

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники

В. С. Солдаткин

**ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (ГПО2),  
СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ (ГПО-2),  
УЧЕБНО-ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (УПД-2)**

Методические указания по лабораторной, практической и самостоятельной  
работе для студентов технических направлений подготовки и  
специальностей

Томск  
2022

УДК 001.8  
ББК 30.1  
С 600

**Солдаткин, Василий Сергеевич**

С 600 Проектная деятельность (ГПО2), системное проектирование электронных средств (ГПО-2), учебно-проектная деятельность (УПД-2): методические указания по лабораторной, практической и самостоятельной работе для студентов технических направлений подготовки и специальностей / В.С. Солдаткин. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022 – 33 с.

Настоящие методические указания по практической и самостоятельной работе для студентов технических направлений подготовки и специальностей составлено с учетом требований федеральных государственных образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО).

Методические указания предназначены для студентов, изучающих дисциплины Проектная деятельность (ГПО2), системное проектирование электронных средств (ГПО-2), учебно-проектная деятельность (УПД-2) и содержат необходимую информацию, используемую для организации лабораторной, практической и самостоятельной работы для студентов технических направлений подготовки и специальностей.

Одобрено на заседании каф. РЭТЭМ протокол № 78 от 16.02.2022.

УДК001.8  
ББК 30.1

© Солдаткин В.С., 2022  
© Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	6
1. КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ.....	7
2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	9
2.1 Программное обеспечение Dialux.....	9
2.2 Программное обеспечение TracePro.....	9
2.3 Программное обеспечение LightTools.....	9
3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	11
3.1 Программное обеспечение Autodesk CFD.....	11
3.2 Программное обеспечение ANSYS.....	11
4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН.....	12
4.1 Программное обеспечение (SystemVue) [7].....	12
5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЧ ХАРАКТЕРИСТИК.....	13
5.1 Программное обеспечение Microwave Office.....	13
5.2 Программное обеспечение ADS.....	13
6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....	14
6.1 Программное обеспечение P-CAD.....	14
6.2 Программное обеспечение Layout.....	14
6.3 Программное обеспечение Altium Designer.....	14
7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ АРХИТЕКТУРЫ И ПЛАНИРОВКИ ПОМЕЩЕНИЯ.....	15
7.1 Программное обеспечение ArchiCAD.....	15
8. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА В ОРГАНИЗАЦИИ.....	16
8.1 Программное обеспечение ИТ: Управление охраной труда.....	16
9. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ И АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	17
9.1 Программное обеспечение ИСУ ПБиОТ.....	17
10. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОЖАРНЫХ РИСКОВ.....	18
10.1 Программное обеспечение Shell Shepherd.....	18
11. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	19
11.1 Программное обеспечение MagiCAD Вентиляция для AutoCAD (MagiCAD,	

Allklima 2000) .....	19
11.2 Программное обеспечение MagiCAD Трубопроводы .....	19
11.3 Программное обеспечение MagiCAD Электроснабжение .....	19
11.4 Программное обеспечение Allklima 2000 .....	20
12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕР .....	22
12.1 Программное обеспечение УПРЗА «Эколог» 4.50 .....	22
12.2 Программное обеспечение АБЗ-Эколог 2.0.....	22
12.3 Программное обеспечение АТП-Эколог 3.10.....	22
13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ.....	24
13.1 Программное обеспечение Эколог-Шум .....	24
14. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ .....	25
14.1 Программное обеспечение Отходы 5.0 .....	25
14.2 Программное обеспечение Расчет класса опасности 4.1.....	25
14.3 Программное обеспечение Расчет класса токсичности 1.0.....	25
15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ .....	27
15.1 Программное обеспечение НДС-Эколог 2.7.....	27
16. ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПЛАТЫ ЗА НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАТЕЖИ .....	28
16.1 Программа ЭКО-Эксперт .....	28
17. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	29
18. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....	30
19. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	32

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящие методические указания для проведения лабораторных, практических занятий и организации самостоятельной работы составлено с учетом требований федеральных государственных образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлениям подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, 20.03.01 Техносферная безопасность, 05.03.06 Экология и природопользование и уровню подготовки «Бакалавриат». Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, изучающих дисциплины Проектная деятельность (ГПО2), системное проектирование электронных средств (ГПО-2), учебно-проектная деятельность (УПД-2) и содержат необходимую информацию, используемую для лабораторных, практических занятий и организации самостоятельной работы.

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В соответствии с ГОСТ Р 57412-2017 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения:

Модель – сущность, воспроизводящая явление, объект или свойство объекта реального мира.

Объект моделирования – явление, объект или свойство объекта реального мира.

Аспект моделирования – отдельное свойство или совокупность свойств объекта моделирования, являющихся предметом исследования с помощью моделирования.

Математическая модель – модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в виде математических символов и выражений.

Информационная модель – модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в виде совокупности элементов данных и отношений между ними.

Моделирование – изучение свойств и/или поведения объекта моделирования, выполненное с использованием его моделей.

Компьютерная модель (электронная модель) – модель, выполненная в компьютерной (вычислительной) среде и представляющая собой совокупность данных и программного кода, необходимого для работы с данными.

Проверка адекватности компьютерной модели – совокупность действий с моделью, результатом которых является подтверждение ее соответствия моделируемому объекту реального мира.

Контроль результатов компьютерного моделирования – совокупность действий, результатом которых является подтверждение соответствия компьютерной реализации модели исходной математической или информационной модели.

Компьютерная модель изделия – компьютерная модель, в которой объектом моделирования является изделие(ия).

Компьютерное моделирование изделия – моделирование, выполненное с использованием компьютерной модели изделия.

## 1. КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

В соответствии с [1], модель – сущность, воспроизводящая явление, объект или свойство объекта реального мира. Моделирование изучение свойств и/или поведения объекта моделирования, выполненное с использованием его моделей. Компьютерное моделирование изделия выполняют с целью получения данных, необходимых для принятия решений в процессах разработки, проектирования, производства, сопровождения эксплуатации и других задач в ходе жизненного цикла изделия.

Компьютерная модель изделия классифицируют по следующим признакам: по исследуемому аспекту моделирования (исследуемым свойствам объекта моделирования; используемому способу описания объекта моделирования).

