует алгоритм автоматизированного определения границ расчётной санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия. Модуль рассчитывает размеры расчётной СЗЗ по каждому загрязняющему веществу, учитывает характерную розу ветров, а также совместно с УПРЗА «Призма–предприятие» осуществляет графическое представление полученной санитарно-защитной зоны на карте-схеме предприятия с наложением границы СЗЗ на изолинии полей приземных концентраций.

Модуль «Том ПДВ–предприятие» отвечает за формирование таблиц тома ПДВ и пояснительной записки на основании данных инвентаризации источников выбросов в атмосферный воздух, результатов расчёта полей рассеяния и нормирования выбросов.

Модуль «ГАЗ» осуществляет расчёт загрязнения атмосферы от источников компрессорных станций, применяемых при эксплуатации магистральных и других газопроводов, а также хранилищ природного газа.

Программный комплекс «Призма–предприятие» может дополнительно комплектоваться модулями для визуализации результатов расчёта загрязнения атмосферы на электронных картах и модулем приёма результатов расчёта из программного комплекса «Модульный ЭкоРасчёт».

При наличии дополнительных модулей программный комплекс «Призма–предприятие» обеспечивает выполнение следующих функций:

- создание и ведение базы данных инвентаризации выбросов в атмосферу по всем промышленным площадкам предприятия;
- формирование бланков отчётной формы «1–воздух» для инвентаризации выбросов ЗВ в атмосферный воздух;
- формирование бланков инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в том числе с учётом нестационарности источников выбросов;
- проведение расчётов полей приземных концентраций и представление результатов расчёта в графической форме;
- нормирование атмосферных выбросов загрязняющих веществ от источников загрязнения атмосферного воздуха;
- расчёт и построение объединённой санитарно-защитной зоны для всех промышленных площадок предприятия, по всему набору выбрасываемых ЗВ, с графическим представлением результатов на карте-схеме;
- формирование основных разделов проекта нормативов предельно-допустимых выбросов, в том числе описательной части пояс-

нительной записки на основании введённых данных инвентаризации источников выбросов, результатов расчёта приземных концентраций ЗВ, определения границ санитарно-защитной зоны и результатов нормирования выбросов;

- обеспечение контекстной поддержки пользователя в любом режиме работы программного комплекса.

Для проведения инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу необходимы расчёты выбросов ЗВ от отдельных участков или производств, выполненные на основе утверждённых методик расчёта. Для автоматизации этого процесса программный комплекс позволяет передавать результаты расчётов из программного продукта «Модульный ЭкоРасчёт» посредством специального модуля «Импорт ЭкоРасчёт». Также возможна интеграция комплекса «Призма – предприятие» с различными специализированными программами, в том числе:

- программный комплекс «Кедр» для экологического сопровождения промышленных предприятий;

- геоинформационные системы ArcView или ArcINFO, в которые реализован экспорт информации об источниках выбросов и результатах расчёта рассеивания ЗВ;

- геоинформационная система MapInfo, в которую возможен экспорт данных об источниках загрязнения воздуха и результатов расчёта полей приземных концентраций ЗВ;

- система AutoCAD, из которой возможен импорт файлов топоосновы местности в векторных форматах;

- САПР AutoCAD, в части экспорта графических результатов расчётов, например, изолиний.

Программный комплекс реализует также функцию передачи информации по инвентаризации источников выбросов и результатам расчётов в укрупнённые комплексы «Призма–регион», «Кедр–регион» и «Кедр–объединение».

2.2. УНИФИЦИРОВАННАЯ ПРОГРАММА РАСЧЁТА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ «ЭКОЛОГ» (ФИРМА «ИНТЕГРАЛ»)

Унифицированная программа расчёта загрязнения атмосферы «Эколог» (УПРЗА «Эколог») – разработанная фирмой «Интеграл» программа для расчёта величин концентраций (приземных и на произвольной высоте) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Основным назначением программы УПРЗА «Эколог» является расчёт приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

Унифицированная программа расчёта загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Эколог» автоматизирует алгоритм «Методики расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)», а в более поздних версиях – обновлённой методики расчёта согласно приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». В зависимости от модификации программы реализуются также учёт застройки и расчёт рассеивания на различных высотах. Отдельные модули позволяют автоматизировать расчёт приземных концентраций загрязняющих веществ в выбросах компрессорных станций (реализована отраслевая методика).

Программный комплекс позволяет по информации об источниках выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и условиях окружающей местности произвести расчёт разовых (усредненных за 20 – 30 минутный интервал) концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха при неблагоприятных метеорологических условиях (условиях, в которых приземные концентрации максимальны). Программным комплексом рассчитываются приземные концентрации как отдельных веществ, так и групп суммации, т.е. групп веществ с суммирующимся негативным действием. Общее используемое количество веществ и групп суммации в одном расчёте не ограничено, что позволяет осуществлять расчёты по крупным промышленным предприятиям с большим количеством выбросов в атмосферный воздух.

Расчёты в программном комплексе позволяют учитывать нагретые и холодные выбросы от различных типов источников: точечных, линейных и площадных источников выбросов ЗВ в атмосферу. Рассматриваемые в программе площадные источники выбросов могут быть нескольких различных типов: с выбросом со сплошной поверхности, для которых нельзя указать полного набора характеристик газовой воздушной струи – скорости и объёма выходящих газов, диаметра устья источника (например, пруды-испарители, пылящие поверхности и т.п.); с выбросом со сплошной поверхности, для которых выброс по каждому веществу может иметь несколько значений в зависимости от наблюдаемой скорости ветра; описывающие выбросы из многих мелких точечных источников (например, печных труб в поселке); описывающие выбросы от автомагистралей.

По каждому источнику выбросов загрязняющих веществ может быть задано несколько различных вариантов параметров выброса. При расчёте учитывается влияние рельефа местности на процессы рассеивания загрязняющих веществ путём введения соответствующих

поправок на рельеф для источников в соответствии с утверждёнными расчётными методиками. В программе учитывается фоновая концентрация вещества в атмосфере, в том числе с учётом различных скоростей и направлений ветра, и с учётом расположения постов контроля фонового загрязнения. При необходимости возможна оценка фонового загрязнения воздуха без учёта вклада отдельных источников выбросов, что упрощает расчёты выбросов при реконструкции существующих предприятий.

Программа предоставляет возможности построения нормативных санитарно-защитных зон (СЗЗ) предприятия, а также задания отдельных охранных и производственных зон. В составе УПРЗА «Эколог» в качестве графического модуля используется «ГИС Эколог», который позволяет вносить и изменять карту-схему предприятия и окружающей местности, на которую программный комплекс наносит графические результаты расчёта рассеивания.

Выдаваемый программой расчёт рассеивания может иметь несколько различных вариантов. Кроме того, имеется возможность проведения расчёта с минимальным заданием исходных данных. Расчёт проводится с привязкой к заданным пользователем точкам на местности, среди которых могут быть: узлы сеток в нескольких прямоугольных областях; отдельно заданные точки и точки, описывающие границы санитарно-защитной зоны предприятия и границы зданий. Суммарное число расчётных зон в программном продукте не ограничено.

В результате расчёта определяются значения приземных концентраций загрязняющих веществ в расчётных точках в мг/м^3 или в долях ПДК. Программа сводит полученные значения в специальные таблицы. Графический модуль позволяет сформировать карты изолиний приземных концентраций загрязняющих веществ на местности в любом пользовательском масштабе. Масштаб вывода карт также может выбираться комплексом автоматически с учётом удобства использования карт.

Программный продукт позволяет автоматически определить точки с максимальной приземной концентрацией загрязняющих веществ, а также источники выбросов, дающие наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха. При этом определение источников, дающих наибольшие вклады в загрязнение атмосферы, может осуществляться как в целом по предприятию, так и из задаваемого пользователем множества. Печать отчётов осуществляется как на принтер, так и в файл. Объём отчёта может регулироваться пользователем.

УПРЗА «Эколог» позволяет подключать другие программы серии «Эколог» для совместной работы и обмена данными.

Программа выдаёт полный отчёт о проведённых расчётах по каждому веществу, а также позволяет распечатать карты рассеивания загрязняющих веществ. Основа отчёта – данные о концентрациях загрязняющих веществ в каждой расчётной точке.

Результаты расчётов загрязнения атмосферы необходимы при установлении нормативов ПДВ вещества для действующих, реконструируемых и проектируемых предприятий. Поэтому такие расчёты входят в состав томов ПДВ (для действующих предприятий) и разделов проектов по охране окружающей среды (для проектируемых предприятий).

2.3. «МОДУЛЬНЫЙ ЭКОРАСЧЁТ» (НПП «ЛОГУС»)

«Модульный ЭкоРасчёт» – серия программных продуктов для расчёта и определения валовых и максимально-разовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от различных производств, оборудования, технологических процессов и операций.

Для работы рассмотренных выше программных комплексов, устанавливающих нормативы предельно допустимых выбросов в атмосферный воздух, необходимо ввести полную информацию о характеристиках источников выбросов и характеристиках непосредственно выброса: наименование загрязняющих веществ, их объёмные расходы, температура газовой струи и т.д. Если внесение характеристик источника выброса, как правило, не представляет сложности, даже для проектируемых предприятий (высота и диаметр устья трубы, координаты её расположения можно найти в проектной документации), то определить перечень загрязняющих веществ и их количества, выбрасываемые в атмосферу, для проектируемого производства без дополнительных расчётов невозможно.

В случае, когда нормативы устанавливаются для существующего производства, вопрос определения характеристик выброса сводится к инструментальным замерам. В случае же проектируемого производства специалист-эколог обращается к утверждённым отраслевым методикам расчёта. Так, например, при проектировании лакокрасочного участка, исходя из конкретных марок эмалей, которые планируется использовать, от метода их нанесения и их массового расхода в смену можно определить перечень ЗВ, которые из этих эмалей будут выделяться, и рассчитать их количества в выбросе при помощи специализированной методики. Аналогичные методики существуют и для множества других видов деятельности – для выбросов котельных, автостоянок, металлообрабатывающих производств и т.д. Для использования большинства таких методик необходима справочная информация,

содержащая, например, перечни загрязняющих веществ в эмалях различных марок и т.п. Для удобства выполнения расчётов по этим методикам созданы специализированные программные комплексы, включающие в том числе все необходимые справочные данные. Одним из таких программных комплексов является серия программ «Модульный ЭкоРасчёт».

Входящие в состав продукта программные модули могут применяться для целей:

- проведения инвентаризации источников выбросов и расчёта нормативов выбросов ЗВ;
- подготовки проектов нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ);
- составления разделов «Охрана атмосферного воздуха» проектной документации, а также подготовки экологических паспортов;
- выявления вклада отдельных источников в общий выброс промышленного предприятия;
- определения прогнозных объёмов выбросов при изменении производства или проведении мероприятий по охране атмосферного воздуха.

Программный продукт «Модульный ЭкоРасчёт» (рис. 2.1) состоит из определённого набора модулей, которые могут применяться как отдельно, так и во взаимодействии с остальными модулями. Комплекс реализуется в различных конфигурациях по составу модулей, в зависимости от наличия в конкретном производстве тех или иных технологических процессов и операций.

По результатам расчёта формируются отчётные таблицы с результатами расчёта максимально-разовых и валовых выбросов от технологических операций. Кроме таблиц, отчёты содержат полный набор введённых исходных данных и расчётные формулы из используемых при расчёте методик.

Алгоритмы расчётов основаны на действующих утверждённых нормативных документах и методиках, перечисленных выше. Необходимые для проведения расчётов справочные данные, такие как удельные показатели выделения загрязняющих веществ на единицу оборудования, нормативы выделений загрязняющих веществ для наиболее распространённых материалов и технологических операций, а также другие характеристики, приведённые в соответствующих отраслевых методиках, заложены в программу в виде встроенных справочников. Эти наборы данных поставляются заполненными, с возможностью добавления или корректировки содержащейся в них справочной информации.

Исходные данные			
Предприятие			
ООО Пример			
Наименование исходных данных			
Инвентаризация			
Номер промплощадки		1	
Номер цеха		1	
Номер участка		1	
Начало периода исх.данных		01.01.2012	
Конец периода исх.данных		31.12.2012	
Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта			
Контроль токсичн. обработавших газов автотрансп-та			
Стойка автотранспорта			
Шиноремонтные работы			
Аккумуляторные работы			
Мойка и очистка деталей, узлов и агрегатов			
Испытание и ремонт топливной аппаратуры			
Обкатка и испытание двигателей после ремонта			
Котельные			
Сварочные работы			
Нанесение лакокрасочных материалов			
Механическая обработка материалов			
Механическая обработка древесины			
Кузнечные работы			
Медницкие работы			
Гальваническая обработка			
Изготовление изделий из полимерных материалов			
Изготовление резино-технических изделий			

Рис. 2.1. Работа в программе «Модульный ЭкоРасчёт»

Предусмотрена возможность пересылки результатов расчёта значений атмосферных выбросов загрязняющих веществ (при использовании модуля «Импорт–ЭкоРасчёт») и их дальнейшее использование в программных комплексах серии «Кедр», «Призма» для предприятий/объединений и подразделений Министерства природных ресурсов России.

Программный комплекс имеет модульную структуру, что позволяет при необходимости расширять его конфигурацию и подключать новые модули, полный перечень которых постоянно обновляется разработчиками и дополняется новыми программами. Имеется возможность заменять устаревшие модули при изменении утверждённых расчётных методик.

В состав комплекса входят модули, позволяющие производить расчёты по таким источникам выбросов как полигоны ТБО, автостоянки, мойка автомобилей, склад аккумуляторов, шиноремонт, участок мойки деталей, лакокрасочный участок, участки сварки, гальваники, деревообработки и многие другие.

Для пользования пакетом «Модульный ЭкоРасчёт» необходимо приобретение лицензии. Однако, многие из алгоритмов расчётов, реализованных в программном комплексе, доступны в виде отдельных свободно-распространяемых программных продуктов. Рассмотрим некоторые из них.

2.4. ОТДЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ ДЛЯ РАСЧЁТОВ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Как упоминалось выше, расчёт валовых и максимально-разовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от различных производств осуществляется по стандартизированным методикам. Эти методики могут быть реализованы как в составе коммерческих программных комплексов (например, «Модульный ЭкоРасчёт» НПП «Логус»), так и в виде отдельных свободно-распространяемых программных продуктов, объединяющих в себе алгоритм расчёта для конкретного производственного процесса и необходимую справочную информацию. Обширной библиотекой таких программных продуктов располагает, например, ООО «ЭКОцентр» [8]. Рассмотрим некоторые из них.

2.4.1. «ЛАКОКРАСКА» (ООО «ЭКОЦЕНТР»)

Для расчёта количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу цехом окраски и сушки изделий, может быть применена программа «Лакокраска». Программа скачивается с официального сайта ООО «ЭКОцентр». Лицензия предоставляется бесплатно.

Рассматриваемая программа автоматизирует методику расчёта выбросов ЗВ в атмосферу при нанесении лакокрасочных покрытий на основе удельных показателей и с учётом дополнений НИИ Атмосфера к этой методике [9].

Рассмотрим выполнение расчёта по определению веществ, выбрасываемых в атмосферу цехом окраски и сушки изделий.

Для этого устанавливаем скаченную программу на компьютер и открываем окно «Расчёты». Во вкладке «Список расчётов» нажимаем кнопку «Добавить» и заполнив соответствующие поля добавляем новый объект для расчёта, в данном случае это цех окраски и сушки (рис. 2.2).

Затем переходим во вкладку «Расчёты» (рис. 2.3), где так же с помощью кнопки «Добавить» генерируем новый блок исходных данных, который необходимо заполнить в соответствии с техническим заданием.

Вводим наименование технологической операции. Далее необходимо ввести вид материала, которым производится окрашивание изделий в соответствующее поле (рис. 2.4).

Следующее поле содержит перечень методов нанесения материала (рис. 2.5). Далее вводим данные по расходу материала и режиму работы цеха.

Следующее поле содержит информацию с параметрами воздуха (рис. 2.6).

После ввода всех исходных данных нажимаем кнопку «Применить» и сохраняем исходные данные. Далее в основном окне «Расчёты» выбираем соответствующий объект и нажимаем кнопку «Расчёт». Выбрав «Отчёт для печати», получим результаты расчёта.

