

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Иркутский национальный исследовательский технический университет**

**Институт недропользования**

**Кафедра промышленной экологии и безопасности  
жизнедеятельности**

**Хамидуллина Е.А.**

**Моделирование опасных процессов в техносфере**

**(УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ, СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ)**

**Методические указания по выполнению курсовой работы**

**для магистрантов, обучающихся  
по направлению 20.04.01 «Техносферная безопасность»**

Иркутск- 2015

Учебная дисциплина «Моделирование опасных процессов в техносфере» («Управление рисками, системный анализ и моделирование») является составной частью основной общеобразовательной программы высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» и включена в базовую часть общенаучного цикла подготовки магистрантов.

Целью дисциплины является формирование методологии системного анализа и системного синтеза техносферной безопасности на основе моделирования процессов возникновения и предупреждения техногенных происшествий и приобретение навыков организации программно-целевого менеджмента техногенного риска, осуществляемого при создании и эксплуатации опасных технологических объектов производства и транспорта.

Задачами освоения дисциплины являются освоение разработки разделов проектов, связанных с вопросами безопасности, освоение процесса создания математической модели объектов, научное сопровождение экспертизы безопасности новых проектных решений и разработок, участие в разработке разделов безопасности технических регламентов и их нормативно-правовом сопровождении.

**Цель курсовой работы** – выработка практических навыков прогнозирования техногенного риска путем разработки и системного анализа моделей опасных процессов в техносфере, а также приобретение студентом навыков самостоятельной работы библиографического поиска необходимой литературы с применением фондов библиотеки и систем поиска Интернет-ресурсов, аналитической работы с книгой, периодической литературой с последующей систематизацией изученного материала.

В процессе подготовки и выполнения курсовой работы студент должен:

**знать:**

понятия, концепции, принципы и методы системного анализа, обеспечения и совершенствования безопасности процессов и систем производственного назначения; принципы управления рисками;

**уметь:**

пользоваться современными математическими и машинными методами моделирования, системного анализа и синтеза безопасности процессов и объектов технологического оборудования; использовать современные программные продукты в области предупреждения риска;

**владеть:**

навыками создания и анализа математических моделей исследуемых процессов и объектов.

Курсовая работа по дисциплине является законченной научно-практической разработкой студента по определённой тематике.

**Этапами** выполнения курсовой работы являются

- подбор и углубленное изучение проектно-конструкторской и эксплуатационно-технической документации и литературы с целью выявления проблемных ситуаций в выбранной отрасли промышленности или транспорта;

- сбор и обработка имеющихся статистических данных по аварийности и травматизму с целью количественной оценки соответствующих параметров модели;

- разработка семантической модели исследуемого опасного процесса в техносфере в форме одной из диаграмм причинно-следственной связи;
- качественный анализ построенной модели с целью выявления закономерностей возникновения и предупреждения исследуемого опасного процесса;
- разработка адекватной семиотической модели и ее количественный анализ с целью априорной оценки соответствующего техногенного риска;
- системный анализ результатов моделирования и выработка организационно-технических мероприятий по снижению или перераспределению техногенного риска.

Студент выбирает одну из предложенных преподавателем тем или самостоятельно формулирует заинтересовавшую его тему. Тему, содержание и план работы согласовывает с преподавателем.

Для поиска материала к курсовой работе использует библиографический фонд библиотеки, периодическую литературу, базу Интернет.

### **Структура курсовой работы**

Предлагаемая тематика курсовых работ охватывает широкий круг вопросов, поэтому структура каждой работы может уточняться студентом совместно с руководителем исходя из интересов студента, степени проработанности данной темы в литературе, наличия информации и т. п.

Курсовая работа должна включать в себя в указанной последовательности следующие структурные части: титульный лист, задание на курсовую работу, оглавление, введение, теоретическую часть, основную часть, которая включает аналитическую и проектную части, заключение; перечень условных обозначений символов, единиц и терминов (при необходимости), список литературы, приложения (при необходимости).

Исходя из рекомендуемой структуры курсовой работы, её объем (без учёта приложений) должен составлять примерно 20–25 страниц машинописного текста.

### **Требования к содержанию пояснительной записки**

**Титульный лист.** Является первой страницей курсовой работы и служит источником информации, необходимой для обработки и поиска документа. Он имеет единую форму и оформляется по образцу, представленному в *Приложении*.

