ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра комплексной безопасности
в строительстве

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Методические указания к выполнению самостоятельной работы
для аспирантов по направлению подготовки
08.06.01 Техника и технологии строительства,
профиль «Безопасность в строительстве»

Составитель Д.А. Корольченко

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2020

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2020

УДК 614.84
ББК 38.96
Н34

Рецензент — кандидат технических наук, доцент *А.П. Парфененко*,
доцент кафедры комплексной безопасности в строительстве НИУ МГСУ

Н34 **Научные исследования: пожарная безопасность** [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению самостоятельной работы для аспирантов по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства, профиль «Безопасность в строительстве» / сост. Д.А. Корольченко ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра комплексной безопасности в строительстве. — Электрон. дан. и прогр. (0,6 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. — Режим доступа: http://lib.mgsu.ru — Загл. с титул. экрана.

Методические указания содержат теоретические данные для ознакомления с основой научных исследований в области безопасности в строительстве и указания к выполнению самостоятельной работы аспирантов по дисциплинам «Введение в научную специальность» и «Научные исследования».

Для аспирантов очной формы обучения по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства, профиль «Безопасность в строительстве».

Учебное электронное издание

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2020

Редактор, корректор *Л.В. Себова*
Компьютерная правка *Л.В. Себовой*
Верстка и дизайн титульного экрана *Д.Л. Разумного*

Для создания электронного издания использовано:
Microsoft Word 2010, Adobe InDesign CS6, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 15.05.2020. Объем данных 0,6 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет».
129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.
Тел.: (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

Оглавление

Введение 5
1. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АСПИРАНТОВ 5
2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 9
3. СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АСПИРАНТА 10
4. ВВЕДЕНИЕ В НАУЧНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 15
Библиографический список 23

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки высшего образования 08.06.01 Техника и технологии строительства (подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре) научные исследования (НИ) обучающихся являются обязательным разделом основной образовательной программы аспирантуры и направлены на обеспечение взаимосвязи между теоретическими знаниями, полученными при усвоении основной образовательной программы, и практической деятельностью по применению этих знаний в ходе научных исследований.

Целью настоящих методических рекомендаций является формирование компетенций обучающегося в области научных исследований, получение им опыта научно-исследовательской профессиональной деятельности, а также подготовка обучающимся научно-квалификационной работы в области обеспечения безопасности в строительстве с применением полученных знаний в практической и научной деятельности.

Научные исследования аспирантов направлены на решение следующих задач:

– закрепление теоретических знаний, умений и навыков, полученных в процессе изучения дисциплин по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства;

– развитие исследовательских способностей;

– приобретение практического опыта научной и аналитической деятельности;

– привитие навыков самообразования и самосовершенствования, содействие активизации научной деятельности;

– углубление и закрепление навыков решения практических задач;

– развитие способности к организации самостоятельной исследовательской деятельности, а также формирование умения решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности;

– умение ставить цели и формировать профессиональные задачи, осуществлять взаимодействие с коллегами по работе;

– проведение экспериментальных и теоретических исследований, применение современных методов по выбранной теме научных исследований;

– применение современных информационных технологий при организации, проведении научных исследований и обработке научных данных;

– подготовка научных отчетов, статей и докладов.

1. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АСПИРАНТОВ

В соответствии с ФГОС ВО научные исследования аспирантов, являясь обязательным разделом основной образовательной программы, должны иметь четкую направленность на формирование общекультурных, универсальных и профессиональных компетенций, а именно:

– цели и задачи каждого научного исследования согласуются с целями и задачами научно-квалификационной (диссертационной) работы;

– в соответствии с поставленными целями и задачами для каждого научного исследования формируются компетенции и структура каждой из них, определяющая, что конкретно должен знать, уметь и чем овладеть аспирант в результате выполнения научного исследования;

– содержание научных исследований строится таким образом, чтобы обеспечить овладение аспирантами компетенциями, формирование которых предусмотрено научными исследованиями;

– результаты овладения знаниями, умениями, навыками и компетенциями по завершении научного исследования оцениваются при проведении промежуточной аттестации.

Приступая к выполнению НИ, аспирант должен знать: какими конкретно знаниями, умениями, навыками и компетенциями ему необходимо овладеть по его завершении; каким образом, на основе каких технологий они будут формироваться и каким образом они будут оцениваться.