2.4.1.1. Пример расчёта

Процесс формирования покрытия на поверхности изделия заключается в нанесении лакокрасочного материала (ЛКМ) и его сушке.

Выброс загрязняющих веществ зависит от ряда факторов: способа окраски, производительности применяемого оборудования, состава лакокрасочного материала и др.

В качестве исходных данных для расчёта выбросов загрязняющих веществ при различных способах нанесения ЛКМ принимают: фактический или плановый расход окрасочного материала, долю содержания в нём растворителя, долю компонентов лакокрасочного материала, выделяющихся из него в процессах окраски и сушки.

Рис. 2.3. Добавление блока исходных данных

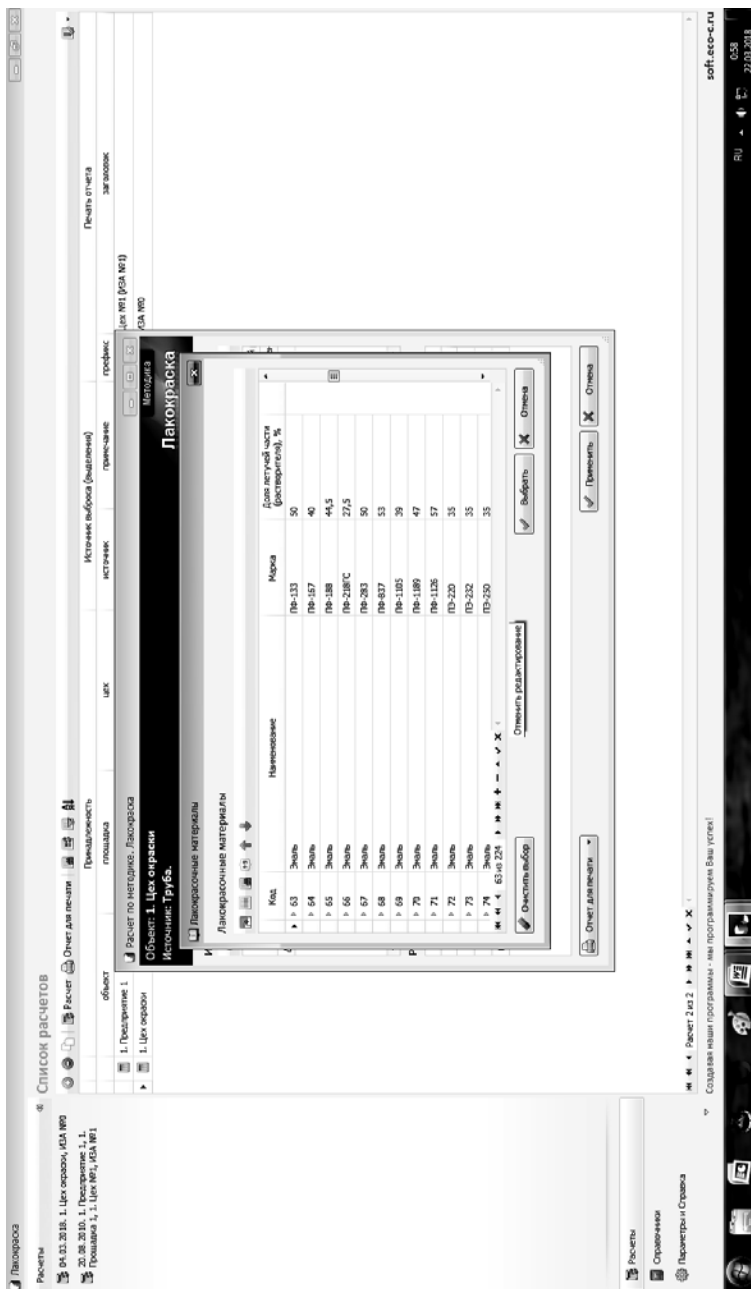


Рис. 2.4. Ввод вида материала

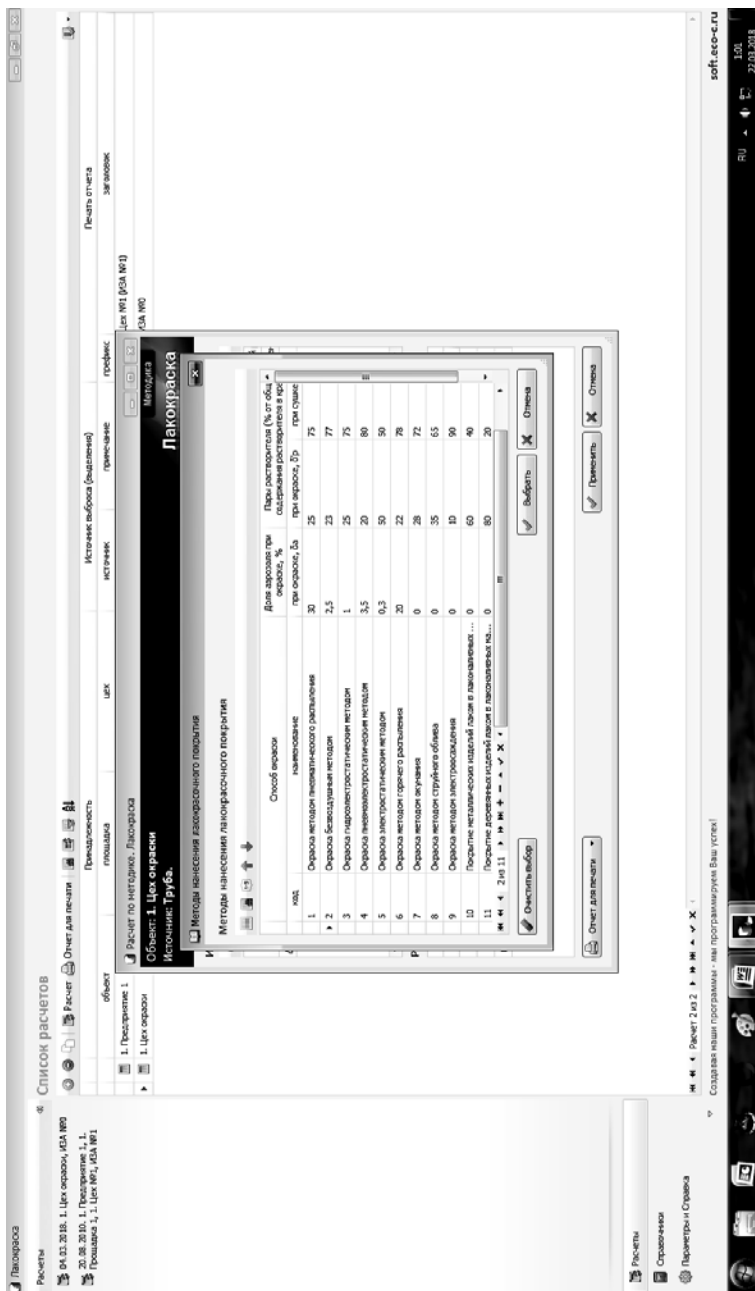


Рис. 2.5. Ввод метода нанесения материала

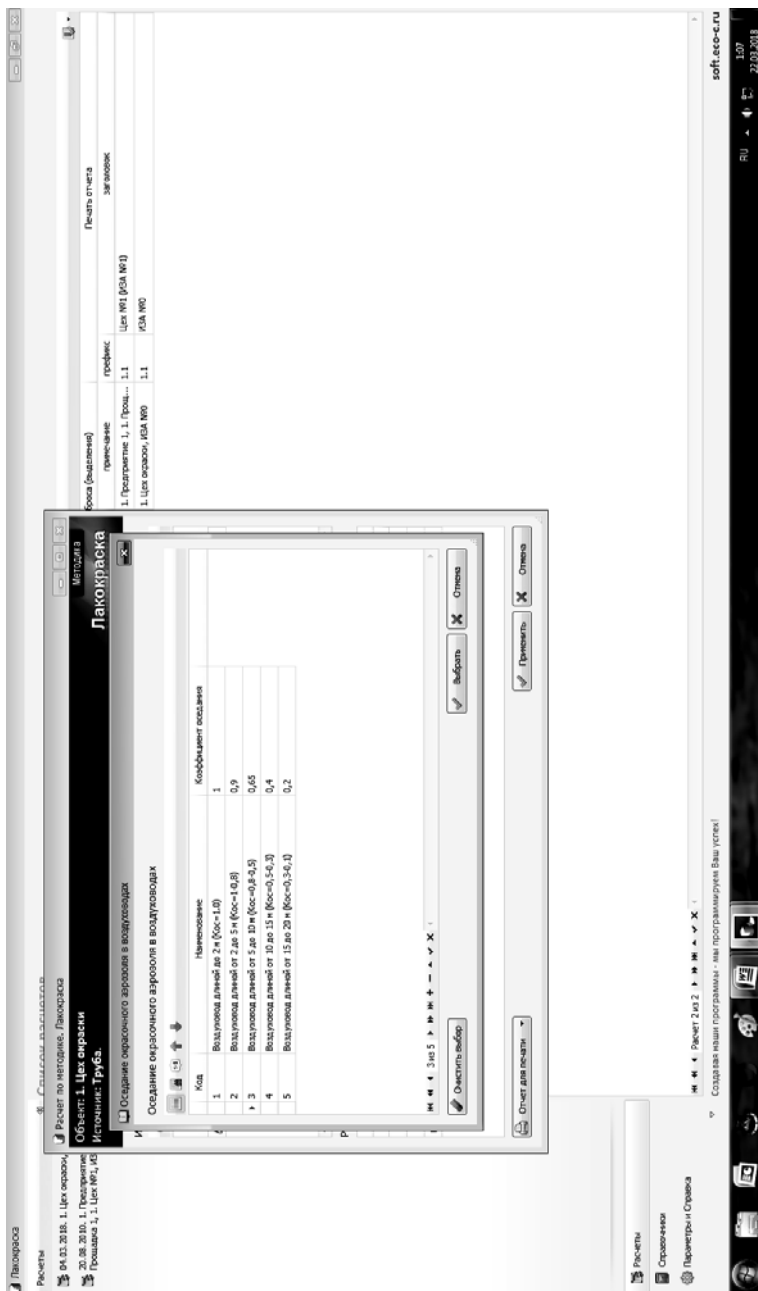


Рис. 2.6. Параметры воздуховода

Расчёт выделений загрязняющих веществ выполнен в соответствии с «Методикой расчёта выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов (на основе удельных показателей). СПб, 1997» (с учётом дополнений НИИ Атмосфера 2005 г.).

Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу, приведена в табл. 2.1.

Исходные данные для расчёта выделений загрязняющих веществ приведены в табл. 2.2.

2.1. Характеристика выделений загрязняющих веществ в атмосферу

код	Загрязняющее вещество	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
	наименование		
616	Диметилбензол (Ксилол)	0,0115741	0,175
2752	Уайт-спирит	0,0115741	0,175
2902	Взвешенные вещества	0,0003762	0,0056875

2.2. Исходные данные для расчёта

Данные	Расход ЛКМ за год, кг	Месяц наиболее интенсивной работы				Одновременность
		расход ЛКМ, кг	число дней работы	число рабочих часов в день		
				при окраске	при сушке	
Окраска и сушка. Эмаль ПФ-133. Окраска безвоздушным методом. Окраска и сушка. Воздуховод длиной от 5 до 10 м (Кос = 0,8 – 0,5)	700	60	30	12	12	+

Принятые условные обозначения, расчётные формулы, а также расчётные параметры и их обоснование приведены ниже.

Количество аэрозоля краски, выделяющегося при нанесении ЛКМ на поверхность изделия (детали), определяется по формуле (2.1):

$$\Pi_{\text{ок}}^{\text{а}} = 10^{-3} \cdot m_{\text{к}} (\delta_{\text{а}}/100) (1 - f_{\text{р}}/100) K_{\text{ос}}, \text{ т/год}, \quad (2.1)$$

где $m_{\text{к}}$ – масса краски, используемой для покрытия, кг; $\delta_{\text{а}}$ – доля краски, потерянной в виде аэрозоля, %; $f_{\text{р}}$ – доля летучей части (растворителя) в ЛКМ, %; $K_{\text{ос}}$ – коэффициент оседания аэрозоля краски в зависимости от длины газовой воздушной трассы.

Количество летучей части каждого компонента определяется по формуле (2.2):

$$\Pi_{\text{ок}}^{\text{пар}} = 10^{-3} \cdot m_{\text{к}} f_{\text{р}} \delta'_{\text{р}} / 10^4, \text{ т/год}, \quad (2.2)$$

где $m_{\text{к}}$ – масса краски, используемой для покрытия, кг; $f_{\text{р}}$ – доля летучей части (растворителя) в ЛКМ, %; $\delta'_{\text{р}}$ – доля растворителя в ЛКМ, выделившегося при нанесении покрытия, %.

В процессе сушки происходит практически полный переход летучей части ЛКМ (растворителя) в парообразное состояние. Масса выделившейся летучей части ЛКМ определяется по формуле (2.3):

$$\Pi_{\text{с}}^{\text{пар}} = 10^{-3} \cdot m_{\text{к}} f_{\text{р}} \delta''_{\text{р}} / 10^4, \text{ т/год}, \quad (2.3)$$

где $m_{\text{к}}$ – масса краски, используемой для покрытия, кг; $f_{\text{р}}$ – доля летучей части (растворителя) в ЛКМ, %; $\delta''_{\text{р}}$ – доля растворителя в ЛКМ, выделившегося при сушке покрытия, %.

Расчёт максимального выброса производится для операций окраски и сушки отдельно по каждому компоненту по формуле (2.4):

$$G_{\text{ок(с)}} = \frac{\Pi_{\text{ок(с)}} \cdot 10^6}{n t \cdot 3600}, \text{ г/с}, \quad (2.4)$$

где $\Pi_{\text{ок(с)}}$ – выброс аэрозоля краски либо отдельных компонентов растворителей за месяц напряженной работы при окраске (сушке); n – число дней работы участка за месяц напряженной работы при окраске (сушке); t – число рабочих часов в день при окраске (сушке).

При расчёте выделения конкретного загрязняющего вещества учитывается в виде дополнительного множителя в формулах (2.1 – 2.3) массовая доля данного вещества в составе аэрозоля либо отдельных компонентов растворителей.

Расчёт годового и максимально разового выделения загрязняющих веществ в атмосферу приведён ниже.

Эмаль ПФ-133

Расчёт выброса окрасочного аэрозоля

$$\Pi_{\text{ок}} = 10^{-3} \cdot 700 \cdot (2,5 / 100) (1 - 50 / 100) \cdot 0,65 = 0,0056875 \text{ т/год};$$

$$\Pi'_{\text{ок}} = 10^{-3} \cdot 60 \cdot (2,5 / 100) (1 - 50 / 100) \cdot 0,65 = 0,0004875 \text{ т/месяц};$$

$$G_{\text{ок}} = 0,0004875 \cdot 10^6 / (30 \cdot 12 \cdot 3600) = 0,0003762 \text{ г/с}.$$

2902. Взвешенные вещества

$$\Pi_{\text{ок}} = 0,0056875 \cdot 1 = 0,0056875 \text{ т/год};$$

$$G_{\text{ок}} = 0,0003762 \cdot 1 = 0,0003762 \text{ г/с}.$$

Расчёт выброса летучих компонентов ЛКМ

$$\Pi_{\text{ок}} = 10^{-3} \cdot 700 \cdot (50 \cdot 23 / 10^4) = 0,0805 \text{ т/год};$$

$$\Pi_{\text{с}} = 10^{-3} \cdot 700 \cdot (50 \cdot 77 / 10^4) = 0,2695 \text{ т/год};$$

$$\Pi = 0,0805 + 0,2695 = 0,35 \text{ т/год};$$

$$\Pi'_{\text{ок}} = 10^{-3} \cdot 60 \cdot (50 \cdot 23 / 10^4) = 0,0069 \text{ т/месяц};$$

$$\Pi'_{\text{с}} = 10^{-3} \cdot 60 \cdot (50 \cdot 77 / 10^4) = 0,0231 \text{ т/месяц};$$

$$G_{\text{ок}} = 0,0069 \cdot 10^6 / (30 \cdot 12 \cdot 3600) = 0,0053241 \text{ г/с};$$

$$G_{\text{с}} = 0,0231 \cdot 10^6 / (30 \cdot 12 \cdot 3600) = 0,0178241 \text{ г/с};$$

$$G = 0,0053241 + 0,0178241 = 0,0231481 \text{ г/с}.$$

616. Диметилбензол (Ксилол)

$$\Pi = 0,35 \cdot 0,5 = 0,175 \text{ т/год};$$

$$G = 0,0231481 \cdot 0,5 = 0,0115741 \text{ г/с}.$$

2752. Уайт-спирит

$$\Pi = 0,35 \cdot 0,5 = 0,175 \text{ т/год};$$

$$G = 0,0231481 \cdot 0,5 = 0,0115741 \text{ г/с}.$$

Таким образом, программа «Лакокраска» позволяет сформировать полный расчёт выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

на основе заданных пользователем условий проведения операций окраски и сушки. Программный продукт содержит все необходимые коэффициенты и справочные данные. Пользователю остается только максимально точно задать параметры производственного процесса и выбрать используемые материалы из встроеного каталога.