**Задание на курсовую работу.** Это структурный элемент, который представляет собой ксерокопию официального бланка–задания на выполнение курсовой работы. Он заполняется и подписывается всеми ответственными лицами, печатается на отдельном листе. Форма листа задания приведена в *Приложении*.

**Оглавление.** Включает введение, основную часть и заключение с наименованием всех разделов, подразделов, пунктов, если они имеют наименование и нумерацию, а также список использованной литературы и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы курсовой работы.

**Введение.** Во введении кратко даётся оценка современного состояния

выбранной темы, обоснование ее актуальности и новизны, конкретизируется цель курсовой работы и задачи для реализации поставленной цели.

**Теоретическая часть** (в конкретной курсовой работе должна иметь свое название). Используя различные литературные источники (монографии, учебники, журнальные статьи, материалы конференций и т. п.) необходимо дать теоретическое обоснование исследуемой проблемы, провести анализ состояния безопасности в выбранной предметной области и обозначить задачи исследования.

**Основная часть работы.** Основная часть работы может состоять из следующих разделов:

1. Исследование процесса возникновения техногенного происшествия (вербальное описание технологического процесса и моделируемой опасной ситуации, описание ее графической и математической моделей, а также процедуры и результатов ее качественного и количественного анализ);
2. Исследование процесса причинения ущерба при появлении происшествия (вербальное описание и графическое представление данного процесса, порядок и результаты прогнозирования ущерба, ожидаемого в случае возникновения происшествия);
3. Предложения по снижению техногенного риска исследуемого опасного процесса или ситуации (обоснование стратегии соответствующих действий, описание предлагаемых решений, априорная количественная оценка результативности)

**Заключение** должно содержать краткие выводы, характеризующие степень выполнения задач, которые ставились в курсовой работе, оценку полноты решений поставленных задач, разработку рекомендаций по конкретному использованию результатов работы. Заключение оформляется в виде нумерованных абзацев.

**Обозначения и сокращения.** Раздел «Обозначения и сокращения» содержит перечень обозначений и сокращений, применённых в работе. Запись обозначений и сокращений приводят в порядке приведения их в тексте документа с необходимой расшифровкой и пояснениями, с указанием размерностей. В перечень включают условные обозначения и сокращения, повторяющиеся в тексте более трёх раз, остальные расшифровываются в тексте при первом упоминании.

**Список использованной литературы** содержит все источники информации, использованные при выполнении работы, их записывают в порядке появления ссылки на источник в тексте или в алфавитном порядке, но уже без ссылок. Библиографическое описание источника в списке должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 7.05–2008. Образец оформления списка литературы приведен в *Приложении*.

## **Требования к оформлению курсовой работы**

Курсовая работа оформляется в соответствии с требованиями, установленными ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 2.106-96, ГОСТ 7.32-2000 и стандартом ИрГТУ (СТО ИрГТУ 005-2009).

**Оформление текста.** Текст курсовой работы должен быть выполнен одним из следующих способов:

*машинописным.* Текст курсовой работы должен быть отпечатан на компьютере с использованием шрифта Times New Roman, размер шрифта – 14, междустрочный интервал – одинарный (ГОСТ 28388). Текст работы нужно располагать на одной стороне листа формата А4 (210x297), размеры полей: левое – 30 мм, правое – 10мм, верхнее – 25 мм, нижнее – 20 мм. На каждой странице 28-30 строк. Абзацный отступ должен быть равен пяти буквенным знакам. Чертежи, схемы, таблицы, включаемые в качестве иллюстраций, допускается выполнять на листах формата А3, складываемых до размера формата А4. Терминология, символы и условные обозначения должны быть едиными на протяжении всей работы и соответствовать действующим стандартам. Все расчеты должны быть выполнены в единицах СИ или других, допущенных к применению ГОСТ 8.417;

*на электронных носителях данных* (ГОСТ 28388). Шрифт – Times New Roman, размер – 14, междустрочный интервал – одинарный. Расстояние от рамки до границ текста в начале и конце строк – не менее 3 мм, вверху и внизу – не менее 10 мм. В этом случае в комплект работы, представляемой к защите, рекомендуется включать: титульный лист; задание, аннотацию (с указанием текстового редактора и программного продукта, использованного при выполнении работы); рецензию; электронный носитель.

Введение, каждый раздел (кроме подразделов), заключение, список литературы, приложения начинаются с новой страницы. Их заголовки пишут прописными (заглавными) буквами без подчеркивания и симметрично тексту, в подразделах – строчными, за исключением первой прописной. Переносы слов в заголовках не допускаются, точку в конце не ставят. Заголовки от текста отделяют снизу и сверху двумя интервалами (10 мм). Между заголовками раздела и подраздела расстояние – 1,5 интервала.