В результате проведения НИ аспирант должен обладать следующими компетенциями, включая региональную специфику:

общепрофессиональные компетенции:

– владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1);

– владение культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

– способность соблюдать нормы научной этики и авторских прав (ОПК-3);

– способность к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов (ОПК-4);

– способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций (ОПК-5);

– способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства (ОПК-6);

– готовность организовать работу исследовательского коллектива в области строительства (ОПК-7);

универсальные компетенции:

– способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

– готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

– готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

– способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);

– способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);

профессиональные компетенции:

– способность анализировать научно-технические проблемы обеспечения безопасности зданий и сооружений в чрезвычайных ситуациях (ПК-1.1);

– способность решать научно-технические задачи по возникновению, развитию чрезвычайных ситуаций в строительстве для предотвращения их последствий с применением теории и методологии управления риском чрезвычайных ситуаций (ПК-1.2);

– способность исследовать проблемы и способы защиты в чрезвычайных ситуациях, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований (ПК-1.3);

– способность разрабатывать или совершенствовать теорию и методологию управления риском чрезвычайных ситуаций, обоснование критериев и социально приемлемых уровней рисков, системы и средства прогнозирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций, совершенствовать научные основы государственного регулирования для повышения эффективности функционирования систем предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, разрабатывать методические основы организации защиты от поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций, по увеличению огнестойкости конструкций (времени до обрушения) (ПК-1.4);

– способность анализировать научно-технические проблемы промышленной и пожарной безопасности зданий и сооружений (ПК-2.1);

– способность применять теорию и методологию управления риском, теорию горения и взрыва для обеспечения безопасности при технологических процессах и процессах жизненного цикла объектов строительства, теорию огнезащиты строительных материалов в зависимости от огнезащитных химических составов (ПК-2.2);

– способность выполнять теоретические и экспериментальные исследования в сфере обеспечения промышленной и пожарной безопасности при строительстве, эксплуатации предпри-

ятий, объектов повышенной опасности и анализировать достоверность полученных результатов (ПК-2.3);

– способность разрабатывать или совершенствовать методы исследования процессов горения и огнезащиты, эффективности химической огнезащиты материалов и конструкций, влияние химических составов на огнезащитные свойства конструкций, пожаровзрывоопасных свойств материалов, конструкций, зданий и сооружений, методы и средства защиты людей от пожаров и производственного травматизма, способы повышения безопасности производственного оборудования, условий труда работников, методы прогнозирования и предупреждения пожаров и аварий на объектах строительства и жилищно-коммунального хозяйства (ПК-2.4).

В результате научно-исследовательской работы обучающийся должен:

знать:

– методологию теоретических и экспериментальных исследований в сфере обеспечения безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений;

– информационные технологии в научных исследованиях, программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере;

– нормы соблюдения авторских прав и научной этики;

– современные научные достижения в области обеспечения безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений;

– новейшие информационно-коммуникационные технологии, применяемые для решения задач в области научных исследований;

– основные нормы профессиональной этики;

– научные и практические исследования в области обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях;

– теорию и методологию управления риском, теорию горения и взрыва для обеспечения безопасности при возникновении чрезвычайной ситуации на всем протяжении жизненного цикла объектов строительства;

– методы обработки и анализа полученных результатов;

– теорию и методологию управления риском чрезвычайных ситуаций;

– способы и методы обоснования критериев и социально приемлемых уровней рисков;

– системы и средства прогнозирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций;

– теорию, методы, технологии и технические средства в области обеспечения промышленной и пожарной безопасности;

– теорию и методологию управления риском, теорию горения и взрыва для обеспечения безопасности при технологических процессах и процессах жизненного цикла объектов строительства, теорию огнезащиты строительных материалов в зависимости от огнезащитных химических составов;

– методы обработки и анализа полученных результатов;

– методы исследования процессов горения и огнезащиты;

– методы эффективности химической огнезащиты материалов и конструкций;

– методы и средства защиты людей от пожаров и производственного травматизма;

– способы повышения безопасности производственного оборудования, условий труда работников;

– методы прогнозирования и предупреждения пожаров и аварий на опасных производственных объектах;

уметь:

– ставить задачи на разработку программ проведения научных исследований;

– проводить комплексные исследования по теме исследования на основе использования принципов синергетики и трансдисциплинарных технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий и геоинформационных систем;

– использовать полученные знания при подготовке публикаций и патентовании изобретений;

– анализировать, формулировать выводы, сопоставлять данные, высказывать обоснованные суждения;

– подготовить научную публикацию, научный доклад;

– применять современные методы исследования, а также производить разработку новых методов;

– провести анализ современных научных достижений в области обеспечения безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений;

– писать научные статьи, используя информационные технологии;

– планировать научно-исследовательские работы в области обеспечения безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений;

– анализировать, структурировать, обрабатывать данные в области обеспечения безопасности зданий и сооружений в чрезвычайных ситуациях;

– производить расчеты потенциального, индивидуального и социального рисков, оценивать поражающие факторы аварийных ситуаций, вызванных горением и взрывом, использовать результаты расчета поражающих факторов взрыва и горения для прогнозирования развития чрезвычайной ситуации;