2.4.1.2. Задания для самостоятельной работы

В текущем квартале предприятие ввело в эксплуатацию цех окраски изделий и их сушки. Окраска производится при условиях, приведённых в табл. 2.3.

При максимальной загрузке цех работает 30 дней в месяц. При этом на окраску и сушку отводится по 12 часов в день. Для отвода выбросов в атмосферу применяется воздухопровод длиной 7 м.

С использованием программы «Лакокраска» (ООО «ЭКОцентр») определите вещества, выбрасываемые в атмосферу цехом окраски и сушки. Рассчитайте количества загрязняющих веществ, выбрасываемые в атмосферу (т/год и г/с). Сформируйте отчёт.

2.3. Условия окраски изделий

Наименование показателя	Значение для расчёта (по вариантам)						
	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант	6 вариант	7 вариант
Эмаль	ПФ-115	ПФ-133	ПФ-167	ПФ-283	ПЭ-220	ПЭ-232	ЭП-51
Метод окраски	Пневматическое распыление	Безвоздушный метод	Окунание	Струйный облив	Гидроэлектростатический	Пневматическое распыление	Горячее распыление
Расход ЛКМ за год, кг	600	700	800	900	850	750	650
Максимальный расход эмали в месяц, кг	50	60	70	80	75	65	55

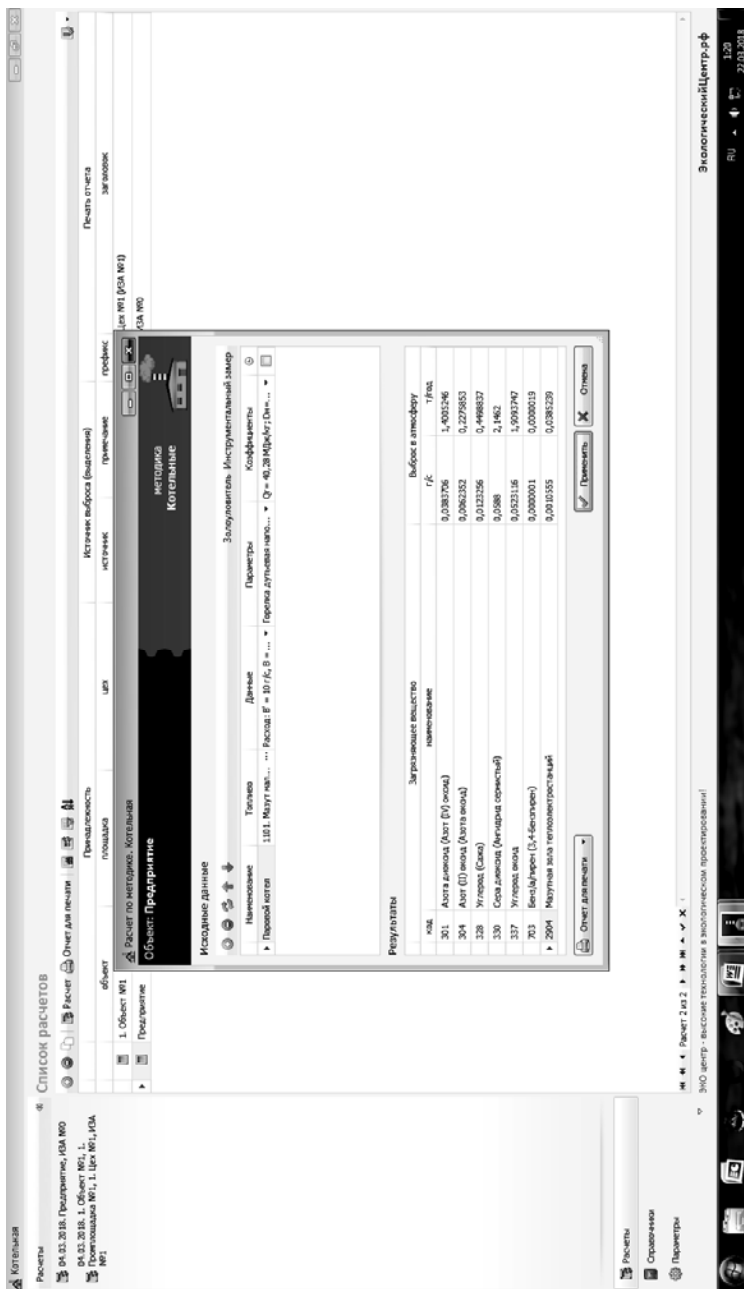


Рис. 2.7. Окно ввода данных в программе «Котельная» ООО «ЭКОцентр»

2.4.2. «КОТЕЛЬНАЯ» (ООО «ЭКОЦЕНТР»)

Для расчёта количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу котельными агрегатами, может быть использована программа «Котельная». Программа скачивается с официального сайта ООО «ЭКОцентр». Лицензия предоставляется бесплатно.

Программа позволяет рассчитывать выбросы загрязняющих веществ с дымовыми газами при сжигании различного (твёрдого, жидкого и газообразного) топлива в котлах разного типа. Расчёт основан на «Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 ГКал в час. М., 1999» [10].

Установив и открыв программу, добавляем новый расчёт. Интерфейс данной программы аналогичен интерфейсу программы «Лакокраска», от пользователя потребуются лишь правильно выбрать необходимую информацию, параметры и условия работы агрегата, после чего нажать кнопку «Расчёт». Правильно заполнив таблицу, нажимаем кнопку «Применить». После ввода данных выбираем «Отчёт для печати» (рис. 2.7) и получаем отчёт.

2.4.2.1. Пример расчёта

Расчёт выделений загрязняющих веществ выполнен в соответствии с «Методикой определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 ГКалл в час (с учётом методического письма НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17 мая 2000 г.)», М., 1999.

Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу от котлоагрегата, приведена в табл. 2.3.

2.3. Характеристика выделений загрязняющих веществ в атмосферу

Загрязняющее вещество		Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
код	наименование		
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,0383706	1,400525
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0062352	0,2275853
328	Углерод (Сажа)	0,0123256	0,449884

Продолжение табл. 2.3

код	Загрязняющее вещество	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
	наименование		
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,0588	2,1462
337	Углерод оксид	0,0523116	1,909375
703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,0000001	0,0000019
2904	Мазутная зола тепло- электростанций	0,0010555	0,0385239

Исходные данные для расчёта выделений загрязняющих веществ приведены в табл. 2.4.

2.4. Исходные данные для расчёта

Данные	Параметры	Коэффициенты	Одновременность
Паровой котёл. Мазут малосернистый. Расход: $V' = 10$ г/с, $V = 365$ т/год. Камерная топка. Паровой котёл	Горелка дутьевая напорного типа: $\beta_k = 1$. Котёл работает в общем случае. Температура горячего воздуха (воздуха для дутья): $t_{гв} = 30$ °С. Доля воздуха, подаваемого в промежуточную зону факела: $\delta = 0$. Рециркуляции нет. Объём сухих дымовых газов задаётся. Теплонапряжение топочного объёма рассчитывается. Промпароперегревателя нет: $\eta_{ос} = 0,05$. Паромеханической форсунки нет: $R = 1,0$	$Q_r = 40,28$ МДж/кг; $D_n = 0,6$ т/ч; $D_\phi = 0,502991$ т/ч; $D'_\phi = 0,502997$ т/ч; $\beta_a = 1,113$; $\beta_r = 0$; $\beta\delta = 0$; $V_t = 1,185198$ м³; $t = 10139$ ч; $Sr' = 0,3\%$; $S_r = 0,3\%$; $q_3 = 0,2\%$; $q_4 = 0,1\%$; $V_{ст} = 14,222$ м³/кг; $\alpha''_т = 1,1$; $Ar' = 0,05\%$; $Ar = 0,05\%$; $q_{4ун} = 0,1\%$; $G_V = 111,1$ г/т	+

Принятые условные обозначения, расчётные формулы, а также расчётные параметры и их обоснование приведены ниже.

Жидкое топливо, паровой котёл.

Оксиды азота. Суммарное количество оксидов азота NO_x в расчёте на NO_2 (в г/с, т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, рассчитывается по формуле (2.5):

$$M_{\text{NO}_x} = B_p Q_i^r K_{\text{NO}_2}^M \beta_t \beta_\alpha (1 - \beta_r) (1 - \beta_\delta) k_\Pi, \quad (2.5)$$

где B_p – расчётный расход топлива, г/с (т/год); Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг; $K_{\text{NO}_2}^M$ – удельный выброс оксидов азота при сжигании мазута, г/МДж; β_t – безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения; β_α – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота при сжигании мазута; β_r – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота; β_δ – безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру; k_Π – коэффициент пересчёта, $k_\Pi = 10^{-3}$.

B_p определяется по формуле (2.6):

$$B_p = B(1 - q_4/100), \quad (2.6)$$

где B – фактический расход топлива на котёл, г/с (т/год); q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания, %.

Для паровых котлов $K_{\text{NO}_2}^M$ считается по формуле (2.7):

$$K_{\text{NO}_2}^M = 0,01 \cdot \sqrt{D} + 0,1, \quad (2.7)$$

где D – фактическая паропроизводительность котла, т/ч.

При подаче газов рециркуляции в смеси с воздухом β_r определяется по формуле (2.8):

$$\beta_r = 0,17 \cdot \sqrt{r}, \quad (2.8)$$

где r – степень рециркуляции дымовых газов, %.

Коэффициент β_δ определяется по формуле (2.9):

$$\beta_\delta = 0,018\delta, \quad (2.9)$$

где δ – доля воздуха, подаваемого в промежуточную зону факела (в процентах от общего количества организованного воздуха).

Оксиды серы. Суммарное количество оксидов серы M_{SO_2} , выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), вычисляются по формуле (2.10):

$$M_{SO_2} = 0,02BS^r(1 - \eta'_{SO_2}), \quad (2.10)$$

где B – расход натурального топлива за рассматриваемый период, г/с (т/год); S^r – содержание серы в топливе на рабочую массу, %; η'_{SO_2} – доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле.

Оксиды углерода. При отсутствии данных инструментальных замеров оценка суммарного количества выбросов оксида углерода, г/с (т/год) может быть выполнена по соотношению (2.11):

$$M_{CO} = 10^{-3} \cdot BC_{CO}(1 - q_4/100), \quad (2.11)$$

где B – расход топлива, г/с (т/год); C_{CO} – выход оксида углерода при сжигании топлива, г/кг; q_4 – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, %.

Параметр C_{CO} определяется по формуле (2.12):

$$C_{CO} = q_3 R Q_i^r, \quad (2.12)$$

где q_3 – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %; Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг; R – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода.

Твёрдые частицы. Суммарное количество твёрдых частиц (летучей золы и несгоревшего топлива) $M_{ТВ}$, поступающих в атмосферу с дымовыми газами котлов (г/с, т/год), вычисляют по формуле (2.13):

$$M_{ТВ} = 0,01Bq_4 Q_i^r / 32,68, \quad (2.13)$$

где B – расход натурального топлива, г/с (т/год); q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %; Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

Суммарное количество мазутной золы M_{M3} в пересчёте на ванадий, в г/с или т/год, поступающей в атмосферу с дымовыми газами котла при сжигании мазута, вычисляют по формуле (2.14):

$$M_{M3} = G_V = B(1 - \eta_{OC})k_{\Pi}, \quad (2.14)$$

где G_V – количество ванадия, находящегося в 1 т мазута, г/т; B – расход натурального топлива; η_{OC} – доля ванадия, оседающего с твёрдыми частицами на поверхности нагрева мазутных котлов; k_{Π} – коэффициент пересчёта, $k_{\Pi} = 10^{-6}$.

G_V может быть определено по результатам химического анализа мазута (2.15):

$$G_V = a_V \cdot 10^3, \quad (2.15)$$

где a_V – фактическое содержание элемента ванадия в мазуте, %.

G_V может быть определено по приближённой формуле (2.16):

$$G_V = 2222A^r, \quad (2.16)$$

где A^r – содержание золы в мазуте на рабочую массу, %.

Бенз(а)пирен. Суммарное количество M_j загрязняющего вещества j , поступающего в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), определяется по формуле (12.7):

$$M_j = c_j V_{сг} B_p k_{\Pi}, \quad (2.17)$$

где c_j – массовая концентрация загрязняющего вещества j в сухих дымовых газах при стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0 = 1,4$ и нормальных условиях мг/нм³; $V_{сг}$ – объём сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании 1 кг топлива, при $\alpha_0 = 1,4$ нм³/кг топлива; B_p – расчётный расход топлива; при определении выбросов в г/с B_p берётся в т/ч; при определении выбросов в т/г B_p берётся в т/год; k_{Π} – коэффициент пересчёта; при определении выбросов в г/с, $k_{\Pi} = 0,278 \cdot 10^{-3}$, при определении выбросов в т/г, $k_{\Pi} = 10^{-6}$.

Концентрация бенз(а)пирена, мг/нм³, в сухих продуктах сгорания мазута на выходе из топочной камеры определяется следующим образом:

– для $\alpha''_T = 1,08 \dots 1,25$ по формуле (2.18):

$$c_{\text{бп}}^M = 10^{-3} \cdot \mathbf{R} (0,34 + 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot q_V) \mathbf{K}_D \mathbf{K}_P \mathbf{K}_{CT} / e^{3,8 \cdot (\alpha''_T - 1)}; \quad (2.18)$$

– для $\alpha''_T > 1,25$ по формуле (2.19):

$$c_{\text{бп}}^M = 10^{-3} \cdot \mathbf{R} (0,172 + 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot q_V) \mathbf{K}_D \mathbf{K}_P \mathbf{K}_{CT} / e^{1,14 \cdot (\alpha''_T - 1)}, \quad (2.19)$$

где $\mathbf{R}$ – коэффициент, учитывающий способ распыливания мазута; α''_T – коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки; q_V – теплонапряжение топочного объёма, кВт/м³; $\mathbf{K}_D$ – коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания; $\mathbf{K}_P$ – коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания; $\mathbf{K}_{CT}$ – коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания.

Для расчёта максимальных и валовых выбросов концентрация бенз(а)пирена приводятся к избыткам воздуха $\alpha_0 = 1,4$ по формуле (2.20):

$$c_j = c_{\text{бп}}^{\Gamma} \alpha''_T / \alpha_0, \quad (2.20)$$

где α''_T – коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки.

Расчёт максимально разового и годового выделения загрязняющих веществ в атмосферу приведён ниже.