По исследуемому аспекту моделирования компьютерные модели изделия подразделяют:

- на функциональные, аспектом моделирования в которых является выделение и описание функций изделия, их структуры и взаимосвязи;

- структурные, аспектом моделирования в которых являются структуры изделия (например, конструкторская, технологическая, эксплуатационная электронная структура изделия по ГОСТ 2.053, логистическая структура изделия по ГОСТ Р 53392);

- геометрические, аспектом моделирования в которых являются преимущественно форма, размеры и свойства, связанные с формой и размерами (например, размеры и допуски по ГОСТ 2.307, шероховатость по ГОСТ 2.308, допустимые отклонения формы по ГОСТ 2.309 и др.);

- физико-механические, аспектом моделирования в которых являются физико-механические свойства изделия и взаимодействие изделия с внешней средой (статика, кинематика, динамика твердого тела, гидро- и газодинамика, деформации, теплопроводность и др.);

- физико-химические, аспектом моделирования в которых являются изменения свойств материалов изделия (коррозионное разрушение материала, старение и т. д.);

- технико-экономические, аспектом моделирования в которых являются взаимосвязанные технические и экономические свойства изделия (например, модель стоимости жизненного цикла изделия, модель стоимости послепродажного обслуживания изделий);

- процессные, аспектом моделирования в которых являются процессы, непосредственно связанные с изделием (например, модель технологического процесса изготовления изделия или модель процесса технической эксплуатации изделия).

По используемому способу описания объекта моделирования различают математические и информационные модели.

Математические модели в зависимости от метода нахождения решения (определения вида зависимости одних параметров модели от других) подразделяют:

- на аналитические, описывающие свойства объекта моделирования системой уравнений, для которой может быть найдено аналитическое решение в явном виде (например, отдельные модели механики твердого тела на основе уравнений динамики);

- численные, описывающие свойства объекта моделирования системой уравнений, для которых нахождение решения осуществляется с использованием методов вычислительной математики (например, разностных методов или методов конечных элементов, конечных или граничных объемов и т. д., используемых для решения задач механики деформируемого твердого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики и т. д.);

- имитационные, в которых форму и коэффициенты зависимости одних

параметров модели от других находят путем многократного испытания модели с различными входными данными (например, модели массового обслуживания, модели, описывающие динамику изменения складских запасов).

Информационные модели подразделяют:

– на формальные (знаковые), в которых описание объекта моделирования выполняют с помощью специализированных языков (например, описание геометрии и структуры изделия согласно ГОСТ Р ИСО 10303-1);

– описательные (образные), в которых описание объекта моделирования выполняют с помощью естественного языка или изображений (например, текст, описывающий свойства или поведение объекта моделирования или его визуальное изображение (фотография)).

## **2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОТТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

### **2.1 Программное обеспечение Dialux [2]**

Программа DIALux evo это современный продукт компании DIAL GmbH (Германия), предназначенный для проектирования, расчета и визуализации освещения.

На сегодняшний момент реализованы следующие направления проектирования:

- расчет здания (строения) целиком;
- расчет отдельного помещения здания (строения);
- расчет взаимодействия наружной и внутренней систем освещения;
- расчет дорожного освещения;
- расчет дневного света, в том числе с учетом систем управления дневным светом.

Принцип работы программы построен по объектно-ориентированной технологии, идея которой заключается в организации среды, где основным элементом является объект.

Объекты образуют собой иерархическую структуру, сравнимую с генеалогическим деревом, основанную на взаимных связях и подчинении.

### **2.2 Программное обеспечение TracePro [3]**

Конструкция системы освещения требует строгого соблюдения критериев эффективности, включая пространственное и угловое распределение света, однородность, интенсивность и спектральные характеристики, наряду с эстетическими факторами, такими как освещенный. Результатом является рентабельный дизайн, готовый к выпуску.

TracePro – это всеобъемлющий универсальный программный инструмент для моделирования распространения света. Модели создаются путем импорта из САД-программы или путем непосредственного создания сплошной геометрии. Лучи распространяются по модели с частицами потока каждого луча, выделенными для поглощения, зеркального отражения и пропускания, флуоресценции и рассеяния.

Анализ:

- распределение света в системах освещения и визуализации;
- поглощение светового потока на уровне компонентов и систем;
- распределение силы света;
- оптическая эффективность, яркость и сияние;
- фотореалистичный рендеринг;
- флуоресцентные эффекты люминофоров.

Программное обеспечение используется для проектирования многих типов продуктов: светодиоды, лампы, светильники и жалюзи, транспортные знаки и аварийное освещение, естественное освещение, архитектурное освещение, дисплейное освещение, потребительские товары, автомобильное освещение, авионика, медицинское освещение, осветительное освещение.

### **2.3 Программное обеспечение LightTools [4]**

LightTools обеспечивает истинные возможности дизайна, точный анализ и мощные функции визуализации продукта, которые помогут быстрее получить модель системы освещения. Прочные конструктивные элементы LightTools помогают быстро и эффективно создавать и изменять дизайн вашей системы освещения, начиная с первоначальных фаз концепции и заканчивая последующими инженерными итерациями и усовершенствованиями.

Ключевые особенности дизайна:

- сложное твердотельное моделирование с полной оптической точностью;
- современная скорость трассировки лучей с полным пользовательским контролем точности и требований к разрешению;

- создайте источник света из любой геометрической модели, для неограниченной гибкости для создания настраиваемых источников;
- широкие библиотеки источников и материалов, включая светодиоды и измерения BSDF;
- надежная поддержка обмена данными для механических данных САПР;
- интерактивная динамическая связь с SolidWorks;
- множественное погружение для моделирования внедренного люминофора в инкапсулированный светодиод;
- оптимизируемые оболочки для создания эффективных светодиодных соединителей, солнечных концентраторов и других сложных оптических поверхностей;
- пользовательские материалы для моделирования белых светодиодов на основе люминофора;
- текстуры - 2D, 3D и пользовательские – с гибкостью для изменения формы, размера и расстояния между элементами текстуры;
- вычисление индекса цветопередачи (CRI) на любом приемнике;
- обмен данными с другим программным обеспечением для проектирования освещения через форматы данных IES и LDT;
- трассировка лучей Point-and-shoot для мгновенной обратной связи по свету вашего устройства во время проектных итераций.