**В оглавлении** последовательно указываются заголовки структурных частей курсовой работы, их номера с указанием страниц.

**Нумерация страниц.** Все страницы работы, включая титульный лист, список литературы, приложения, должны быть пронумерованы сквозной нумерацией по всей работе. Номер проставляется арабскими цифрами внизу страницы по центру без точки. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц работы, но номер страницы на нем не ставят.

**Нумерация разделов и подразделов.** Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной части работы и обозначаться арабскими цифрами (1, 2, 3 и т. д.). Подразделы следует нумеровать в пределах каждого раздела так же арабскими цифрами с точкой, при этом номер состоит из номера раздела и параграфа, разделённых точкой (1.1, 1.2, 1.3 и т. д.). Один параграф в разделе нумеровать не следует.

**Требования к стилю изложения.** Излагать материал следует чётко, ясно, последовательно, применяя научную терминологию, избегая общеизвестных положений, имеющих в учебниках. При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова: «должен», «следует», «необходимо» и производные от них.

В тексте академического стиля не принято приводить свои суждения, но если это необходимо, то следует употреблять выражения в третьем лице: «автор

предполагает», «по мнению автора», или во множественном числе: «мы считаем», «по нашему мнению», «на наш взгляд» и т.д.

Терминология, символы и условные обозначения должны быть едиными на протяжении всей работы и соответствовать действующим стандартам.

**Сокращения в тексте.** Сокращения слов в тексте не допускаются за исключением особых случаев, приведенных в правилах библиографического описания. Например, разрешаются следующие сокращения: то есть – т. е., и так далее – и т. д., и тому подобное – и т. п., и другие – и др., год (годы) – г. (гг.), тысячи, миллионы, миллиарды – тыс., млн, млрд; рубли – руб.; тонны, килограммы, граммы – т, кг, г (без точки).

Если в работе приводится ряд числовых значений, имеющих одну и ту же единицу измерения, то ее указывают только в конце последнего числового значения. Например: 238, 345, 944 тыс. руб. или 17, 30 и 90 %.

**Исправления в тексте.** Ошибки, допущенные при написании текста, и неточности должны быть устранены аккуратной подчисткой и нанесением на том же месте исправленного текста.

**Оформление таблиц.** Таблицу необходимо располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота или с поворотом работы по часовой стрелке.

Все таблицы снабжаются номерами (арабские цифры, нумерация сквозная в пределах всей работы) и заголовками. Знак «№» перед цифрой не ставят. Таблицы приложений нумеруют в пределах каждого приложения. Номер помещается слева над таблицей. Заголовок таблицы помещают на одной строке с ее номером и начинают с прописной буквы, точку в конце не ставят, например: «Таблица 1 – Кадровый состав предприятия».

Заголовки граф таблицы начинаются с прописных букв, а подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком. Подзаголовки, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы.

Слово «таблица» в тексте пишут полностью с указанием ее номера. На все таблицы в тексте должны быть ссылки, например: «...данные представлены в таблице 2» или «(см. таблицу 3).

Рекомендуется составлять таблицы, которые помещаются на одной странице. Если таблица не помещается на одной странице, то оставшуюся часть таблицы переносят на другую страницу обозначая ее как «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера.

**Оформление иллюстраций.** Все иллюстрации именуются рисунками: например, схема структуры управления, диаграммы, графики и т.п. При этом в тексте должны быть ссылки на все приводимые рисунки. Например: «...в соответствии с рисунком 1 ...».

Все рисунки помещаются сразу после ссылки на них в тексте или на следующей странице, нумеруются они сквозной нумерацией в пределах всей работы. Каждый рисунок сопровождается названием, которое помещается под рисунком в одну строку с его номером, например: «Рисунок 1. Организационная структура предприятия». Точку в конце названия не ставят.

Иллюстрации при необходимости могут иметь поясняющие данные (подрисуночный текст), которые ставят над наименованием рисунка.

**Оформление ссылок на источники.** Если в тексте курсовой работы приводятся цитаты или цифровые данные, заимствованные из литературы, то обязательно дается ссылка на этот источник в конце цитаты.