Паровой котёл

$$B'_p = 10 \cdot (1 - 0,1 / 100) = 9,99 \text{ г/с};$$

$$B_p = 365 \cdot (1 - 0,1 / 100) = 364,635 \text{ т/год};$$

$$Q'_T = 9,99 \cdot 10^{-3} \cdot 40,28 = 0,502997 \text{ МВт};$$

$$Q_T = (364,635 / 10139 / 3600 \cdot 10^6) \cdot 10^{-3} \cdot 40,28 = 0,502991 \text{ МВт};$$

$$K_{\text{NO}_x}^M = 0,01 \cdot \sqrt{0,502997} + 0,1 = 0,1070922 \text{ г/МДж};$$

$$K_{NO_x}^M = 0,01 \cdot \sqrt{0,502991} + 0,1 = 0,1070922 \text{ г/МДж};$$

$$\beta_t = 1 + 0,002 \cdot (30 - 30) = 1;$$

$$\beta_r = 0;$$

$$\beta_\delta = 0,018 \cdot 0 = 0;$$

$$K'_d = 1,4 \cdot (0,502997 / 0,6)^2 - 5,3 \cdot 0,502997 / 0,6 + 4,9 = 1,440774;$$

$$K_d = 1,4 \cdot (0,502991 / 0,6)^2 - 5,3 \cdot 0,502991 / 0,6 + 4,9 = 1,440802;$$

$$K_p = 0 \cdot 0 + 1 = 1;$$

$$K_{CT} = 0 / 14,22 + 1 = 1;$$

$$C_{CO} = 0,2 \cdot 0,65 \cdot 40,28 = 5,2364 \text{ г/нм}^3;$$

$$q_V = 402,39279 / 1,185198 = 339,5152 \text{ кВт/м}^3;$$

$$q'_V = 402,3972 / 1,185198 = 339,51892 \text{ кВт/м}^3;$$

$$C'_{БП} = 10^{-3} \cdot 1 \cdot (0,34 + 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot 339,51892) / e^{3,8 \cdot (1,1 - 1)} \times \\ \times 1,440774 \cdot 1 \cdot 1 = 0,0004755 \text{ мг/нм}^3;$$

$$C_{БП} C_{БП} = 10^{-3} \cdot 1 \cdot (0,34 + 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot 339,5152) / e^{3,8 \cdot (1,1 - 1)} \times \\ \times 1,440802 \cdot 1 \cdot 1 = 0,0004755 \text{ мг/нм}^3;$$

$$M'_{301}{}^{NO_x} = 9,99 \cdot 40,28 \cdot 0,1070922 \cdot 1 \cdot 1,113 \cdot (1 - 0) (1 - 0) \times \\ \times 0,001 \cdot 0,8 = 0,0383706 \text{ г/с};$$

$$M_{301}{}^{NO_x} = 364,635 \cdot 40,28 \cdot 0,1070922 \cdot 1 \cdot 1,113 \cdot (1 - 0) \times \\ \times (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,8 = 1,400525 \text{ т/год.}$$

$$M'_{304}{}^{NO_x} = 9,99 \cdot 40,28 \cdot 0,1070922 \cdot 1 \cdot 1,113 \cdot (1 - 0) \times \\ \times (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,13 = 0,0062352 \text{ г/с};$$

$$M_{304}{}^{NO_x} = 364,635 \cdot 40,28 \cdot 0,1070922 \cdot 1 \cdot 1,113 \cdot (1 - 0) \times \\ \times (1 - 0) \cdot 0,001 \cdot 0,13 = 0,2275853 \text{ т/год.}$$

$$M'_{328}{}^{KO} = 0,01 \cdot 10 \cdot (0,1 \cdot 40,28 / 32,68) = 0,0123256 \text{ г/с};$$

$$M_{328}{}^{KO} = 0,01 \cdot 365 \cdot (0,1 \cdot 40,28 / 32,68) = 0,449884 \text{ т/год.}$$

$$M_{330}^{SO_2} = 0,02 \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,02) = 0,0588 \text{ г/с};$$

$$M_{330}^{SO_2} = 0,02 \cdot 365 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,02) = 2,1462 \text{ т/год.}$$

$$M_{337}^{CO} = 10^{-3} \cdot 10 \cdot 5,2364 \cdot (1 - 0,1 / 100) = 0,0523116 \text{ г/с};$$

$$M_{337}^{CO} = 10^{-3} \cdot 365 \cdot 5,2364 \cdot (1 - 0,1 / 100) = 1,909375 \text{ т/год.}$$

$$M_{703}^{БП} = (0,0004755 \cdot 1,1 / 1,4) \cdot 14,222 \cdot (9,99 \cdot 3600 \cdot 10^{-6}) \cdot 0,000278 = 0,0000001 \text{ г/с};$$

$$M_{703}^{БП} M_{703}^{БП} = (0,0004755 \cdot 1,1 / 1,4) \cdot 14,222 \cdot 364,635 \cdot 0,000001 = 0,0000019 \text{ т/год.}$$

$$M_{2904}^{MZ} M_{2904}^{MZ} = 10 \cdot 111,1 \cdot (1 - 0,05) \cdot 0,000001 = 0,0010555 \text{ г/с};$$

$$M_{2904}^{MZ} = 365 \cdot 111,1 \cdot (1 - 0,05) \cdot 0,000001 = 0,0385239 \text{ т/год.}$$

Таким образом, программа «Котельная» позволяет сформировать полный расчёт выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на основе заданных пользователем условий работы котлоагрегатов. Программа содержит все необходимые для расчётов характеристики различных видов котлов, а также исчерпывающий каталог различных видов топлива, пригодных для использования в котлах. При этом все необходимые свойства топлива уже содержатся в каталоге, пользователю необходимо только найти среди доступного множества те параметры, которые отвечают рассчитываемым условиям.

2.4.2.2. Задания для самостоятельной работы

Предприятие ввело в эксплуатацию котёл для производства пара для собственных технологических нужд. Паровой котёл работает в условиях, приведённых в табл. 2.5.

Годовой расход топлива можно определять исходя из работы котла 900 часов в год. Режим работы котла – в общем случае (режимная карта отсутствует). Недостающие параметры рассчитываются по приближённым формулам или по составу топлива. Расчётные коэффициенты – принимаются по литературным данным.

С использованием программы «Котельная» (ООО «ЭКОцентр») определите вещества, выбрасываемые в атмосферу котлом. Рассчитайте количества загрязняющих веществ, выбрасываемые в атмосферный воздух (т/год и г/с). Сформируйте отчёт.

2.5. Условия в котельной

Наименование показателя	Значение для расчёта (по вариантам)						
	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант	6 вариант	7 вариант
Топливо	Природный газ, газопровод Уренгой–вод Ужгород	Мазут 40 и 100 низкосернистый	Дизельное топливо	Уголь Кузнецкого бассейна, марка Г, класс промпродукт	Дрова	Сланец Болтышского месторождения	Природный газ, газопровод Брянск–Москва
Расход топлива	0,01 л/с	10 г/с	20 г/с	30 г/с	30 г/с	40 г/с	0,02 л/с
Тип топки	Камерная	Камерная	Камерная	С пневмомеханическими забрасывателями и цепной решёткой прямого хода	Скоростного горения	Слоевая	Камерная
Горелка	Инжекционного типа	Дутьевая напорного типа	Инжекционного типа	–	–	–	Инжекционного типа
Рециркуляция	Нет	Нет	Нет	В щипцы над горелками	В щипцы над горелками	Нет	Нет
Температура горячего воздуха, °С	30	30	30	–	–	–	40
Промпароперегреватель	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
Паромеханическая форсунка	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет

3. ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ РАСЧЁТА НОРМАТИВОВ СБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Если в основу рассмотренных выше программных продуктов легли методики расчёта рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, то программные комплексы «НДС-Эколог» и «Зеркало++» предназначены для расчётов сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и установления соответствующих нормативов допустимых сбросов.

Нормативно допустимый сброс (НДС) – это максимальное общее количество загрязняющего вещества, которое допустимо сбросить со сточными водами в водный объект, при этом обеспечивая соблюдение норм качества воды в контрольном створе данного водного объекта.

Нормативы допустимого сброса устанавливаются для каждого выпуска сточных вод организаций исходя из условий непревышения ПДК вредных веществ в контрольном створе с учётом его целевого использования.

Расчёт нормативов НДС без применения специализированных программ, как и в случае с описанными выше нормативами ПДВ, достаточно сложен и трудоёмок. При расчёте необходимо учитывать фоновое загрязнение водного объекта, в который осуществляется или предполагается сброс сточных вод. Расчёт должен быть проведен для каждого ЗВ, имеющегося в сточных водах. Кроме того, следует учитывать наличие других водопользователей, которые могут сбрасывать такие же ЗВ, повышая их концентрацию, либо вещества со схожим негативным воздействием. Должны быть учтены процессы разбавления ЗВ в водном объекте, а также процессы самоочищения водоёма. Всё это делает расчёт нормативов НДС не менее трудоёмким, чем расчёт нормативов ПДВ.

Проект НДС устанавливает нормативы допустимого сброса для каждого контролируемого показателя с учётом фоновой концентрации, категории водопользования, норм качества воды в водном объекте и т.д.

3.1. ПРОГРАММА «НДС-ЭКОЛОГ» (ФИРМА «ИНТЕГРАЛ»)

Программа «НДС-Эколог» разработана с привлечением специалистов Государственного Гидрологического института. Предназначена для расчётного определения нормативов допустимых сбросов (НДС)

загрязняющих веществ в водные объекты и для автоматизации расчётов проектов нормативов НДС.

Расчёт НДС производится по каждому выпуску сточных вод, имеющемуся на предприятии. В результате расчёта определяются допустимые нормативы сброса, исходя из требований к сточным водам или к качеству вод в используемом для сброса водном объекте. В последнем случае выполняется расчёт необходимой кратности разбавления (смешения) сбрасываемых стоков с водами исходного водного объекта.

При этом расчёт кратности разбавления может быть произведён для нескольких типов водных объектов-приёмников: водотоки, водоёмы и прибрежные зоны морей. Расчёт кратности разбавления основан на действующих нормативных документах и учитывает рекомендованные методики расчёта (ГГИ, ВОДГЕО и т.д.).

Современные версии программы реализуют положения Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей, 2007 в ред. приказа МПР № 339 от 29.07.2014 [11] в части расчёта НДС для отдельных выпусков сточных вод действующих предприятий. Программа предназначена для расчёта нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты и оформления соответствующей документации по образцам, представленным в приложениях к данной методике.

Программа состоит из следующих модулей:

1. *Модуль ведения баз данных.*

Данный модуль позволяет создавать, обновлять и использовать базы данных, содержащие информацию о следующих объектах:

- организации, использующие водные объекты;
- имеющиеся выпуски сточных вод в тот или иной водный объект, с указанием данных об их характеристиках, а также качестве и составе сбрасываемых сточных вод;
- объекты водопользования и их контрольные створы, включая данные о гидрологических и гидрохимических характеристиках водоёма;
- результаты мониторинга качества водного объекта, в том числе результаты химического анализа проб воды, отобранных в контрольных створах и из сточных вод;
- нормативы качества вод, представляющие собой справочник химических веществ, попадающих в водный объект, а также соответствующие им методы определения и нормативы ПДК для различных категорий водных объектов;

– прочая справочная информация, необходимая для выполнения расчётов нормативов НДС.

2. *Расчётный модуль.*

Модуль реализует основные расчётные методики для определения нормативов допустимых сбросов. При этом исходные данные для расчёта задаются пользователем программного средства и при необходимости могут изменяться в ходе работы с программой. В результате работы модуля формируется отчёт в формате Microsoft Word, содержащий электронные таблицы формата Microsoft Excel со всеми исходными данными и полученными результатами. Помимо отчёта, программа ведёт текстовый протокол работы. При проведении расчётов необходимой кратности разбавления сточных вод пользователь имеет возможность выбрать необходимую методику.

Модуль содержит и может реализовывать следующие основные методики определения необходимой кратности разбавления сточных вод при сбросе:

При сбросе сточных вод в водотоки:

- расчёт основного разбавления детальным методом Караушева;
- расчёт основного разбавления методом Фролова–Родзиллера;
- расчёт основного разбавления экспресс-методом ГГИ;
- расчёт начального разбавления методом Лапшева;

При сбросе сточных вод в водоёмы:

- расчёт основного и начального разбавления методом Руффеля;
- расчёт основного и начального разбавления методом Лапшева;

При сбросе сточных вод в прибрежные зоны морей:

- расчёт общего разбавления методом Лапшева.

Программный продукт позволяет пользователю осуществлять корректировку и оптимизацию полученных расчётов. Однако, все действия пользователя сохраняются в автоматически создаваемом текстовом протоколе работы. Этот протокол в формате Microsoft Word содержит все исходные данные для расчёта, формулы из выбранного алгоритма расчёта и результаты подстановки исходных данных в эти формулы. Файл протокола может использоваться контролирующими органами для определения правильности установления нормативов сбросов в водный объект. Кроме того, сохранение результатов расчёта позволяет при необходимости внести изменения в случае реконструкции производства или проведения водоохранных мероприятий.

Результаты расчёта и любые данные программы могут через специально разработанные коммутационные файлы передаваться на любой удаленный компьютер (например, контролирующим органам для проверки результатов расчёта НДС).

Расчётный модуль выполняет также (на основе выбранных методов расчёта кратности разбавления) расчёт концентраций веществ в любой точке водного объекта в зависимости от удалённости от выпуска сточных вод. Помимо табличного представления результатов расчёта концентраций загрязняющих веществ в водном объекте, эти данные для каждой методики расчёта могут быть выведены и в графическом виде.

На основе результатов мониторинга качества воды в водном объекте расчётный модуль может определять динамику изменения качества воды во времени для множества различных точек водного объекта, проверять соответствие полученных данных заданным нормативам. Расчётный модуль позволяет в автоматическом режиме рассчитывать фоновые характеристики загрязняющих веществ в различных створах водного объекта и концентрации веществ в сточных водах.

В результате работы программы создаются следующие формы отчётов:

- общий отчёт за указанный период, который содержит расчёт средних, максимальных, минимальных и других значений концентраций ЗВ;
- отчёт за определённый пользователем отчётный период;
- отчёт на заданную пользователем дату;
- изменение (тенденции) средней концентрации загрязняющего вещества по годам;
- динамика изменения концентраций ЗВ в течение отчётного года.

3. Модуль обмена данными.

Этот модуль используется для импорта/экспорта информации между программными комплексами, установленными на различных компьютерах. Кроме того, модуль реализует функцию архивации данных. При этом базы данных переводятся в специальный формат, обеспечивающий автоматизированный экспорт (импорт) результатов расчётов.

С помощью встроенного мастера пользователь может производить настройку обмена данными в множестве форматов экспорта/импорта в формате:

- Microsoft WORD (Office 97 и выше);
- Microsoft EXCEL (Office 97 и выше);
- текстовых документов ASCII (с форматированием полей или разделителем);
- электронных таблиц DBASE;
- электронных таблиц PARADOX;
- электронных таблиц FOXPRO.

К информационному продукту могут быть подключены другие программы, принимающие для работы базы данных в перечисленных выше форматах. Например, программы, осуществляющие расчёты поверхностного стока с территории промышленной площадки.

Программный продукт обладает удобным интерфейсом пользователя, широкой справочной базой с полезными замечаниями по проведению расчётов НДС и методиками расчёта кратности разбавления сточных вод.

3.2. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ЗЕРКАЛО++» (НПП «ЛОГУС»)

Программный комплекс «Зеркало++» разработан для определения концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в водных объектах, а также расчёта нормативов предельно допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты, формирования плана водоохранных мероприятий для снижения сбросов.

Программа «Зеркало++» позволяет рассчитывать прогноз химического состава воды в водном объекте для проектируемых или действующих выпусков сточных вод. Программа позволяет работать с тремя типами водных объектов – проточными и замкнутыми водоёмами, а также прибрежными зонами морей.

В основу расчётных алгоритмов программы легли разработки В. А. Фролова, И. Д. Родзиллера, А. М. Руффеля, П. Н. Белоконя, М. Ф. Срибного, А. А. Лучшева, Г. В. Зубченко, Л. Х. Максимова, М. А. Бесценной, Г. А. Сулина, С. П. Черкинского, Я. А. Карелина. Программный продукт позволяет реализовать расчёт нормативов предельно-допустимых сбросов двумя методами: на основе фиксированных эмпирических соотношений (ВНИИВО, Харьков и ГХИ, С.-Петербург) и на основе численного решения уравнений турбулентной диффузии, разработанному А. В. Караушевым.

Для проточных водоёмов расчёт разбавления может выполняться по методам Родзиллера или Караушева.