### **3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

#### **3.1 Программное обеспечение Autodesk CFD [5]**

Электронные приборы и компоненты постоянно меняются и усложняются, при этом каждый раз необходимо обеспечивать требуемый уровень охлаждения как всей системы, так и отдельных компонентов. Устройство современных электронных приборов является комплексной и сложной задачей для инженеров, так как необходимо всегда понимать в каких условиях будет функционировать устройство и учитывать это при принятии проектных решений.

Autodesk CFD обладает специальными возможностями, предназначенными для упрощения моделирования теплового режима работы электронных устройств. Для этого в программе содержатся специальные модели материалов для всестороннего анализа теплового режима работы приборов и электронных систем:

- модели печатных плат РСВ, включая многослойные МРСВ;
- компоненты активного и пассивного охлаждения (вентиляторы, радиаторы);
- активные тепловыделяющие компоненты (микросхемы стандартных размеров, конденсаторы, светодиоды, транзисторы);
- модели пористой среды (фильтры, сетки, перегородки и другое).

Autodesk CFD предоставляет инженерам возможность увидеть скрытые от их глаз параметры работы разрабатываемых изделий. Используя эти возможности в задачах обеспечения правильного теплового режима работы приборов, вы можете получить удивительные результаты. Благодаря способности визуализировать и анализировать потоки воздуха и тепловые условия работы, проектировщик способен оптимизировать конструкцию на самом раннем этапе проекта.

#### **3.2 Программное обеспечение ANSYS [6]**

Компания ANSYS, Inc. предлагает широкий спектр программных продуктов для решения инженерных задач с использованием технологий численного моделирования. Главными достоинствами программных продуктов ANSYS является высокая степень интеграции отдельных приложений, интуитивно понятный интерфейс и поддержка высокопроизводительных вычислений.

Программные продукты ANSYS могут быть классифицированы на основе физических дисциплин и инженерных приложений, на которые они ориентированы:

- вычислительная гидродинамика;
- механика деформируемого твердого тела;
- электромагнетизм;
- тепловой анализ;
- междисциплинарный анализ.

Кроме того, в состав программных продуктов ANSYS входят специализированные приложения для подготовки расчетных моделей, работы с геометрией и КЭ-сеткой, моделирования на системном уровне, оптимизации и управления инженерными данными.

## **4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН**

### **4.1 Программное обеспечение (SystemVue) [7]**

Программное обеспечение SystemVue представляет собой специализированную среду САПР, предназначенную для проектирования электронных устройств на системном уровне. САПР SystemVue позволяет системным инженерам и разработчикам алгоритмов оптимизировать физический уровень (РНУ) беспроводных систем следующего поколения и средств связи аэрокосмической/оборонной отрасли, а также обеспечивает уникальные интегрированные возможности для разработчиков, которые применяют ВЧ-компоненты, цифровые сигнальные процессоры, ПЛИС и специализированные интегральные схемы. Являясь специализированной платформой для проектирования на системном уровне и обработки сигналов, SystemVue заменяет цифровые, аналоговые и математические среды общего назначения. SystemVue позволяет вдвое сократить время проектирования на физическом уровне и верификации устройств, а также обеспечивает возможность импортирования результатов в основной маршрут проектирования.

Основные преимущества САПР SystemVue:

- лучшая в своем классе точность моделирования среди существующих средств проектирования физического уровня, ВЧ и цифровой частей устройств;
- интеграция с измерительным оборудованием позволяет сократить сроки разработки и оптимизировать основанный на модели маршрут проектирования от создания архитектуры до верификации проекта;
- возможность взаимодействия различных групп инженеров при работе над единым проектом позволяет увеличить эффективность разработки систем со смешанными сигналами.

## **5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЧ ХАРАКТЕРИСТИК**

### **5.1 Программное обеспечение Microwave Office [8]**

Microwave Office представляет собой универсальное программное решение для разработки всех видов радиочастотных и СВЧ устройств, начиная от сложных СВЧ сборок и кончая интегральными СВЧ микросхемами. Высоко ценяемая за интуитивный пользовательский интерфейс, уникальная архитектура Microwave Office способна безукоризненно интегрировать собственные высокоэффективные и новаторские программные средства со специализированными программами компаний-партнеров, способствуя тем самым быстрейшему завершению стадии разработки любого высокочастотного продукта.

- возможности программного продукта Microwave Office;
- интерактивный ввод принципиальных схем и топологических описаний;
- моделирование линейных и нелинейных схем;
- электромагнитное моделирование;
- синтез, оптимизация и статистический анализ выхода годных;
- проверка соответствия схемы ее топологическому описанию; контроль топологии на удовлетворение технологическим ограничениям;
- использование многочисленных специализированных библиотек моделей для продукции ведущих фабрик по изготовлению микросхем.

### **5.2 Программное обеспечение ADS [9]**

Система ADS является самой передовой в отрасли системой автоматизированного проектирования (САПР) ВЧ-, СВЧ- и высокоскоростных цифровых электронных устройств. В САПР ADS впервые использованы такие инновационные и коммерчески успешные технологии, как X-параметры\* и 3D электромагнитное (ЭМ) моделирование, применяемые ведущими компаниями в сфере беспроводной связи, компьютерных сетей, в аэрокосмической и оборонной промышленности. Благодаря широкому набору библиотек и ко-симуляции на уровне «схема-система-ЭМ анализ» в едином программном пакете, система ADS обеспечивает полный цикл проектирования и верификации устройств WiMAX™, LTE, высокоскоростных устройств передачи данных, радиолокационных и спутниковых систем.

Основные преимущества САПР ADS:

- полный интегрированный набор простых в использовании программ для точного моделирования систем, схем и электромагнитного моделирования;
- специализированные Помощники конструктора (DesignGuides) для различных приложений аккумулируют многолетний опыт проектирования электронных устройств;
- в отличие от других систем проектирования, САПР ADS обеспечена эксклюзивной ранней поддержкой ведущими производителями микросхем и компонентов.

## **6. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

### **6.1 Программное обеспечение P-CAD [10]**

P-CAD состоит из двух автономных модулей – Schematic (редактор электрических схем) и PCB (редактор печатных плат). Проекты схем могут содержать до 999 листов, а проекты плат – до 999 слоев размером 60x60 дюймов. Существуют возможности интерактивной разводки дифференциальных пар для минимизации электромагнитных помех, мультимаршрутная трассировка по заданным параметрам, ортогональное перетаскивание проводников. Кроме основных подпрограмм P-CAD имеет вспомогательные: Library Executive (менеджер библиотек), Symbol Editor (редактор символов элементов), Pattern Editor (редактор посадочных мест, корпусов элементов) и некоторые другие. Библиотеки P-CAD хранят более 27 тысяч элементов, сертифицированных по стандарту ISO 9001. Полностью поддерживаются форматы Gerber и ODB++.