Нумерация источников в тексте должна быть сквозной. Ссылку на источник в тексте дают в квадратных скобках (допускается в косых), где помещается порядковый номер источника в списке литературы. Допускается приводить ссылку на источник с указанием номера страницы, например: [6; стр.22]. При ссылке на несколько работ приводятся номера этих работ, например [7, 8, 9]. Библиографическое описание источника в списке должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 7.05-2008. Примеры оформления перечня литературных источников представлены в *Приложении Г*.

### **Критерии оценки работы**

При оценке работы учитывается актуальность исследуемой проблемы, строгость выделения объекта из внешней среды, четкость определения структуры, достаточность и качество подобранной документации и литературы, а также четкость содержательной постановки задачи. Также при оценке принимается во внимание качество представленных демонстрационных материалов и пояснительной записки, актуальность и глубина проработки вопросов, четкость представленного доклада и ответов на вопросы и своевременность представления работы к защите.

**Полнота и качество системного анализа** представленной в курсовой работе модели **оценивается по следующим результатам:**

качественный анализ диаграммы причинно-следственной связи любого типа должен включать выявление закономерностей, способствующих увеличению и снижению риска исследуемого процесса, при этом для диаграммы типа дерево этот анализ должен содержать констатацию условий, минимально необходимых и достаточных для возникновения и исключения головного события, а также оценку и ранжирование соответствующего вклада его исходных предпосылок по значимости и критичности. Количественный анализ моделей процессов возникновения техногенного происшествия и причинения ущерба предполагает априорную количественную оценку риска по показателям, характеризующим вероятность его появления и меру результата (ожидаемый средний ущерб).

**Достаточность и обоснованность предложений** по обработке прогнозируемого риска путем снижения или перераспределения тех его оценок, которые получены в результате количественного анализа модели, **оцениваются с учетом следующих критериев:**

- общее количество предложенных организационно-технических мероприятий  $\geq 2$ , одно из которых должно быть направлено на снижение меры возможности появления происшествия, а другое – меры результата проявления соответствующего риска в моделируемых условиях;

- наличие и правдоподобность аргументов в пользу правильности выбора места и времени приложения предлагаемых мероприятий, а также выводов касающихся

абсолютной и сравнительной оценки каждого из них по требуемым затратам и ожидаемому от внедрения эффекту.

### **Защита курсовой работы**

Защита курсовой работы происходит публично.

Текст доклада – это краткое содержание работы. Защита проводится публично, продолжительность защиты 10 минут, из которых 5 минут отводится на доклад. Обсуждение доклада происходит в диалоговом режиме между студентами, студентами и преподавателем.

Презентация к докладу оформляется в Power Point и должна содержать тематический (графики, формулы, цифры, выборки из таблиц и др.) и иллюстративный материал, соответствующий теме работы. Слайд презентации может быть снабжен содержательным текстом, объем которого не должен быть доминирующим. В качестве иллюстративного материала рекомендуется использовать следующие материалы: таблицы и графики с фактическими данными по аварийности и травматизму, диаграммы распределения способствующих этому факторов, схемы расположения объекта на местности, планы расположения опасных веществ и оборудования на его территории, графические и аналитические модели процессов возникновения техногенного происшествия и ущерба от него, результаты количественного анализа, включая поля концентрации вредного вещества либо зоны достоверного и вероятного причинения ущерба другими опасными факторами, содержание предлагаемых организационно-технических мероприятий.

Студент готовит печатный и электронный вариант курсовой работы (на диске).

### **Примерные темы курсовых работ**

1. Системный анализ и моделирование процесса возникновения происшествия на объекте экономики (с выбором соответствующей отрасли)
2. Использование теории нечетких множеств при прогнозировании техногенного происшествия
3. Использование логико-лингвистического моделирования при исследовании процессов в техносфере
4. Разработка критериев оценки факторов опасности при анализе техногенного риска с помощью программного комплекса *Hazard*
5. Особенности прогнозирования техногенного риска с помощью программного комплекса *Hazard*
6. Прогнозирование показателей аварийности и травматизма на транспорте
7. Моделирование и системный анализ процессов высвобождения и распространения аварийно-опасных веществ
8. Моделирование и системный анализ процессов разрушительного воздействия аварийно-опасных веществ
9. Системный анализ синергетических аварийных процессов в техносфере
10. Моделирование и системный анализ процессов неуправляемого распространения потоков энергии в техносфере
11. Прогнозирование влияния компонентов человеко-машинной системы на