В расчётах могут быть учтены не только средние, но и максимальные глубины рассматриваемых водных объектов. При определённых значениях глубины водного объекта расчёт может осуществляться по двумерной сетке.

Для замкнутых водоёмов расчёт разбавления может также выполняться по методам Руффеля или Караушева. При расчётах может быть учтена существующая (измеренная) скорость течения.

В программе впервые реализована методика расчёта для прибрежных зон морей, позволяющая принимать в расчёт подводные

течения, вертикальные и горизонтальные коэффициенты турбулентной диффузии.

В состав программы входит Банк данных «Объединённый перечень ПДК вредных веществ в воде», содержащий сведения о ПДК, типе ЛПВ, классе опасности и коэффициенте неконсервативности по более, чем 2500 загрязняющих веществам.

Пользователю предоставлен удобный интуитивно понятный интерфейс для ввода данных о водных объектах и выпусках сточных вод.

Расчёт ПДС проводится с учётом фоновой концентрации ЗВ, физического разбавления, выпадения в осадок, химического распада, размыва взвешенных веществ.

Пользователю предоставлена возможность отказа от анализа объекта по бассейновому принципу. В программном комплексе реализована оценка влияния аддитивности ЗВ. Аддитивность ЗВ – это свойство, которое отражает воздействие на ОС одновременно группы нескольких веществ с одним и тем же лимитирующим признаком вредности (ЛПВ). В зависимости от назначения водоёма, аддитивность загрязняющих веществ различна. Так, для рыбохозяйственных водных объектов аддитивными считают все ЗВ, объединённые в группу ЛПВ. А вот для водоёмов коммунально-бытового назначения – аддитивны вещества из группы ЛПВ, которые имеют 1 или 2 класс опасности. Для городских водоёмов аддитивность загрязняющих веществ запрещена.

Расчёты, реализуемые рассматриваемым программным комплексом, учитывают не только качественные и количественные характеристики сточных вод, но и неравномерность сброса сточных вод, условия их сброса, климатические особенности.

При расчёте нормативов предельно-допустимого сброса осуществляется постоянный контроль превышений существующих нормативов качества водного объекта по содержанию загрязняющего вещества или, для аддитивных веществ, – фиксированной группы ЛПВ, в контрольном створе объекта, что позволяет динамически вносить изменения в проводимый расчёт.

Определяя нормативы ПДС, программный комплекс может распределять квоты сброса между различными источниками загрязняющих веществ, исходя из таких характеристик, как фактический объём сбросов, расположения места сброса относительно пункта контроля и многих других факторов. Помимо автоматического установления квот возможно задание квот сброса сточных вод для отдельных предприятий пользователем в ручном режиме, в том числе установив нормативы снижения сброса. При этом программный продукт будет осуществлять расчёт с учётом полученных от пользователя данных.

Процесс распределения квот на сброс имеет важное значение, с точки зрения использования одного водного объекта несколькими природопользователями, которые могут осуществлять сброс сточных вод, содержащих одни и те же загрязняющие вещества, или вещества с одним и тем же ЛПВ. В таком случае расчёт нормативов сброса, произведённый для одного из природопользователей, не покажет общей картины загрязнения водного объекта, что может привести к необратимым последствиям для водной экосистемы. Расчёт нормативов должен в таком случае производиться для всех природопользователей с последующим распределением квот на сброс для каждого из них.

В процессе определения ПДК загрязняющих веществ, поступающих в объекты водопользования со сточными водами, учитывается индекс водного объекта: хозяйственно-питьевое водоснабжение, рыбное хозяйство (высшая и первая категория), культурно-бытовое использование, рыбное хозяйство (вторая категория), одновременное использование в нескольких различных категориях.

ПДК загрязняющего вещества можно задавать не только в виде фиксированного значения, но и в виде величины приращения к фону. Помимо основных алгоритмов расчёта, программный комплекс реализует расчёты и по иным характеристикам сточных вод, таким, например, как температура или содержание растворенного кислорода.

Программа позволяет распечатывать графическую и табличную информацию о распространении ЗВ в заданном участке водного объекта.

По результатам расчёта формируются следующие виды выходных отчётов:

- бланк исходных данных (характеристики водного объекта, параметры выпусков и т.д.);
- бланк ПДС для источника загрязнения водных объектов (приложение 1.2 методики);
- специальный бланк ПДС без приведения данных о фактических концентрациях (мг/л) и фактических сбросах (г/час);
- специальный бланк ПДС с приведением дополнительных данных о годовых фактических сбросах и утверждённых значениях ПДС (т/год);
- таблицы «Прогноз загрязнений по водному объекту» (с заданным шагом);
- бланк «Лимиты временно согласованных сбросов» (по годам).

4. ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ШУМА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

4.1. ПРОГРАММА «ЭКОЛОГ–ШУМ» (ФИРМА «ИНТЕГРАЛ»)

Программный комплекс «Эколог–Шум» (рис. 4.1), разработанный фирмой «Интеграл», применяется для проведения проектных работ по размещению новых промышленных объектов с учётом существующей градостроительной ситуации и оценке влияния шума действующих промышленных объектов на окружающую среду. Определение шумового воздействия от множества источников шума в каждой точке местности осуществляется с учётом явлений дифракции и отражения звука препятствиями в соответствии с действующими расчётными методиками, справочными и нормативными документами. В результате расчётов пользователю выдаются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5...8000 Гц, а также уровни звука. Эти данные передаются как в табличном виде, так и в графическом – в виде шумовой карты.

Программа «Эколог–Шум» выполняет следующие прикладные задачи:

- расчёт и оценка шумового воздействия на территориях, прилегающих к источникам шума: промышленным предприятиям и транспортным магистралям;
- оценка эффективности мероприятий по защите от шумового воздействия, разработка таких мероприятий;
- определение границ санитарно-защитных зон проектируемых или действующих промышленных предприятий по фактору шума;
- экологический аудит различного рода предприятий по воздействию промышленного и транспортного шума на окружающую среду.

К особенностям программного комплекса «Эколог–Шум» можно отнести:

- наличие графического интерфейса, позволяющего отображать и редактировать все данные, описывающие объекты, относящиеся к расчёту шума (источники шума, препятствия, расчётные точки и площадки и т.д.), в графической форме на карте. Программа имеет встроенные инструменты редактирования карт, в том числе и с использованием графической подложки. Допускается использование карт, подготовленных заранее в графическом формате «Эколог»;

Рис. 4.1. Рабочее окно программы «Эколог-Шум»

- определение уровней шума может производиться от различных источников: точечных, линейных и объёмных. При задании характеристик источников шума может быть использован встроенный справочник шумовых характеристик источников шума, пополняемый пользователем. Для различных видов источников шумового воздействия предусмотрены специализированные методики расчёта шумовых характеристик, например, «Расчёт шума от транспортных потоков» и «Расчёт уровня внешнего шума систем вентиляции»;

- программный комплекс позволяет принимать в расчёт препятствия шума. Для удобства пользователя имеется встроенный справочник звукопоглощающих и звукоотражающих свойств материалов, из которых изготавливаются препятствия;

- определение шумовых характеристик осуществляется по расчётным точкам, по полю (расчётной площадке) с заданным шагом, а также по точкам на границе заданных зон (охранной, промышленной, санитарно-защитной и жилой). Определение шумовых характеристик может осуществляться для любой высоты.

4.2. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ШУМ» (НПП «ЛОГУС»)

Программный комплекс «Шум» разработан НПП «Логус» для определения границ санитарно-защитных зон (СЗЗ) промышленных предприятий по фактору шумового воздействия на окружающую среду. Благодаря реализованным расчётным методикам комплекс является полноценной системой автоматизации процессов минимизации и ослаблению зон акустического дискомфорта, оказывающих негативное шумовое воздействие на окружающую среду и человека.

Современный программный комплекс «Шум» состоит из основных модулей:

- программы расчёта «Шум»;
- модуля «Технологическое оборудование»;
- базы необходимых при расчётах справочных данных «Шумовые характеристики технологического оборудования» (к СНиП 23-03–2003) [12].

Программный комплекс реализует следующие основные функции:

- расчёт размеров санитарно-защитной зоны промышленных площадок по фактору шума;
- разработка атласа территорий, инвентаризации производств с детализацией до уровня производственного участка;
- представление результатов расчётов уровня шума в графическом виде на карте промышленной площадки;

- разработка и ведение инвентаризации источников шума на территории промышленной площадки;
- ведение справочника собственного технологического оборудования;
- расчёт уровня проникающего шума от источников, расположенных внутри помещений, с учётом экранирующей (звукоотражающей и звукопоглощающей) способности стен и окон;
- расчёт удельного звукового давления (УЗД) в заданных контрольных точках с учётом экранирования шума зданиями и сооружениями;
- определение зон акустического дискомфорта от отдельных производственных объектов и промышленной площадки в целом.

Расчёт размеров СЗЗ промышленной площадки по фактору шума осуществляется двумя методами:

- аналогов;
- расчётным.

Программный комплекс «Шум» при использовании расчётного метода установления границ санитарно-защитной зоны позволяет определить уровень шумового воздействия от источников шума любого размещения: на территории, внутри зданий, на стенах и крыше зданий, произвольно в пространстве.

Таким образом, программный комплекс «Шум» является универсальным инструментом определения характеристик шумового воздействия на человека и окружающую среду действующих и проектируемых предприятий и позволяет экологам предприятий выбрать оптимальные решения по снижению уровня шума промышленных объектов.

5. ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОТЧЁТНОСТИ

Программы и программные комплексы, позволяющие автоматизировать процесс подготовки экологической отчётности, представлены в нашей стране достаточно широко. На крупных промышленных предприятиях для этих целей часто используют программное обеспечение собственной разработки. Тем не менее, большая часть предприятий и организаций пользуется программами специализированных разработчиков. Одни из популярных разработок – программные комплексы научно-производственного предприятия «Логус», которое достаточно давно и успешно осваивает рынок, а также ряд программных средств, разработанных фирмой «Интеграл».

Многие бланки экологической отчётности доступны для скачивания на официальных сайтах контролирующих органов в формате Microsoft Excel. Тем не менее, для некоторых видов отчётности по-прежнему более удобным способом формирования является ввод исходных данных в специализированные программы. Такие программы распространяются самими пользователями на различных экологических форумах и дискуссионных площадках в сети Интернет.

После перехода Росприроднадзора на приём отчётности в электронном виде и разработки соответствующего программного обеспечения для формирования расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду, широкое распространение получил программный комплекс «Модуль природопользователя» – бесплатное средство подготовки отчётности природопользователя.

5.1. СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ ОТЧЁТНОСТИ «МОДУЛЬ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЯ»

Модуль природопользователя реализован в соответствии с действующим экологическим законодательством: приказами Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 марта 2008 г. № 182 «О внесении изменений и дополнений в приказ федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 5 апреля 2007 года № 204 «Об утверждении формы расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду и порядка заполнения и представления формы расчёта платы за негатив-

ное воздействие на окружающую среду» [13] и от 5 апреля 2007 г. № 204 «Об утверждении формы расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду и порядка заполнения и представления формы расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду» [14], а также Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.07.2005 № 410) «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» [15]. Создаваемые программным средством формы экологической отчётности соответствуют Приказу от 28 января 2011 г. № 17 «Об утверждении статистического инструментария для организации Росприроднадзором Федерального статистического наблюдения за отходами производства и потребления» [16], Приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 16 февраля 2010 года № 30 «Об утверждении порядка представления и контроля отчётности об образовании, использовании, обезвреживании и размещении отходов (за исключением статистической отчётности)» [17], Постановлению Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» [18], Приказу Минприроды России от 09.01.2017 № 3 «Об утверждении Порядка представления декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду и её формы» [19] и Приказу Росстата от 10.08.2017 № 529 «Об утверждении статистического инструментария для организации Федеральной службой по надзору в сфере природопользования федерального статистического наблюдения за отходами производства и потребления» [20].

Модуль природопользователя имеет в своём составе несколько заполненных справочников, необходимых для работы:

- перечень ЗВ, выбрасываемых в атмосферный воздух;
- справочник видов и состава различных видов топлива;
- справочник ЗВ, сбрасываемых в водные объекты;
- федеральный классификатор опасных отходов;
- справочник сумм нормативов платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- федеральные классификаторы ОКАТО и ОКТМО;
- перечень коэффициентов, учитывающих экологические факторы по территориям экономических районов РФ;

- перечень коэффициентов, учитывающих экологические факторы по бассейнам морей и рек;
- перечень утверждённых коэффициентов инфляции.

Программный комплекс «Модуль природопользователя» позволяет формировать следующие отчёты: Технический отчёт; Отчёт 2-ТП (отходы); Отчёт субъектов МСП; Декларация о количестве выпущенных в обращение на территории Российской Федерации за предыдущий календарный год готовых товаров; Отчёт об объектах (мощностях) основного технологического оборудования по обеспечению утилизации отходов от использования; Отчёт о выполнении нормативов утилизации отходов от использования товаров; Расчёт экологического сбора; Расчёты платы за негативное воздействие на окружающую среду. Наиболее востребованной является функция подготовки расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду.

5.1.1. ПРИМЕР РАБОТЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «МОДУЛЬ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЯ»

В данном параграфе мы рассмотрим выполнение расчёта суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду предприятием «Предприятие» в программе «Модуль природопользователя». Допустим, у предприятия образуются отходы, сточные воды и выбросы в атмосферу. Предприятие имеет разрешения на выброс и сброс загрязняющих веществ, а также лицензию на обращение с отходами. Имеются договоры о передаче отходов на захоронение и о передаче отходов на переработку сторонними организациями. Для расчёта суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду в программе «Модуль природопользователя» необходимо совершить ряд последовательных шагов:

Необходимо создать нового природопользователя и заполнить обязательную информацию, также указать какие загрязняющие вещества образуются на предприятии. Создание нового природопользователя, а также загрузка сведений о документации и производственных территориях производится на соответствующей панели (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Рабочая панель программы «Модуль природопользователя»

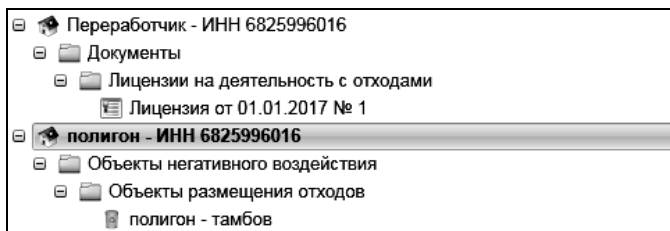


Рис. 5.2. Структура предприятий во вкладке «Реестры»

Далее необходимо добавить производственную территорию и выпуск сточных вод для данного предприятия. Для осуществления дальнейшего расчёта по предприятию нужно ввести соответствующие разрешения на выброс и сброс, а также лимиты на размещения отходов.

Так как захоронение и переработка отходов происходит не на территории данного предприятия, то следует создать двух дополнительных природопользователей: «Полигон» и «Переработчик». Также для предприятия «Переработчик» нужно ввести лицензию на деятельность с отходами, а предприятию «Полигон» – информацию об объекте размещения отходов. Полученная структура приведена на рис. 5.2.

На предприятии имеются утверждённые нормативы образования отходов и лимиты на их размещение, а также лицензия на обращение с отходами. Передача отходов для захоронения производится предприятию «Полигон», а для утилизации – предприятию «Переработчик».

Во вкладке «Реестр» нажимаем кнопку «Добавить плательщика». Заполнив обязательные поля, обозначенные синим цветом, сохраняем (рис. 5.3).

Затем для плательщика, по которому будет вестись расчёт, добавляем загрязняющие вещества (рис. 5.4).

Выделяем плательщика (в нашем случае «Предприятие») в реестре и нажимаем кнопку «Добавить производственную территорию».

Откроется форма ввода информации по производственной территории (рис. 5.5).

Заполнив обязательные поля, обозначенные синим цветом, сохраняем.

В таблице с отходами нажимаем «Добавить новую строку», в крайнем левом столбце «Код» открываем справочник с отходами ФККО и выбираем необходимые нам отходы (рис. 5.6).

В связи с вступлением в действие нового ФККО в «Модуле природопользователя» вводится обновлённый справочник кодов ФККО.