### **6.2 Программное обеспечение Layout [11]**

Простой, но в тоже время очень эффективный программный пакет для проектировки и ручной разводки печатных плат малой и средней сложности.

Основным достоинством Sprint-Layout является интуитивно понятный интерфейс, включающий в себя лишь самые необходимые инструменты для подготовки печатных плат размером 300 на 300 мм. Программа позволяет работать с двумя слоями (проводников и маркировки) для каждой стороны платы. Дополнительные возможности – слой паяльной маски, металлизация, SMD-маска. Встроенный трассировщик только помогает разводить проводники, и не является автоматическим. В пополняемой библиотеке содержатся наиболее распространенные электронные компоненты. В Sprint-Layout реализована возможность экспортировать результаты работы в популярные форматы Excellon и Gerber, а также создать файл HPGL для отделки печатной платы на программно-управляемом фрезерном станке. Пакет широко применяется для изготовления плат ЛУТ способом.

### **6.3 Программное обеспечение Altium Designer [12]**

Состав программного пакета Altium Designer включает весь необходимый набор инструментов для создания, редактирования и правки работ на основе электрических и программируемых интегральных схем. Редактор схем позволяет работать с проектами любого размера и сложности, преобразовывая их в простейшие подблоки. Цифро-аналоговое моделирование учитывает почти все реальные параметры и предоставляет в распоряжение конструктора огромное количество различных анализов, включая анализы переходных процессов, частотный, шумов, передаточных функций, Фурье, методом Monte-Carlo, с изменением значений температуры. На схемотехническом уровне проверяются и устраняются различные импедансы и перекрестные отражения. Редактор печатных плат программы содержит уникальные средства для автоматического (программы Statistical Placer, Cluster Placer) и интерактивного размещения компонентов. Топологический трассировщик Situs использует полностью настраиваемый алгоритм для решения задач разводки печатных плат с большой плотностью установки элементов. Он может работать по неортогональным направлениям и с самостоятельным выбором слоев. Постоянно обновляемые библиотеки программы хранят более 90 тысяч компонентов. Многие из них имеют модели посадочных мест, IBIS и SPICE-модели, а также 3D-модели. Каждую из них можно создать в программе самостоятельно с минимальными затратами времени путем последовательного ввода сведений о компоненте.

## **7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ АРХИТЕКТУРЫ И ПЛАНИРОВКИ ПОМЕЩЕНИЯ**

### **7.1 Программное обеспечение ArchiCAD [13]**

Компания GRAPHISOFT® произвела революцию в BIM-индустрии, разработав ARCHICAD® - передовое BIM-решение для архитекторов. Используя технологию Информационного Моделирования Зданий GRAPHISOFT ARCHICAD, архитекторы могут полностью сосредоточиться на творческом процессе, зная, что каждый элемент проекта будет автоматически отслеживаться и обновляться в документации. GRAPHISOFT продолжает лидировать на рынке архитектурного программного обеспечения, создавая такие инновационные продукты, как GRAPHISOFT BIM Сервер™ - первое в мире решение, направленное на организацию совместного BIM-проектирования в режиме реального времени. Проектирование с использованием стандартов Open BIM позволяет осуществлять эффективное взаимодействие на уровне интеллектуальных моделей между участниками коллектива проектировщиков и командой архитекторов, работающих в ARCHICAD.

Работая в ARCHICAD, вы создаете трехмерную Информационную Модель Здания, при этом генерация всей необходимой документации и изображений происходит в автоматическом режиме. Новые приоритетные соединения и интеллектуальные строительные материалы обеспечивают правильное графическое отображение элементов в сечениях (штриховки сечений), покрытий в 3D-видах и использование физических свойств материалов для выполнения оценки энергоэффективности зданий. ARCHICAD предоставляет естественную среду BIM-проектирования и документирования для выполнения проектов реконструкции и переоборудования зданий в соответствии с требованиями любой страны мира. Мощные возможности настройки видов в ARCHICAD и уникальные возможности работы с чертежами совместно со встроенными функциями публикации позволяют моментально выводить на печать или сохранять наборы чертежей непосредственно из Информационной Модели Здания.

## **8. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА В ОРГАНИЗАЦИИ**

### **8.1 Программное обеспечение ИТ: Управление охраной труда [14]**

«ИТ:Управление охраной труда» – это программный продукт, предназначенный для сбора и анализа разнородной информации по рабочим местам и связанным с ними рабочим единицам, оборудованию, процессам, по их состоянию, по действиям в отношении их. «ИТ:Управление охраной труда» строится на основе реальной структуры организации, при этом элементарной единицей является рабочее место. «ИТ:Управление охраной труда» – это выполнение всех основных нормативных требований государственной системы управления охраной труда:

- планирование, проведение и контроль за инструктажами, обучением, медосмотрами, аттестацией рабочих мест по условиям труда;
  - трехступенчатый контроль в режиме реального времени;
  - внутренние аудиты, предписания;
  - обеспечение средствами индивидуальной защиты;
  - утвержденная отчетность;
- расследование и учет несчастных случаев.

«ИТ:Управление охраной труда» – это управление инцидентами событиями (регистрация, оповещение, расследование, учет) и связанных с ними материальными, трудовыми и финансовыми затратами. «ИТ:Управление охраной труда» – это оперативный анализ, выявление точек хозяйственных, материальных, людских, юридических потерь:

- денежные и материальные потоки, связанные с охраной труда;
- обусловленная условиями труда заболеваемость;
- издержки с травматизмом, инцидентами;
- обеспечение СИЗ планы, остатки, списание, выдача;
- анализ соответствия требованиям норм охраны труда;
- производственный и операционный менеджмент для сокращения издержек, повышения производительности и сохранения здоровья работников.

«ИТ:Управление охраной труда» - это:

- мощный инструмент для оптимизации деятельности персонала, имеет блок анализа видеозаписей трудового процесса.
- содержит справочную систему по вредным и опасным веществам, характеру их воздействия и средствам защиты.

– не только делает рутинную работу по сбору и обработке информации, но предоставляет Вам возможность принимать участие в управлении, готовить управленческие решения, повышая свою эффективность, эффективность бизнеса, безопасность персонала. Что может быть выше?!