состояние безопасности объекта экономики

12. Системный анализ и моделирование процесса трансформации и воздействия потоков энергии при авариях на гидротехнических сооружениях
13. Особенности прогноза последствий вредного воздействия на людские и природные ресурсы
14. Учет влияния качества рабочей среды и средств защиты персонала в моделировании процесса обеспечения требуемого уровня безопасности
15. Системный анализ современных методов анализа производственных рисков и его роль в обеспечении безопасности технологических процессов
16. Моделирование и системный анализ техногенных происшествий с помощью диаграмм типа «сеть»
17. Моделирование и системный анализ техногенных происшествий с помощью диаграмм типа «граф»
18. Разработка и оценка моделей и методов поддержания безопасности особо ответственных работ
19. Разработка и оценка моделей и методов оптимизации контрольно-профилактической работы по предупреждению происшествий
20. Разработка и оценка моделей и методов поддержания готовности персонала к обеспечению безопасности

## Титульный лист курсовой работы

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

\_\_\_\_\_  
наименование кафедры

Допускаю к защите

Руководитель \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

\_\_\_\_\_  
наименование темы

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к курсовой работе по дисциплине

\_\_\_\_\_  
ПЗ

\_\_\_\_\_  
обозначение документа

Выполнил студент группы \_\_\_\_\_

шифр

\_\_\_\_\_   
подпись

\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_   
подпись

\_\_\_\_\_  
И.О. Фамилия

Курсовой проект защищен с оценкой \_\_\_\_\_

Иркутск 2012 г.

**Задание на курсовую работу**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЗАДАНИЕ  
НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

По курсу \_\_\_\_\_

Студенту \_\_\_\_\_

(фамилия, инициалы)

Тема проекта \_\_\_\_\_

Исходные данные \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Рекомендуемая  
литература \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Графическая часть на \_\_\_\_\_ листах.

Дата выдачи задания “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200 г.

Дата представления проекта руководителю “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200 г.

Руководитель курсового проектирования (курсовой работы) \_\_\_\_\_

**Образец оформления списка использованной литературы**

Библиографическое описание источника в списке должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.05-2008:

***Книги с указанием одного, двух и трех авторов:***

1. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. М.: Машиностроение, 1982. 320 с.
2. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. М.: Теис, 1997. 272 с.

***Книги, имеющие более трех авторов:***

3. Производство фасонных профилей высокой точности / В.Н. Выдрин, А.В. Гросман [и др.]. М. : Металлургия, 1977. 183 с.

***Сборники статей, официальных материалов***

4. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2003 году: гос. доклад / Министерство природ. ресурсов РФ о Иркутской обл., гл. упр. природ. ресурсов и охраны окруж. среды, адм. Иркутской обл. Иркутск : Облмашинфори, 2004. 296 с.

***Многотомное издание, том из многотомного издания***

5. Толковый словарь русского языка: в 4 т./ Под ред. Д.Н. Ушакова. М. : Астрель : АСТ, 2000.
6. Хей Д., Моррис Д. Теория организации промышленности: в 2 т.; пер. с англ. А.Г. Слуцкого. СПб. : Экон. шк., 1999. Т.1. 382 с.

***Статьи***

7. Ефимов В.С. Эколого-экономические аспекты предплановых исследований // Экология и промышленность. 2000. № 7. С. 3–13.
8. Белоусов Д.Ю. Разработка и испытание новых форм рабочих камер для вибрационной обработки деталей // Вопросы вибрационной технологии: сб. статей. Ростов н/Дону, 1996. С. 10–14.

***Стандарты и нормативно-законодательные документы***

9. ГОСТ 7.80 – 2000. Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления. Введ. 01.07.01. М. : Изд-во стандартов, 2000. 10 с.
10. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ (в посл. ред. от 09.05.2005 « 45-ФЗ). М.: ОМЕГА-Л. 2005. 56 с.

***Патентные документы***

11. Пат. № 2090343, Российская Федерация, МКИ<sup>3</sup> В24 В39 / 04. Устройство для упрочнения поверхности цилиндрических деталей / С. А. Зайдес, Д. А.

Журавлев, С. А. Кургузов; заявитель и патентообладатель Иркутский государственный технический университет. № 96105784/31-27; заявл. 28.03.96; опубл. 20.09.97, Бюл. № 26.3 с.

***Материалы конференций***

12. Экологическая безопасность Восточно-Сибирского региона: материалы Всерос. науч.-прак. конф., Иркутск 29 окт. 2003 г. / Иркутск : Изд-во ИрГТУ. 2003. 260 с.