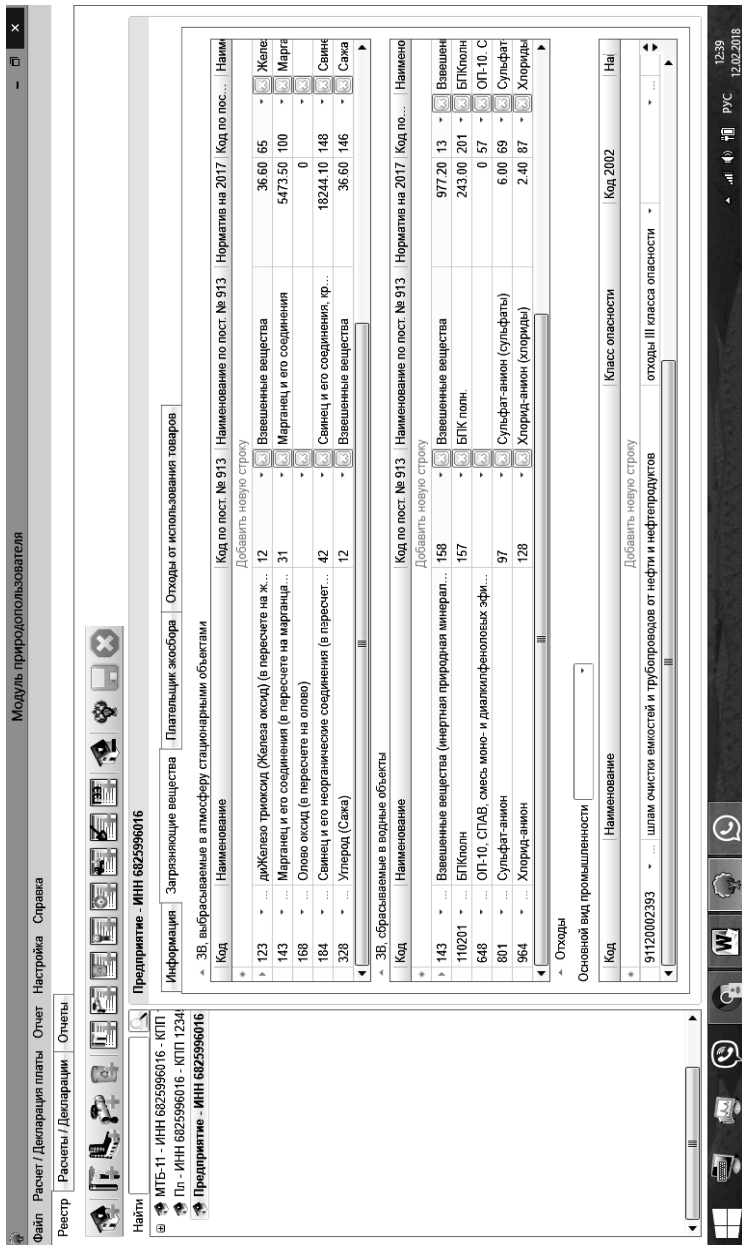


Рис. 5.4. Ввод загрязняющих веществ

Рис. 5.5. Добавление производственной территории

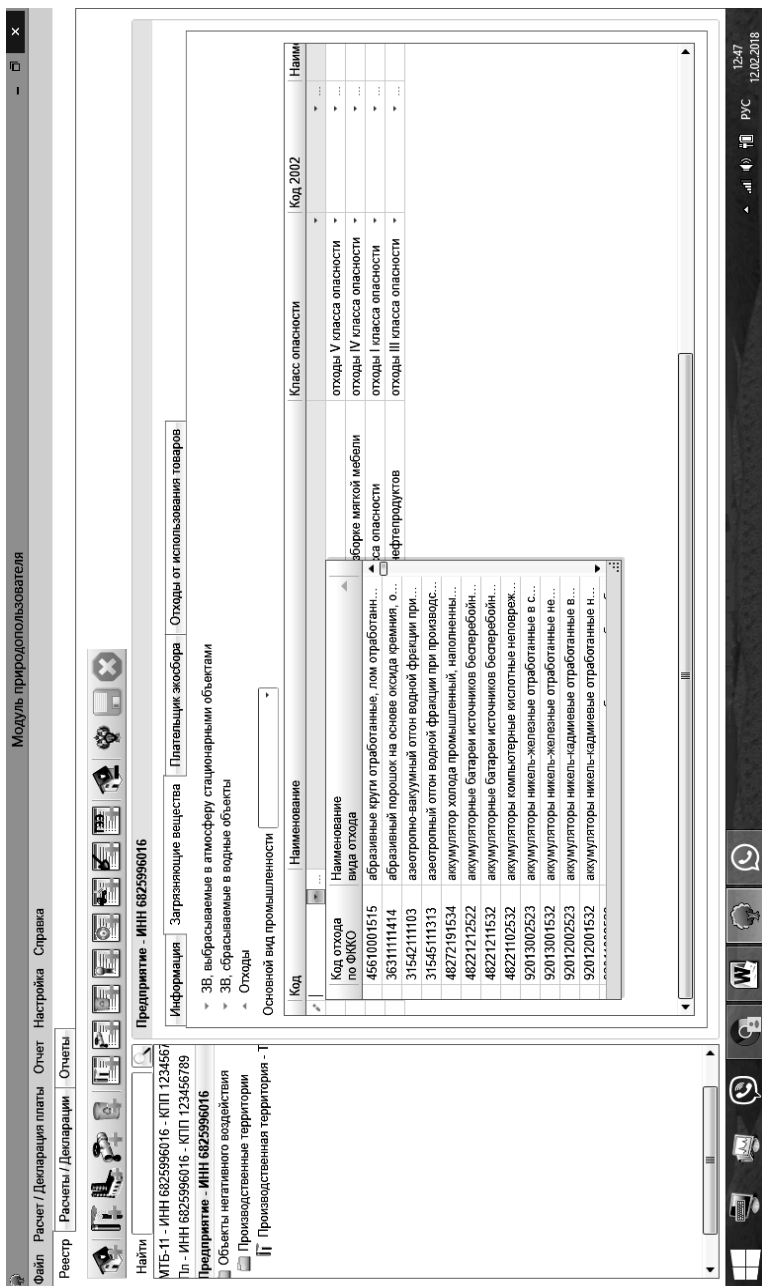


Рис. 5.6. Добавление отходов

Во вкладке «Загрязняющие вещества» в разделе «отходы» отходы, добавленные до версии 2.4.0., автоматически сопоставляются с кодами из нового справочника.

В первом столбце «Код» указан код по ФККО-2014, столбцы «код 2002» и «Наименование 2002» – код и наименование отхода по старому справочнику.

Если столбец «Код» остался пустой, т.е. совпадение с новым кодом по ФККО-2014 не найдено или не имеет однозначного сопоставления, то выбираем нужный код вручную.

В том случае, если нет сопоставления с новым справочником, оставляем столбец пустой.

Затем нам необходимо добавить лимит на размещение отходов. Для этого в верхней части экрана нажимаем на соответствующий значок (рис. 5.7).

Заполняем обязательные поля, обозначенные синим цветом. В сведениях об отходах помечаем «по производственной территории». Отходы, указанные нами в разделе «Загрязняющие вещества» предприятия, автоматически заполняют такие столбцы таблицы, как «наименование», «код» и «класс опасности отхода». От нас потребуется заполнить только годовые нормативы образования отходов.

У предприятия имеется лицензия на обращение с отходами. Создаём её в реестре, нажав на соответствующий значок в верхней части экрана. Заполняем обязательные поля, обозначенные синим цветом и выбираем орган, которым была выдана лицензия (рис. 5.8).

Передача отходов для захоронения производится предприятию «Полигон», а для утилизации – предприятию «Переработчик». Таким образом, во вкладке «Реестр» указываем нового плательщика – предприятие «Переработчик». Заполняем обязательные поля (рис. 5.9).

У «Переработчика» имеется лицензия на деятельность с отходами. Создаём её во вкладке «Реестр», выбрав соответствующий значок. Заполняем необходимые поля, указываем орган, выдавший лицензию, сохраняем (рис. 5.10).

Далее, создаём нового плательщика – предприятие «Полигон». Для этого во вкладке реестр выбираем соответствующий значок. Заполняем информацию о данном предприятии и сохраняем (рис. 5.11).

Затем добавляем объект размещения отходов, заполняем необходимые поля, обозначенные синим цветом (рис. 5.12).

Выбрав во вкладке реестр «Предприятие», создаём два договора о передаче отходов. В первом договоре указываем в качестве получателя предприятие «Переработчик» (рис. 5.13), а во втором – предприятие «Полигон» (рис. 5.14). Заполняем поля, указанные синим цветом.

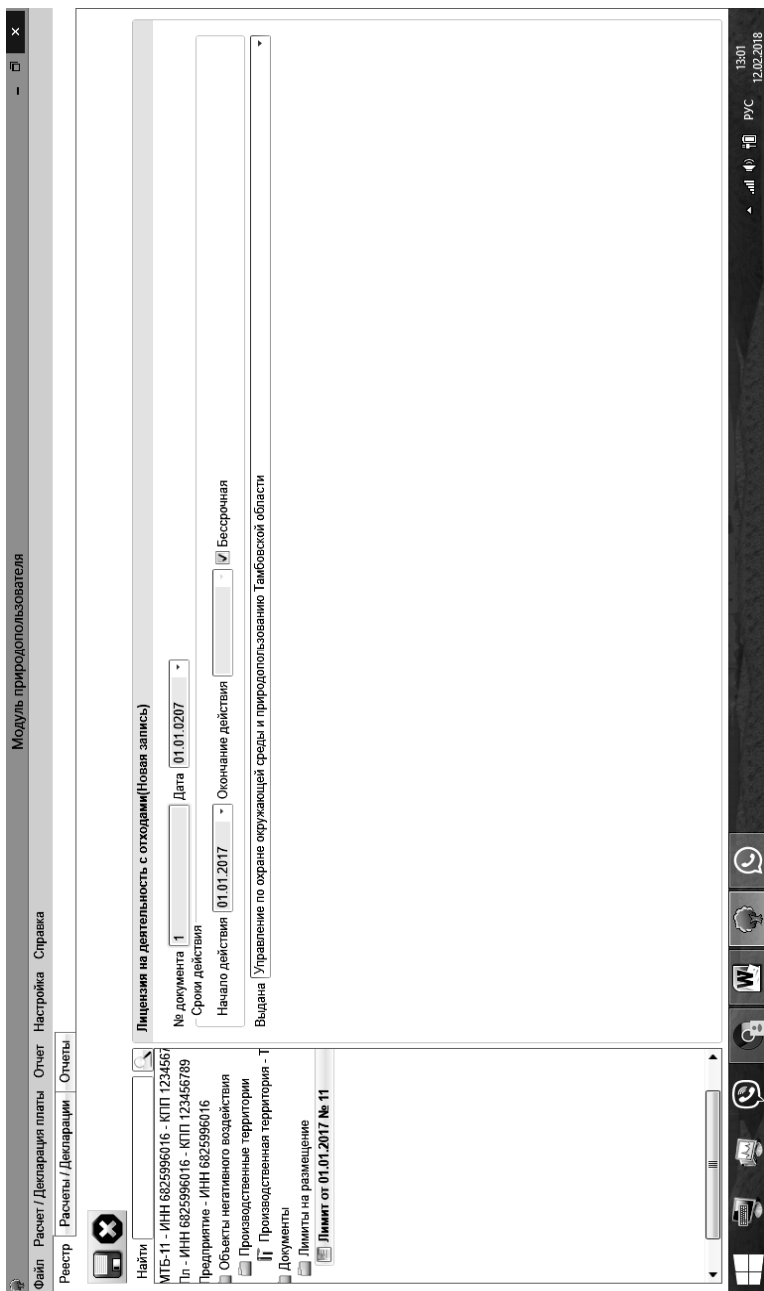


Рис. 5.8. Создание лицензии на обращение с отходами

Модуль природопользователя

Файл Расчет / Декларация платы Отчет Настройка Справка

Регистр Расчеты / Декларации Отчет Настройка Справка

Найти

МТБ-11 - ИНН 6825996016 - КТП 1234567
 Переработчик - ИНН 6825996016
 Тп - ИНН 6825996016 - КТП 123456789
 Предприятие - ИНН 6825996016
 Объекты негативного воздействия
 Производственные территории
 Производственная территория - Т
 Документы
 Лимиты на размещение
 Лимит от 01.01.2017 № 11
 Лицензии на деятельность с отходами
 Лицензия от 01.01.2017 № 1

Переработчик - ИНН 6825996016

Информация Загрязняющие вещества Платежи экосбора Отходы от использования товаров

Полное название Переработчик

Краткое название Переработчик

ИНН 6825996016 Дата регистрации 12.02.2018 Размер и чистотность Не установлено

КТП ОГРН / ОГРНИП Дата ос. регистрации 30.10.2017 ОКПО

Основной номер в ЕГРОП(ЕГРИП) Дата внесения в ЕГРОП(ЕГРИП)

ОКОПФ Код ИСКИ (выдается Росприроднадзором)

Головная организация

Коды ОКБЭД

Код Расшифровка Основной

Добавить новую строку

Контактная информация

Телефон Факс E-mail

Адреса

ОКАТО Индекс Адрес (район/насел. пункт) Улица № дома, корп. (стр.)

Юридический/домашний 680000000000 392000 Тамбов Светская 106

Фактический

Руководитель / бухгалтер

Банковские реквизиты

Наименование банка р/с и/с БИК

13:05 12.02.2018

Рис. 5.9. Создание новогоплательщика «Переработчик»

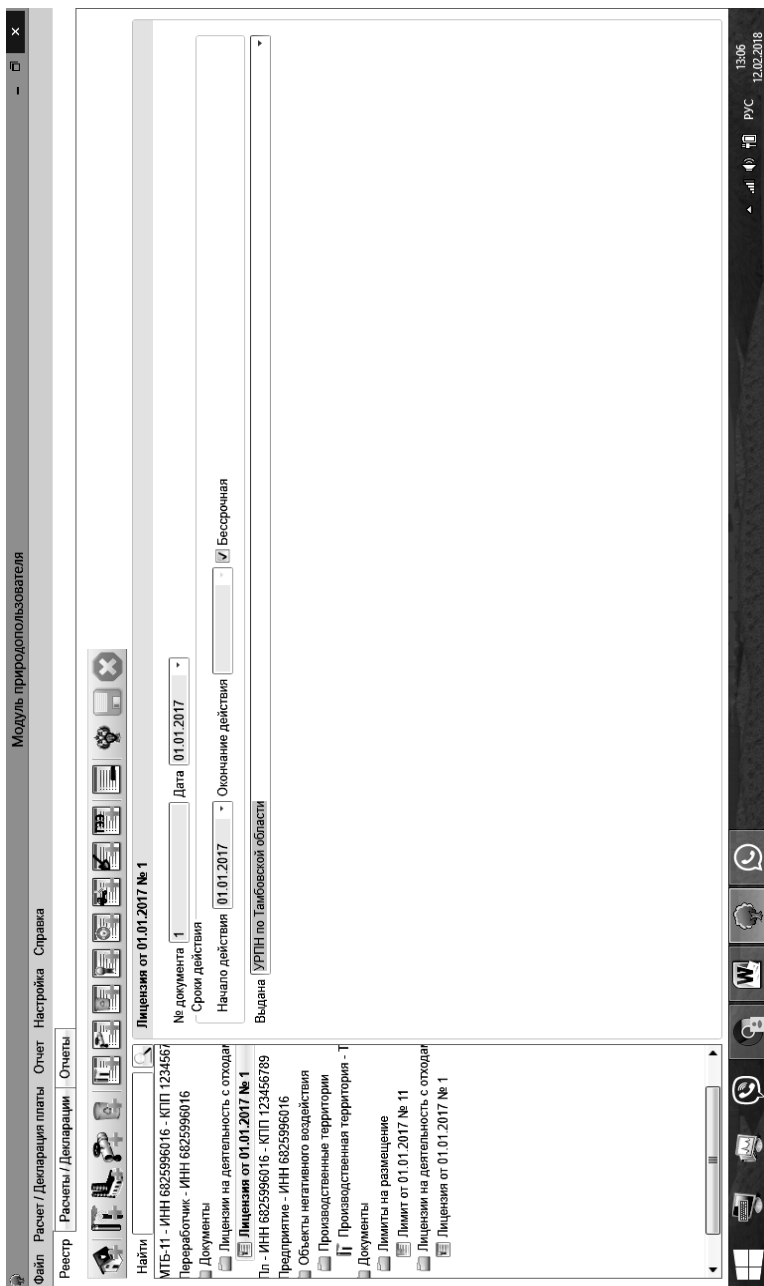


Рис. 5.10. Добавление лицензии на деятельность с отходами «Переработчик»