Автоматизированная подсистема поддержки управления охраной труда и принятия решений предназначена для:

- сокращение затрат рабочего времени руководителей и специалистов на выполнение вспомогательных функций в области охраны труда, регламентируемых государством;
- оптимизационное управление финансовыми и материальными потоками в сфере охраны труда в области охраны труда, регламентируемых государством;
- сокращение издержек бизнеса, связанных с устранением последствий несоответствий, инцидентов в различных подсистемах управления бизнесом;
- обеспечение строгого соответствия государственным требованиям охраны труда, промышленной безопасности – минимизация юридических рисков и связанных с ними материальных и репутационных издержек в области охраны труда;
- обеспечение прозрачности, актуальности и обоснованности процессов, планов, решений в области охраны труда.

## **9. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ И АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

### **9.1 Программное обеспечение ИСУ ПБиОТ [15]**

Преимущества системы:

разработана с учетом требований действующей Российской и международной нормативно-правовой базы;

– совместима с ERP-системами и большинством программ, используемых на предприятиях;

– адаптируется к особенностям производства, структуры организации Заказчика и ее системы управления;

– имеет открытую архитектуру и обеспечивает расширение функций за счет добавления дополнительных модулей;

– обеспечивает формирование учетной и отчетной информации с учетом специфики процессов Заказчика и требований надзорных органов;

– обеспечивает планирование и контроль работ;

– система масштабируема – отсутствие ограничений в количестве организуемых рабочих мест;

– позволяет непосредственно перейти к бюджетированию основных мероприятий, связанных с обеспечением промышленной безопасности и охраны труда;

– низкая стоимость владения: сопровождение, обслуживание, эксплуатация;

– простота использования программного обеспечения;

– конфиденциальность доступа к информации в интересах предприятия;

## 10. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОЖАРНЫХ РИСКОВ

### 10.1 Программное обеспечение Shell Shepherd [16]

Shepherd – это программный инструмент для управления рисками, предназначенный для анализа рисков для наземных объектов и операций. Это позволяет быстро и надежно прогнозировать риск, связанный с такими инцидентами, как выбросы легковоспламеняющейся или токсичной жидкости, пожары и взрывы.

Shepherd постоянно разрабатывается и проверяется Shell с 1990-х годов и широко используется нефтяными, газовыми и нефтехимическими компаниями, подрядчиками, страховщиками и регуляторами по всему миру.

Предназначение:

- количественный анализ рисков (QRA);
- оптимизация компоновки объектов;
- изучение влияния эффекта эскалации домино.

Основные преимущества:

- предоставляет пользователям краткий обзор риска для объекта, деятельности или проекта;
- позволяет пользователям отражать фактические операционные методы, а не общие;
- обеспечивает быстрый анализ чувствительности для параметров макета;
- позволяет пользователям легко документировать и записывать свои варианты дизайна и принимать решения на основе рисков, обеспечивая прозрачное отслеживание процесса принятия решений на протяжении всего жизненного цикла объекта;
- позволяет операционным компаниям контролировать контроль рисков, проводимых консультантами и подрядчиками, путем владения программным инструментом управления рисками, который использовался.

## **11. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

### **11.1 Программное обеспечение MagiCAD Вентиляция для AutoCAD (MagiCAD, Allklima 2000) [17]**

MagiCAD Вентиляция для AutoCAD – это мощный инструмент для проектирования систем вентиляции, позволяющий увеличить скорость работы проектировщика в несколько раз. Уникальное сочетание функций черчения и расчетов позволяет одинаково эффективно выполнять проекты любой сложности.

Основные возможности:

- удобные и эффективные функции черчения и редактирования воздуховодов;
- обширная база данных оборудования различных производителей;
- суммирование расходов и подбор сечений воздуховодов;
- определение самого нагруженного участка сети;
- быстрое создание и обновление разрезов;
- балансировка сети с определением настройки регулировочных клапанов (углы поворота, перепады давления);
- расчет шума;
- быстрое переключение между режимами черчения: 1D, 2D или 3D;
- обмен данными с другими программными приложениями;
- возможность задавать настройки черчения и способы отображения объектов отдельно для каждого видового экрана;
- широкие возможности создания и установки адаптивных надписей на чертежах;
- создание детальных спецификаций оборудования и материалов;
- автоматическое создание аксонометрических схем с возможностью выбирать одну из нескольких проекций;
- проверка компонентов систем на пересечения, в том числе возможность задавать минимально допустимое расстояние между различными компонентами;
- возможность присваивать объектам чертежа различный статус.

### **11.2 Программное обеспечение MagiCAD Трубопроводы [18]**

MagiCAD Трубопроводы предназначен для проектирования и расчета систем отопления, холодоснабжения, кондиционирования, водоснабжения, канализации, спринклерных и других систем.

Основные возможности:

- удобные и эффективные функции черчения и редактирования трубопроводов;
- возможность чертить несколькими трубопроводами одновременно;
- автоматический подбор диаметров трубопроводов;
- расчет гидравлических характеристик систем;
- расчет и подбор диаметров систем водоснабжения с учетом неравномерности потребления воды;
- настройка и балансировка систем отопления и холодоснабжения при помощи радиаторных и балансировочных клапанов;
- расчет объема теплоносителя;
- подбор и подключение радиаторов;
- возможность черчения трубопроводов с изоляцией.

### **11.3 Программное обеспечение MagiCAD Электроснабжение [19]**

MagiCAD Электроснабжение – это надежный инструмент для быстрого и эффективного проектирования электрических, слаботочных сетей и освещения.

Основные возможности:

- универсальные инструменты проектирования и редактирования электрических и слаботочных сетей;
- проектирование в трехмерном пространстве с возможностью поиска пересечений с другими инженерными системами;
- возможность создавать и редактировать собственные символы и оборудование;
- соединение кабелей и кабельных пакетов между этажами;
- предупреждения о превышении максимально допустимой длины кабеля;
- кабельный журнал;
- создание спецификаций;
- создание однолинейных схем щитов, в том числе по российским стандартам;
- автоматическое обновление изменений из чертежа в схему, и наоборот;
- удобные настройки масштабирования надписей и символов;
- возможность одновременно устанавливать и подключать несколько единиц оборудования;
- возможность сохранять наиболее часто используемое оборудование на панели «Избранное»;
- функция поиска и замены компонентов и оборудования;
- автоматическая генерация разрезов;
- обмен данными с приложением Dialux для расчета освещенности;
- интеллектуальные инструменты подключения элементов слаботочных сетей.