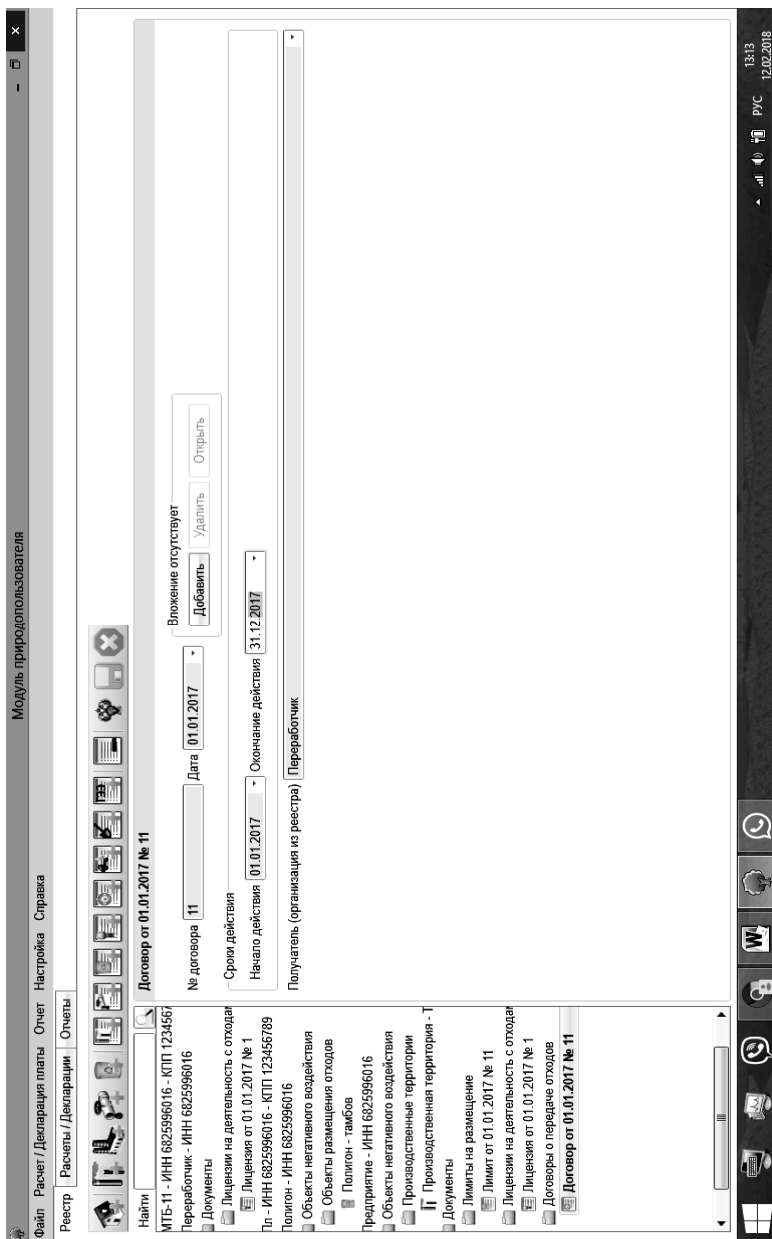


Рис. 5.13. Договор о передаче отходов предприятию «Переработчик»

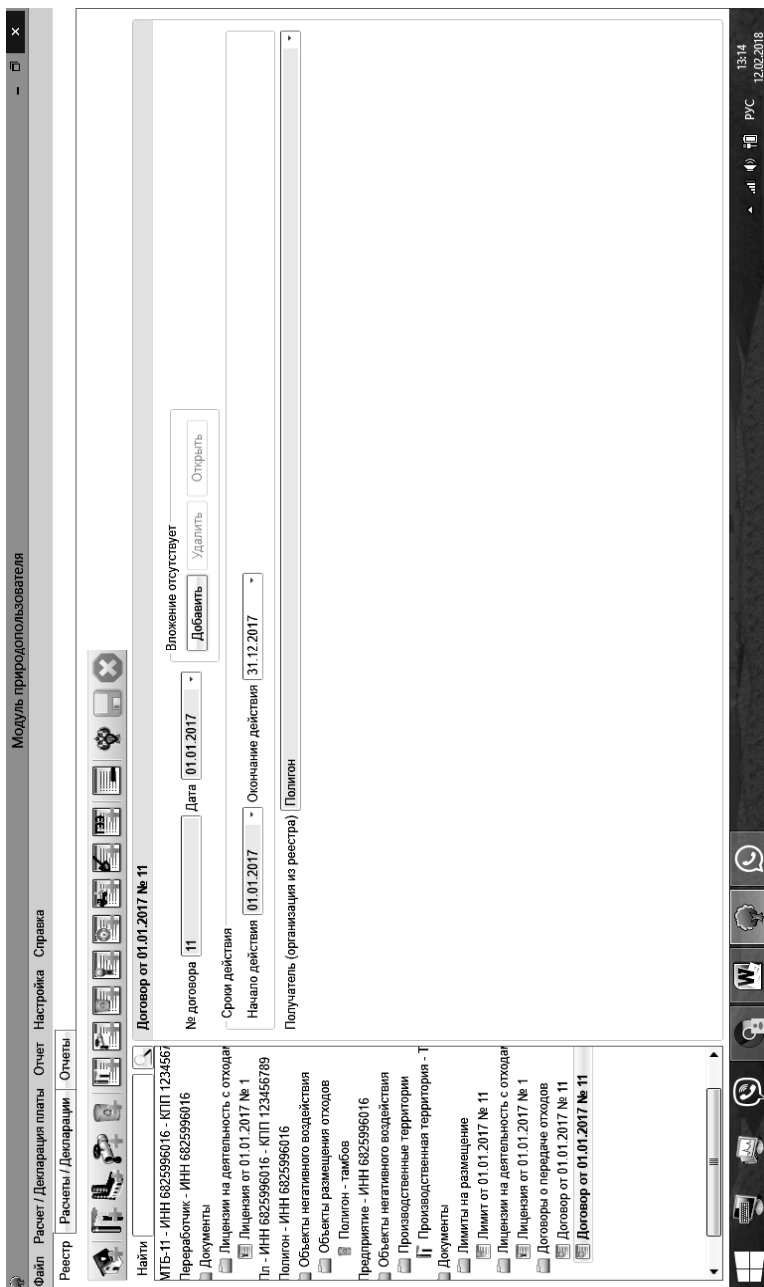


Рис. 5.14. Договор о передаче отходов предприятию «ПолYGON»

Выбрав во вкладке «Реестр» «Предприятие», создаём два акта приёма-передачи отходов. В первом акте указываем в качестве получателя предприятие «Переработчик» (рис. 5.16), а во втором – предприятие «Полигон» (рис. 5.15). Заполняем поля, указанные синим цветом.

Переходим к следующему этапу нашей работы. Выбираем вкладку «Расчёты/Декларации». Вся информация о предприятиях, заполненная во вкладке «Реестр», автоматически переносится сюда.

Создаём расчёт, нажав на соответствующий значок в верхнем левом углу (выбрав наше предприятие). В открывшемся титуле отчёта заполняем обязательные поля, обозначенные синим цветом. Обязательно помечаем расчётный период и вид документа (необходимый квартал, первичный соответственно) (рис. 5.17).

Затем добавляем «Расчёт платы» по ОКАТО. Здесь также заполняем обязательные поля. Помечаем, что объект размещения отходов находится за пределами промышленной зоны источника негативного воздействия; не является специальным полигоном. Информация об отходах, заполненная нами в «Реестре», автоматически переносится в расчёт (рис. 5.18).

Сделав два клика в строке с отходом, мы увидим окно «Размещение отходов производства и потребления». В нём указываем следующую информацию: сколько образовалось отходов в собственном производстве, сколько использовано, сколько передано оператору по обращению с ТКО и т.д. Сделав требуемые заполнения, нажимаем «Рассчитать», «Ок». Таблица автоматически заполнится суммами платы. Такую операцию проводим с каждым отходом (рис. 5.19).

Для выгрузки «Расчёт платы» по ОКАТО для нашего предприятия, нажимаем на значок «Сформировать форму расчёта платы в Excel». Все результаты нашего расчёта будут представлены в файле Excel.

Расчёты суммы платы за сбросы в водные объекты и выбросы в атмосферу выполняются по аналогии с расчётом по отходам. Полученные результаты приведены ниже.

Расчёт платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу проводится по веществам (рис. 5.20).

Ввод/изменение информации о загрязняющих веществах осуществляется через диалоговое окно, изображённое на рис. 5.21.

Расчёт платы за сбросы загрязняющих веществ в водный объект проводится по веществам (рис. 5.22).

Ввод/изменение информации о загрязняющих веществах осуществляется через диалоговое окно, изображённое на рис. 5.23.

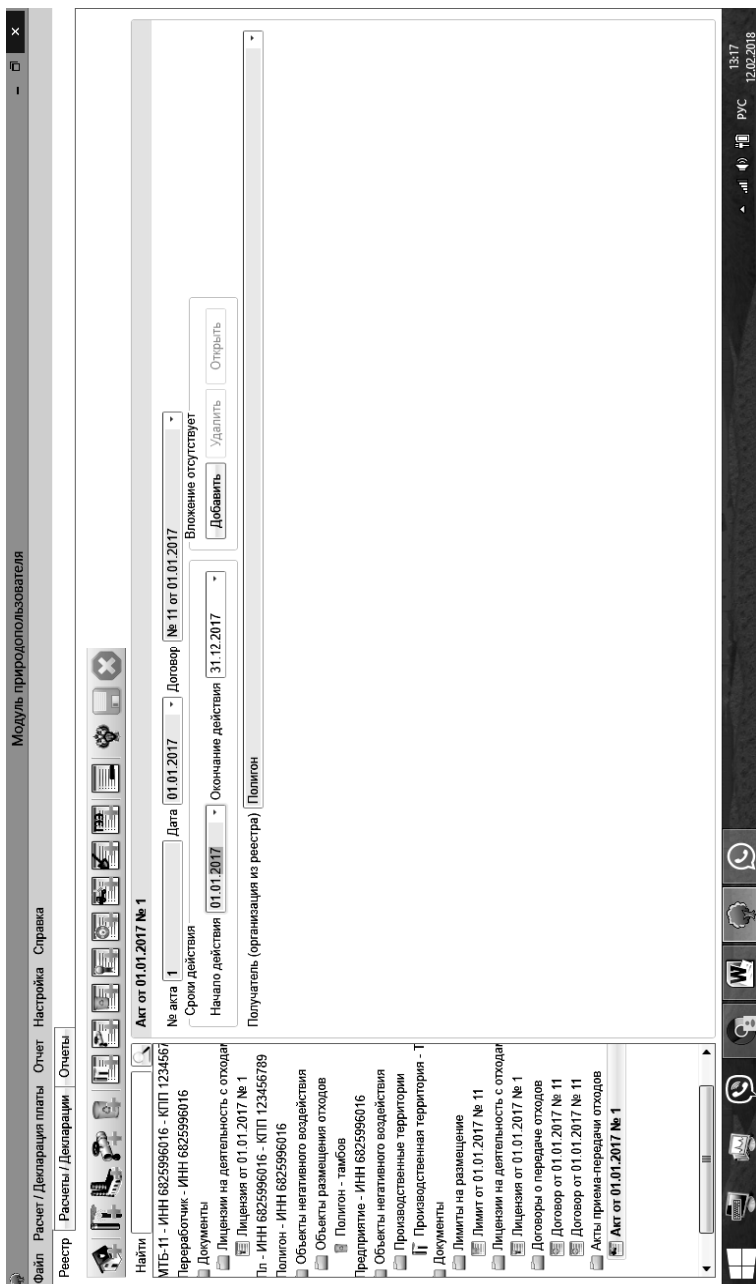


Рис. 5.15. Акт приема-передачи отходов предприятия «Полигон»

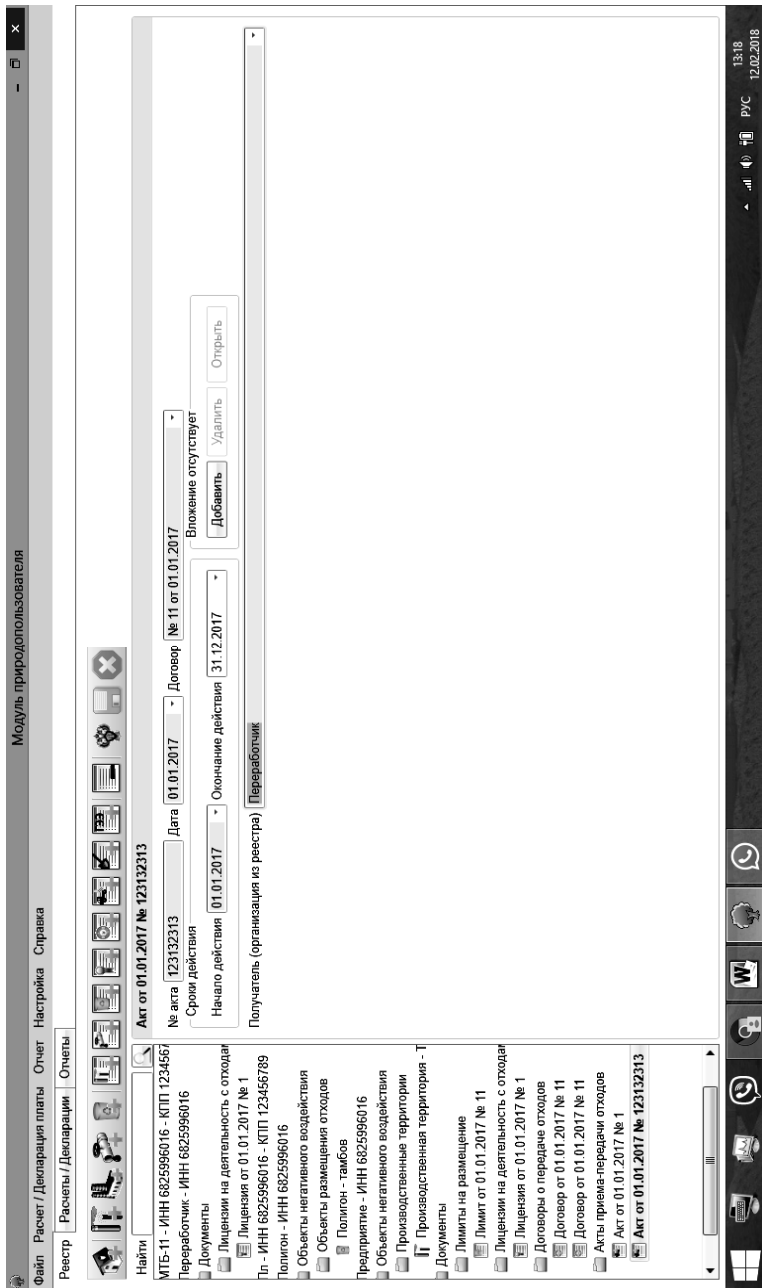


Рис. 5.16. Акт приёма-передачи отходов предприятию «Переработчик»

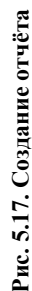


Рис. 5.18. Заполнение информации об отходах

Рис. 5.20. Расчёт платы за выбросы в атмосферу

Рис. 5.20. Расчёт платы за выбросы в атмосферу

Рис. 5.21. Диалоговое окно для ввода/изменения информации о выбросах в атмосферу

5.1.2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

На предприятии за прошедший квартал текущего года в результате производственных процессов образовались отходы, сточные воды и выбросы в атмосферу. Информация об объёмах образования загрязняющих веществ приведена в табл. 5.1 – 5.3.

5.1. Сведения об объёмах выбросов в атмосферу

Наименование ЗВ	Образование в отчётном квартале, тонн
123 Железа оксид	В пределах ПДВ ¹
143 Марганец и его соединения	В пределах ПДВ ¹
168 Олова оксид	В пределах ПДВ ¹
184 Свинец и его соединения	В пределах ПДВ ¹
328 Углерод черный (Сажа)	В пределах ПДВ ¹

¹ Производственный контроль выбросов в атмосферу показал, что цеха предприятия работали в обычном режиме, каждый источник выбросов в атмосферу работал установленное в проекте ПДВ количество часов, превышений установленных в проекте ПДВ значений выбросов ЗВ не наблюдалось.

5.2. Сведения о количестве ЗВ в сбросах в р. Безымянная

Наименование ЗВ	Концентрация на выпуске фактическая, мг/дм ³						
	Вариант						
	1	2	3	4	5	6	7
Взвешенные вещества	8,00	9,00	9,50	10,00	10,50	7,50	6,50
БПКполн	4,00	5,00	3,50	4,55	6,30	7,00	3,90
Хлориды (Сl ⁻)	350,00	360,00	420,00	400,00	450,00	300,00	320,00
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	500,00	540,00	560,00	580,00	600,00	620,00	640,00
СПАВ	0,50	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
Расход сточных вод, м³/ч	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,70	0,65

5.3. Сведения об образовании отходов

Наименование отходов	ФККО	Образование, тонн							Примечание
		вариант							
		1	2	3	4	5	6	7	
Отходы коммунальные твёрдые	73100000000	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	0,450	Переданы на полигон ТКО для захоронения
Отходы разнородных текстильных материалов при разборке мягкой мебели	74128111204	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	Использование в качестве ветоши на собственном производстве
Тара алюминиевая, загрязнённая пестицидами 1 класса опасности	46821121511	0,01	0,02	0,04	0,03	0,06	0,05	0,07	Хранение на складе. Ранее накоплено 1,235 т
Шлам очистки ёмкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов	91120002393	0,01	0,03	0,04	0,07	0,08	0,09	0,10	Передано на утилизацию сторонней организации

Сброс сточных вод производился в р. Безымянная из одного общего выпуска «Выпуск № 1».

Предприятие работает круглосуточно 24 часа в сутки, 7 дней в неделю. Остановками на ТО и ППР при расчётах пренебречь.

На предприятии имеются утверждённые нормативы образования отходов и лимиты на их размещение, разрешения на сброс загрязняющих веществ (ЗВ) в окружающую среду и выброс загрязняющих веществ в атмосферу. Информация о нормативах образования загрязняющих веществ приведена в табл. 5.4 – 5.6. Имеется лицензия на обращение с отходами.

5.4. Разрешение на выброс ЗВ в атмосферу № 1 от 01.01.2017 г.

Наименование ЗВ	Разрешённый выброс, г/с						
	Вариант						
	1	2	3	4	5	6	7
123 Железа оксид	0,067	0,078	0,096	0,054	0,073	0,082	0,017
143 Марганец и его соединения	0,00288	0,00689	0,00763	0,00134	0,00732	0,00112	0,00357
168 Олова оксид	0,00015	0,00023	0,00063	0,00016	0,00017	0,00025	0,00041
184 Свинец и его соединения	0,00033	0,00034	0,00053	0,00061	0,00072	0,00027	0,00044
328 Углерод черный (Сажа)	0,4818	0,5389	0,2494	0,2843	0,1473	0,2694	0,3321

5.5. Разрешение на сброс ЗВ в ОС № 1 от 01.01.2017 г.

Наименование ЗВ	Разрешённый сброс, т/год						
	Вариант						
	1	2	3	4	5	6	7
Взвешенные вещества	0,0393	0,075	0,0427	0,0124	0,0323	0,0364	0,0511
БПКполн	0,0197	0,0231	0,0133	0,0194	0,0211	0,0111	0,0643
Хлориды (Сl ⁻)	1,7196	1,3699	1,8754	1,3378	1,2359	1,9961	1,9842
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	2,4566	2,4380	2,5365	2,4760	2,5236	2,1117	2,6320
СПАВ	0,0025	0,0021	0,0046	0,0037	0,0046	0,0074	0,0022
Утверждённый расход сточных вод, м³/ч	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,70	0,65

5.6. Нормативы образования отходов и лимиты на их разрешение № 1 от 01.01.2017 г.

Наименование отходов	ФККО	Норматив образования, т/год	Лимит на размещение на сторонних объектах
Отходы коммунальные твёрдые	73100000000	5,00	5,00
Отходы разнородных текстильных материалов при разборке мягкой мебели	74128111204	0,5	0,5
Тара алюминиевая, загрязненная пестицидами 1 класса опасности	46821121511	0,05	—
Шлам очистки ёмкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов	91120002393	0,05	—

Передача отходов для захоронения производится предприятию «Полигон», а для утилизации – предприятию «Переработчик». У предприятия отсутствует договор на утилизацию отходов 1-го класса опасности.

С использованием программного средства «Модуль природопользователя» («Экоинформатика») рассчитайте для предприятия суммы платежей за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) за прошедший квартал текущего года.

Внесите в полученный расчёт платы НВОС выбросы в атмосферу от цеха окраски и сушки (см. п. 2.4.1.2), если цех работал в течение квартала 400 часов. Цех в проекте ПДВ не учтён.

Внесите в расчёт платы НВОС выбросы в атмосферу от котла (см. п. 2.4.2.2), если он работал в течение квартала 300 часов. Котёл в проекте ПДВ не учтён.

6. ДРУГИЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

6.1. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Геоинформатика является в настоящее время очень популярной. Наглядность графического представления информации любого рода на картах и схемах делает эту область достаточно популярной во многих сферах промышленной деятельности человека.

Программные продукты, разработанные иностранными компаниями, являются достаточно дорогостоящими, поэтому большинство специалистов обращает своё внимание на программные продукты отечественной разработки.

Как и в рассмотренных выше видах программных продуктов, в сфере геоинформационных систем (ГИС) одним из распространённых разработчиков является Фирма «Интеграл». Например, блок картографии поставляется как опция при приобретении комплекса «Эколог» их разработки. Аналогичные программные средства есть и у НПП «Логус».

При использовании программных комплексов, разработанных этими лидерами рынка специализированного экологического ПО, пользователи имеют возможность вывести информацию из базы источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на карту-схему промышленной площадки предприятия. При наличии такой карты на предприятии в электронном формате (ArcView, MapInfo) информационные слои могут быть автоматически преобразованы в форматы, используемые данными программными продуктами.

Специализированное программное обеспечение для экологов часто сопровождается встроенным редактором карт, но его применение весьма трудоёмко. Поэтому чаще всего специалисты используют ранее разработанные и уже имеющиеся карты промышленных площадок для нанесения на них информационных слоёв.

В качестве картографической «подложки» часто используются карты формата ArcView, одного из наиболее популярных на территории Российской Федерации. С помощью карты на основе таких «подложек» пользователь может получить разнообразную информацию о территориальном объекте, представленную в виде слоёв (например, полей концентраций).

Наибольшее распространение в экологии ГИС системы получили в области расчёта загрязнения атмосферы. С их помощью на карту-схему промышленной площадки могут быть нанесены источники выбросов в атмосферу, указаны их характеристики и информация о производимых выбросах за определённый период. Это позволяет легко соотнести информацию о состоянии атмосферного воздуха с расположением жилой застройки и постов контроля состояния атмосферы, а также наглядно продемонстрировать любую другую информацию, имеющуюся в базе данных программного комплекса.

6.2. ПРОГРАММНЫЕ ПАКЕТЫ ОБЩЕГО И ОБЩЕИНЖЕНЕРНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Наряду со специализированными программными комплексами, предназначенными для решения узких задач в области защиты окружающей среды, рабочее место специалиста по экологической безопасности сложно представить без набора программного обеспечения, характерного для рабочего места любого другого квалифицированного специалиста. Прежде всего речь идёт о программных пакетах общего назначения (офисные пакеты) и общетехнического назначения (системы автоматизированного проектирования и прикладные математические пакеты).

Решение современных инженерных задач сложно представить без систем автоматизированного проектирования, таких как, например, AutoCAD. Сфера защиты окружающей среды не стала исключением.

Большинство рассмотренных выше прикладных программных пакетов для экологов имеет специализированные модули, которые позволяют обмениваться информацией с AutoCAD и иными подобными системами автоматизированного проектирования.

Более подробно эти системы рассматриваются в курсе Компьютерной графики и некоторых иных дисциплин, изучаемых при подготовке профессионала в сфере экологической безопасности.

Другим незаменимым в повседневной работе эколога информационным продуктом являются современные офисные пакеты. Лидером по доли рынка на сегодня является офисный пакет MSOffice, включающий в себя средства для работы с текстом, электронными таблицами, графиками и диаграммами и некоторые другие продукты.

Средствами MSOffice удобно проводить расчёты по утверждённым методикам, внося соответствующие данные в электронные таблицы MSExcel, а также производить визуализацию полученных данных в виде диаграмм; прослеживать тенденции по графикам.

6.2.1. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для любого вещества, выбрасываемого в атмосферу цехом окраски и сушки (см. п. 2.4.1.2), рассчитайте максимальную приземную концентрацию, реализовав необходимую часть алгоритма расчёта в соответствии с методикой расчёта согласно приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе».

С использованием средств визуализации MSExcel проанализируйте полученную структуру платы за НВОС (см. п. 5.1.2) по видам загрязнений (выбросы в атмосферу, сбросы в водные объекты, отходы) и по соответствию нормативной документации предприятия (в пределах установленных нормативов, сверх нормативов).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современных условиях постоянно растет сложность задач охраны окружающей среды, что приводит к активному развитию рынка информационных технологий, автоматизирующих процесс защиты окружающей среды.

Современный специалист должен эффективно ориентироваться как в общих офисных, инженерных и математических пакетах, так и в прикладных узкоспециализированных программных комплексах, разработанных для решения задач экологического нормирования и мониторинга.

Базовые навыки, необходимые для работы в этих программных комплексах, должны быть получены в процессе подготовки будущего специалиста, а уже адаптация к интерфейсу конкретного программного продукта возможна в процессе работы.

Изучение информационных технологий в сфере защиты окружающей среды способствует более глубокому пониманию принципов нормирования воздействия на окружающую среду, а также освоению расчётных методик в сфере охраны окружающей среды.

Одним из главных недостатков современных средств автоматизации экологической деятельности является их высокая стоимость. Профессиональные программные комплексы обходятся предприятиям в десятки тысяч рублей, в то время как альтернативные бесплатные программные продукты, как правило, отличаются низким качеством реализации алгоритмов и отсутствием систем обновления и поддержки пользователя. В пользу использования платных программных комплексов говорит и тот факт, что при согласовании экологических нормативов необходимо предоставление расчётов, выполненных в программных продуктах, для которых подтверждено соответствие утверждённым методикам расчёта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.consultant.ru/>
2. **ГАРАНТ** – Законодательство [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.garant.ru/>
3. **Экология** производства [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.ecoindustry.ru/>
4. **Фирма «Интеграл»** [Электронный ресурс]. – URL : <https://integral.ru/>
5. **Методика** расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86) (утв. Госкомгидрометом СССР 04.08.1986 г. № 192).
6. **Об утверждении** методов расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе : приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.06.2017 г. № 273.
7. **Научно-производственное** предприятие «ЛОГУС» [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.logus.ru/>
8. **ООО «ЭКОцентр»** [Электронный ресурс]. – URL : <http://есо-с.ru/>
9. **Методика** расчёта выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов. – Санкт-Петербург, НИИ Атмосфера, Фирма «Интеграл», 1999.
10. **Методика** определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час. Москва, 1999. С методическим письмом НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17.05.2000 г. «О проведении расчётов выбросов вредных веществ в атмосферу по «Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час». – Санкт-Петербург, НИИ Атмосфера, 2000.
11. **Методика** разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей, 2007 в ред. приказа МПР № 339 от 29.07.2014 г.
12. **СНиП 23-03–2003**. Защита от шума. Зарегистрирован Росстандартом в качестве СП 51.13330.2010.
13. **О внесении** изменений и дополнений в приказ федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору

от 5 апреля 2007 г. № 204 «Об утверждении формы расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду и порядка заполнения и представления формы расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду»: приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27 марта 2008 г. № 182.

14. **Об утверждении** формы расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду и порядка заполнения и представления формы расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду: приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 5 апреля 2007 г. № 204.

15. **О нормативах** платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления: постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.07.2005 г. № 410).

16. **Об утверждении** статистического инструментария для организации Росприроднадзором Федерального статистического наблюдения за отходами производства и потребления: приказ от 28 января 2011 г. № 17.

17. **Об утверждении** порядка представления и контроля отчетности об образовании, использовании, обезвреживании и размещении отходов (за исключением статистической отчетности): приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 16 февраля 2010 г. № 30.

18. **О ставках** платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах: постановление Правительства РФ от 13.09.2016 № 913.

19. **Об утверждении** Порядка представления декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду и её формы: приказ Минприроды России от 09.01.2017 г. № 3.

20. **Об утверждении** статистического инструментария для организации Федеральной службой по надзору в сфере природопользования федерального статистического наблюдения за отходами производства и потребления: приказ Росстата от 10.08.2017 г. № 529. – Изд-во стандартов, 1979.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ИНФОРМАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ СИСТЕМЫ	5
2. ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ РАСЧЁТА РАССЕЙВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ	7
2.1. Универсальный программный комплекс «Призма-предприятие» (НПП «Логус»)	8
2.2. Унифицированная программа расчёта загрязнения атмосферы «Эколог» (фирма «Интеграл»)	11
2.3. «Модульный ЭкоРасчёт» (НПП «Логус»)	14
2.4. Отдельные программные продукты для расчётов выбросов в атмосферу от различных производств	17
2.4.1. «Лакокраска» (ООО «ЭКОцентр»)	17
2.4.1.1. Пример расчёта	18
2.4.1.2. Задания для самостоятельной работы	27
2.4.2. «Котельная» (ООО «ЭКОцентр»)	29
2.4.2.1. Пример расчёта	29
2.4.2.2. Задания для самостоятельной работы	36
3. ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ РАСЧЁТА НОРМАТИВОВ СБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ	38
3.1. Программа «НДС-Эколог» (Фирма «Интеграл»)	38
3.2. Программный комплекс «Зеркало++» (НПП «Логус»)	42
4. ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ШУМА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	45
4.1. Программа «Эколог-Шум» (Фирма «Интеграл»)	45
4.2. Программный комплекс «Шум» (НПП «Логус»)	47
5. ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ФОРМИ- РОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОТЧЁТНОСТИ	49
5.1. Средство подготовки отчётности «Модуль природопользователя» ...	49
5.1.1. Пример работы в программном комплексе «Модуль природо- пользователя»	51
5.1.2. Задания для самостоятельной работы	76
6. ДРУГИЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	81
6.1. Геоинформационные системы	81
6.2. Программные пакеты общего и общепромышленного назначения	82
6.2.1. Задания для самостоятельной работы	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	85

Учебное издание

БОГОМОЛОВ Владимир Юрьевич
КОЗАЧЕК Артемий Владимирович
ХОРОХОРИНА Ирина Владимировна
СУВОРОВА Юлия Александровна
КОПЫЛОВА Елена Юрьевна

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Учебное пособие

Редактор Е. С. Мордасова
Инженер по компьютерному макетированию Т. Ю. Зотова

ISBN 978-5-8265-2011-6



Подписано в печать 28.03.2019.
Формат 60 × 84 / 16. 5,1 усл. печ. л.
Тираж 70 экз. Заказ № 37

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14.
Телефон (4752) 63-81-08, 63-81-33.
E-mail: izdatelstvo@admin.tstu.ru

Отпечатано в типографии ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392008, г. Тамбов, ул. Минчуринская, д. 112А
Телефон (4752) 63-07-46
E-mail: tipo_tstu68@mail.ru