#### **11.4 Программное обеспечение Allklima 2000 [20]**

Allklima 2000, САПР инженерных сетей (вентиляция, отопление, сантехника, электро), позволяющая Вам за короткое время разрабатывать сложное оборудование в трехмерном виде и производить все необходимые расчеты. Обмен данными Allklima 2000 является составной частью программных продуктов Nemetschek. Это значит, что результаты проектирования технического оборудования можно без проблем передать в исходный проект здания. Нажатием кнопки Вы пересылаете данные из Allklima 2000 в другие системы Nemetschek. Благодаря этой интеграции потери данных остались в прошлом. Упрощенный обмен данными со всеми участниками процесса проектирования и строительства полностью обеспечивается с помощью опробованной, надежной техники ODX-интерфейсов (DXF, DWG, DGN) Nemetschek AG. Интегрированные расчеты без интерфейсов. Решающим преимуществом Allklima 2000 являются интегрированные расчеты. Это значит, что на основе графики производятся расчеты с помощью интеллектуальной концепции условных линий. С помощью функции «задания начальных параметров для систем» Вы можете быстро создавать различные варианты систем, быстро их рассчитывать, и при необходимости оптимизировать. Рентабельность гарантирована. Решающим преимуществом Allklima 2000 являются средства для оптимизации конструирования, например, обширные библиотеки приборов и устройств, а также интеллектуальные символы, упрощающие работу пользователя. Выполняемые расчеты, и возможность интеллектуального анализа создают полную прозрачность в работе над проектом. Трудоемкие рутинные работы становятся обычными благодаря широкому спектру функций для оптимизации. Составление спецификаций. Важные, но трудоемкие работы Allklima 2000 выполняет мимоходом: правильные количественные характеристики объектов, спецификации с графическим представлением, алгоритмы расчетов, простая передача данных в сметные программы, например, Allright FT. Количественные характеристики всегда актуальны. Представьте себе: нет больше длительных расчетов. Нажатием кнопки Вы получаете в любое время актуальные, точные количественные характеристики. Работы в любых видах. В Allklima 2000 Вы можете работать в любом окне. Если Вы хотите изменить позицию системы, то лучше всего сделать это в окне, в котором Вы лучше всего можете редактировать эту позицию. Разумеется, остальные виды соответствующим образом изменяются. Даже в изометрии

или перспективе можно любым образом перемещать и копировать элементы. Оптимальная организация данных Наглядная и ясная структура Вашей проектной документации является решающим фактором для возможности быстрого редактирования проекта. С помощью понятных терминов: проект, чертеж и слой для планов и видов данные подразделяются так, что Вы сразу все получаете готовым. Проектная работа – это работа команды. Один и тот же проект могут одновременно редактировать несколько сотрудников. Благодаря обдуманному принципу рабочих групп всегда сохраняется единство данных проекта. Установленные права доступа позволяют избежать недоразумений и двойной работы и разделить работу Вашей команды по профессиональному признаку и с учетом ресурсов. Благодаря Allklima 2000 проблема времени теряет свою остроту. Интегрированные общепринятые строительные правила Как образмеривается колено или рассчитывается переход? Как проводился расчет деталей специальной формы? С автоматическим составлением ведомостей интегрированы общепринятые строительные нормы и правила! Программные модули для фирм-изготовителей. Специально для производства вентиляции создан программный модуль. Он состоит из функций «Ручного задания припусков» для алфавитно-цифровой регистрации систем вентиляции, расчета припусков по общепринятым строительным нормам и правилам, Спецификации No чертежа , Спецификации профильных заготовок, Спецификации на изготовление и Спецификации формованных деталей. Важнейшие интерфейсы изготовления уже интегрированы в Allklima 2000: можно выбрать различные форматы, среди них: Lockformer, Suter Cybermation, Klimax, L-Tec, Bystronic, CR-Electronic, Thelen.Allklima2000 Пакет ОВ/ВК является хорошо скроенным профессиональным решением для проектировщиков отопления и сантехники. Программные пакеты: Пакет Вентиляция-Пакет Отопление/Сантехника; Пакет Электро; Пакет ОВ/ВК/Э.

## **12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕР**

### **12.1 Программное обеспечение УПРЗА «Эколог» 4.50 [21]**

УПРЗА «Эколог» 4.50. Базовый модуль УПРЗА «Эколог» 4.50 позволяет рассчитать максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере без учета влияния застройки в соответствии с Методами 2017 и ОНД-86. Ограничение на количество источников выброса (3000).

### **12.2 Программное обеспечение АБЗ-Эколог 2.0 [22]**

Программа реализует "Методику проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от асфальтобетонных заводов (расчетным методом)", Москва, 1998, согласованную Государственным комитетом Российской Федерации по охране окружающей среды 26.08.1998 и утвержденную Министерством транспорта Российской Федерации 28.10.1998.

Рассчитываются величины выбросов загрязняющих веществ от асфальтобетонных заводах для следующих операций:

- асфальтосмесительная установка;
- битумноплавильная установка;
- камнедробильно-сортировочная установка;
- погрузка, разгрузка и хранение;
- конвейерная лента;
- реакторная установка;
- разгрузка и хранение битума.

Полученные значения могут быть переданы в программы УПРЗА «Эколог» и «ПДВ-Эколог».

### **12.3 Программное обеспечение АТП-Эколог 3.10 [23]**

Программа АТП-Эколог реализует следующие нормативно-методические документы:

– «Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом)». М., 1998. (разделы: 2, 3.1, 3.3, 3.12 – 3.15).

– «Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для авторемонтных предприятий (расчетным методом)». М., 1998. (разделы: 3.5, 3.12).

– «Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники (расчетным методом)». М., 1998. (разделы: 2, 3.3).

– Дополнения к методикам, 1999 и «Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух». СПб., 2012.

Справочники. Справочные таблицы содержат среднемесячные температуры воздуха почти во всех регионах России, величины удельных выбросов и времен прогрева двигателей автомобилей, данные о веществах, выбрасываемых автотранспортом и другую информацию.

Один из пополняемых справочников содержит коды и ПДК различных углеводородов, что позволяет программе производить расчет выбросов как суммы углеводородов в целом, так и отдельных составляющих.

- типы участков. Расчеты могут проводиться для различных типов участков:
- открытая или закрытая неотапливаемая стоянка;
- открытая стоянка, оборудованная средствами подогрева;
- теплая закрытая стоянка (гараж);

- многоэтажная неотапливаемая стоянка;
- многоэтажная открытая стоянка со средствами подогрева;
- теплая закрытая многоэтажная стоянка (гараж);
- внутренний проезд;
- дорожная техника на неотапливаемой стоянке;
- дорожная техника на закрытой отапливаемой стоянке;
- участок техобслуживания и текущего ремонта автомобилей;
- участок мойки автомобилей;
- пост контроля отходящих газов автомобилей;
- участок техобслуживания и текущего ремонта дорожной техники;
- обкатка и испытание двигателей после ремонта;
- мойка и очистка деталей, узлов и агрегатов;
- испытание и ремонт топливной аппаратуры;
- автопогрузчики.

## **13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ**

### **13.1 Программное обеспечение Эколог-Шум [24]**

Расчет распространения шума от внешних источников выполняется согласно СП 51.13330.2011 «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003», ГОСТ 31295.2-2005.

Программа может быть использована при проведении проектных работ по размещению новых объектов с учётом существующей градостроительной ситуации и оценке влияния шума существующих объектов на окружающую среду. Расчет шумового воздействия от совокупности источников в любой точке выполняется с учетом дифракции и отражения звука препятствиями в соответствии с существующими методиками, справочниками и нормативными документами. Результатом расчетов являются уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31.5 – 8000 Гц, а также уровни звука  $L_a$ . Информация представляется как в табличном виде, так и на цветной шумовой карте.

Программный продукт предназначен для выполнения следующих задач:

- оценка шумового воздействия на территориях, прилегающих к промышленным предприятиям и транспортным магистралям;
- разработка и оценка эффективности шумозащитных мероприятий;
- определение санитарно-защитных зон по фактору шума проектируемых и существующих предприятий;
- экологический аудит промышленных, коммунальных и транспортных предприятий по фактору промышленного и транспортного шума.

#### Особенности программы "Эколог-Шум"

Графический интерфейс программы "Эколог-Шум" позволяет заносить, просматривать и редактировать все данные, описывающие объекты, относящиеся к расчету шума (источники шума, препятствия, расчетные точки и площадки и т.д.), одновременно в табличной форме и на карте. Предусмотрены также инструменты редактирования карт, в том числе и с использованием графической подложки. Возможно использование карт, подготовленных ранее в формате "Эколог".

Расчет проводится от точечных, линейных и объемных источников шума. Для удобства заполнения характеристик источников предусмотрен справочник шумовых характеристик источников шума, который может пополняться пользователем. Для некоторых видов источников шума предусмотрены специализированные методики, определяющие шумовые характеристики, например, "Расчет шума от транспортных потоков" и "Расчет уровня внешнего шума систем вентиляции".

В расчете учитываются препятствия шума. Для удобства заполнения характеристик препятствий предусмотрен справочник звукопоглощающих и звукоотражающих свойств материалов, который может пополняться пользователем.

Расчет производится по расчетным точкам, по полю (расчетной площадке) с заданным шагом, а также по точкам на границе особых зон (охранной, промышленной, санитарно-защитной и жилой). Расчет может производиться на любой высоте.

## **14. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ**

### **14.1 Программное обеспечение Отходы 5.0 [25]**

Программа является удобным инструментом, позволяющим быстро и квалифицированно подготовить проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) в соответствии с приказом Министерства Природных Ресурсов и экологии Российской Федерации N 349 "Об утверждении методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение"

Программа позволяет произвести расчет количества образования отходов по материально-сырьевому балансу предприятия, по удельным отраслевым нормативам образования отходов и расчетно-аналитическим методом и сформировать все необходимые таблицы проекта НООЛР.

Расчет по удельным отраслевым нормативам реализован в соответствии с разделами 2, 3.1, 3.3, 4.1 – 4.4 «Сборника удельных показателей образования отходов производства и потребления», Москва, НИЦПУРО, 1999 г.

Дополнительно в программу включены следующие методики по расчету количества образования отходов:

- отработанных люминесцентных и ртутных ламп;
- бытовых отходов;
- нефтешламов при зачистке резервуаров;
- лакокрасочных операций;
- металлообработки.

### **14.2 Программное обеспечение Расчет класса опасности 4.1 [26]**

Программа включает уникальную справочную базу данных по 9824 опасным компонентам отходов со ссылками на источник информации по состоянию на апрель 2017 г. В среднем по каждому из компонентов присутствует около 2 показателей опасности (от 1 до 11). Программа реализует приказ 536 МПР России от 04.12.2014 «Критерии отнесения отходов к I - V классу опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду». Программа позволяет рассчитать в соответствии с «Критериями» класс опасности отходов для окружающей природной среды на основании показателя степени опасности отхода при его воздействии на окружающую природную среду, рассчитанного по сумме показателей опасности веществ, составляющих отход.

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам химического анализа и относятся к исходным данным пользователя.

В результате работы программы формируется отчет в формате Microsoft Word, который содержит не только сведения о расчете класса опасности, формулы и первичные показатели опасности компонентов отхода, но и список литературы, которая была использована для поиска исходной информации.

### **14.3 Программное обеспечение Расчет класса токсичности 1.0 [27]**

Программа реализует «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления. СП 2.1.7.1386-03», Москва, Минздрав России, 2003. Программа включает уникальную справочную базу данных по 9500 опасным компонентам отходов (с информацией по опасным свойствам). В среднем по каждому из компонентов присутствует около 2 показателей опасности (от 1 до 11). Программа позволяет рассчитать в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 класс опасности отходов производства и потребления по степени их токсичности. Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам химического анализа и

относятся к исходным данным пользователя. В результате работы программы формируется отчет, который содержит сведения о расчете класса токсичности, формулы, первичные показатели опасности компонентов отхода и список литературы, которая была использована для поиска исходной информации.

## **15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ**

### **15.1 Программное обеспечение НДС-Эколог 2.7 [28]**

Программа «НДС-Эколог» разработана Фирмой «Интеграл» при участии специалистов Государственного Гидрологического института (ГГИ) и предназначена для расчета нормативов допустимых сбросов (НДС) предприятий-водопользователей в водные объекты и автоматизации расчетной части нормативов НДС. Расчет НДС производится для отдельных выпусков предприятий в водные объекты с применением нормативных требований как к самим сточным водам, так и к составу и качеству вод в контрольном створе водопользования. Во втором случае выполняется расчет кратности разбавления (смешения) сточных вод с водами водного объекта-приемника. Расчет кратности разбавления осуществляется для водотоков, водоемов и прибрежных зон морей согласно нормативным документам и рекомендованным методикам расчета (ГГИ, ВОДГЕО и т.д.).

## **16. ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПЛАТЫ ЗА НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАТЕЖИ**

### **16.1 Программа ЭКО-Эксперт [29]**

«ЭКО-Эксперт» – мощная программа для экологов, предназначенная для выполнения и хранения сложных расчетов при составлении Декларации о плате за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС). Она поможет подготовить все необходимые экологические платежи в одной программе, и ей не важно, сколько Вам выдано разрешений на выброс, разрешений на сброс и лимитов на размещение отходов. Или не выдано ни одного. В этом случае Вы можете использовать методики расчета выбросов, методики расчета сбросов и нормативы образования отходов (а их предусмотрено порядка 330).

## **17. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

В рамках ГПО (УПД) на практических занятиях студенты совместно с научным руководителем проекта разрабатывают технические требования к результатам моделирования процессов и объектов. Студенты совместно с научным руководителем проекта выбирают программное обеспечение для моделирования процессов и объектов. Студенты совместно с научным руководителем проекта обсуждают результаты моделирования процессов и объектов.

## **18. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ**

По разработанным совместно с научным руководителем проекта техническим требованиям, в рамках ГПО (УПД), на лабораторных занятиях студенты проводят моделирования процессов и объектов.

## **19. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Студенты в рамках самостоятельной работы над проектом ГПО (УПД) проводят анализ и выбор программного обеспечения для моделирования процессов и объектов. Студенты в рамках самостоятельной работы оформляют результаты моделирования процессов и объектов в соответствии с [30].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 57412-2017 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200144432> (дата обращения: 29.03.2022).
2. Dialux - расчёт и проектирование освещения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.dialux-help.ru/dialux-evo/o-dialux-evo.html> (дата обращения: 29.03.2022).
3. Lambda Research Corporation. Optical Design Software leader. All rights reserved. Created by Polyphasic Developers. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200026224> (дата обращения: 29.03.2022).
4. Synopsys, Inc. All Rights Reserved. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.synopsys.com/optical-solutions/lighttools/feature-details.html> (дата обращения: 29.03.2022).
5. «ПОИНТ» – официальный дистрибьютор Autodesk в России. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.pointcad.ru/product/autodesk-simulation-cfd/funkczional-autodesk-cfd> (дата обращения: 29.03.2022).
6. ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.cadferm-cis.ru/products/ansys/> (дата обращения: 29.03.2022).
7. Keysight Technologies. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.keysight.com/ru/pc-1297131/systemvue-electronic-system-level-esl-design-software?cc=RU&lc=rus> (дата обращения: 29.03.2022).
8. National Instruments. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.awrcorp.com/ru/products/microwave-office> (дата обращения: 29.03.2022).
9. Keysight Technologies. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.keysight.com/ru/pc-1297113/advanced-design-system-ads?cc=RU&lc=rus> (дата обращения: 29.03.2022).
10. СМИ Сайт-ПАЯЛЬНИК. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cxem.net/software/p-cad.php> (дата обращения: 29.03.2022).
11. СМИ Сайт-ПАЯЛЬНИК. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://cxem.net/software/sprint\\_layout.php](http://cxem.net/software/sprint_layout.php) (дата обращения: 29.03.2022).
12. СМИ Сайт-ПАЯЛЬНИК. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://cxem.net/software/altium\\_designer.php](http://cxem.net/software/altium_designer.php) (дата обращения: 29.03.2022).
13. GRAPHISOFT SE. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.graphisoft.ru/archicad/archicad/overview/> (дата обращения: 29.03.2022).
14. ГК "Автоматизация учета". [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.auperm.ru/upravlenie-ohranoy-truda/> (дата обращения: 29.03.2022).
15. ООО «БРеалИТ». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://asupb.ru/description.php#benefits> (дата обращения: 29.03.2022).
16. Гехсон. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.gexcon.com/FRED\\_Shepherd\\_PIPA/article/shepherd](http://www.gexcon.com/FRED_Shepherd_PIPA/article/shepherd) (дата обращения: 29.03.2022).
17. MagiCAD Вентиляция. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.magicad.com/ru/magicad-ventilation-rus/#magicad-dlya-autocad> (дата обращения: 29.03.2022).
18. MagiCAD Трубопроводы. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.magicad.com/ru/magicad-piping-rus/#magicad-dlya-autocad/> (дата обращения: 29.03.2022).
19. MagiCAD Электроснабжение. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.magicad.com/ru/magicad-electrical-rus/#magicad-dlya-autocad> (дата обращения: 29.03.2022).
20. StudyDoc. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://studydoc.ru/doc/3805931/allklima-2000--sapr-inzhenernyh-setej--ventilyaciya--otoplenie>

(дата обращения: 29.03.2022).

21. Фирма «Интеграл». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://integral.ru/shop/cargo/372.html> (дата обращения: 29.03.2022).

22. Фирма «Интеграл». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.integral.ru/shop/cargo/35.html> (дата обращения: 29.03.2022).

23. Фирма «Интеграл». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://integral.ru/shop/cargo/22.html> (дата обращения: 29.03.2022).

24. Фирма «Интеграл». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://integral.ru/shop/cargo/140.html> (дата обращения: 29.03.2022).

25. Фирма «Интеграл». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.integral.ru/shop/cargo/49.html/> (дата обращения: 29.03.2022).

26. Фирма «Интеграл». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://integral.ru/shop/cargo/55.html> (дата обращения: 29.03.2022).

27. Фирма «Интеграл». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://integral.ru/shop/cargo/81.html> (дата обращения: 29.03.2022).

28. Фирма «Интеграл». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://integral.ru/shop/cargo/42.html> (дата обращения: 29.03.2022).

29. ООО БИТ Аэро-Софт. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.airsoft-bit.ru/programecologs/114-eco-expert> (дата обращения: 29.03.2022).

30. ГОСТ 2.052-2015 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная модель изделия. Общие положения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200138639> (дата обращения: 29.03.2022).