– планировать и выполнять теоретические, экспериментальные исследования, обрабатывать полученные результаты;

– выполнять теоретические и экспериментальные работы в сфере обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях;

– совершенствовать научные основы государственного регулирования для повышения эффективности функционирования систем предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

– разрабатывать методические основы организации защиты от поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций, по увеличению огнестойкости конструкций при возникновении чрезвычайной ситуации;

– анализировать, структурировать, обрабатывать данные в области обеспечения промышленной и пожарной безопасности;

– производить расчеты избыточного давления взрыва в производственном помещении, оценивать поражающие факторы аварийных ситуаций на производстве, вызванных горением и взрывом, использовать результаты расчета поражающих факторов взрыва и горения для прогнозирования развития чрезвычайной ситуации;

– планировать и выполнять теоретические, экспериментальные исследования, обрабатывать полученные результаты;

– выполнять теоретические и экспериментальные работы в сфере промышленной и пожарной безопасности опасных производственных объектов;

– разрабатывать методы исследования процессов горения и огнезащиты, способы повышения безопасности производственного оборудования, условий труда работников, методы прогнозирования и предупреждения пожаров и аварий на опасных производственных объектах;

владеть навыками:

– обработки и анализа результатов исследований в области обеспечения безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений;

– работы на экспериментальном оборудовании;

– организации коллективной работы при научных исследованиях;

– работы в исследовательских коллективах по решению научных и научно-образовательных задач;

– выступления с докладами и сообщениями на конференциях и семинарах на государственном и иностранном языках;

– проведения анализа научной и практической значимости в области обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях;

– анализа научной и практической значимости в области обеспечения промышленной и пожарной безопасности.

Таким образом, выполнение семестровых научных исследований предоставляет научным руководителям аспирантов широкие возможности для формирования у них профессиональных, общекультурных и профессиональных компетенций. Эти возможности должны быть использованы руководителями аспирантов при планировании и организации выполнения научного исследования.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научные исследования являются частью индивидуального плана аспиранта. Выполнение научных исследований осуществляется под руководством научного руководителя. Направление научных исследований определяется в соответствии с направленностью основной образовательной программы и темой научно-квалификационной работы (диссертации). Самостоятельная работа аспиранта по составлению плана научных исследований будет способствовать овладению им навыками планирования исследовательской работы.

Содержание научных исследований должно быть раскрыто и представлено в плане таким образом, чтобы:

– аспирант четко представлял характер, объем и виды исследовательской работы, которую ему предстоит выполнить в данном семестре (письменный отчет, творческая работа, подготовленная к публикации статья, выступление на семинаре или конференции и т.п.);

– научный руководитель имел возможность эффективно контролировать и направлять работу аспиранта в режиме обратной связи.

Важная задача при планировании НИ — сбалансировать результаты исследовательской работы аспиранта в семестре с трудоемкостью работ — определяется учебным планом. Задача научного руководителя аспиранта — распределить общий объем НИ между видами (этапами) таким образом, чтобы трудоемкость каждого из них по возможности отражала реальные способности аспиранта по овладению знаниями, умениями, навыками и компетенциями в рамках данного вида (этапа) работ.

Важным инструментом формирования у аспирантов общекультурных компетенций (способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную речь, вести научную дискуссию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения и др.) является использование при проведении НИ таких форм научных исследований, как: публичное обсуждение результатов НИ на заседаниях кафедры, конференциях, научно-практических семинарах; участие аспирантов в открытых конкурсах на лучшую научную работу; выполнение работ по теме научного исследования (научная статья, доклад или тезисы доклада) и т.п. Участие аспиранта в подобной работе следует рассматривать как обязательную часть научного исследования и отражать в планах НИ.

Контроль выполнения НИ по форме должен быть формирующим, т.е. основанным на обратной связи от научного руководителя к аспиранту. При такой форме контроля руководитель аспиранта, ознакомившись с результатом его работы по определенному виду, получает возможность в оперативном режиме корректировать работу аспиранта. В результате основанная на обратной связи формирующая оценка превращается в эффективный инструмент обучения аспиранта.

Выполнение НИ аспирантом отражается в отчете по научным исследованиям, включенном в индивидуальный план подготовки аспиранта. Заслушивание отчета по НИ аспиранта проходит во время промежуточной аттестации (два раза в учебном году). Неполучение во время промежуточной аттестации зачета по НИ может служить основанием образования академической задолженности у аспиранта, а впоследствии — отчислением.

3. СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АСПИРАНТА

Содержание научных исследований определяется темой научно-квалификационной (диссертационной) работы, ее целями и задачами, ее научной новизной, а также компетенциями, которыми должен овладеть аспирант по завершении данных научных исследований.

Научная новизна и практическая значимость исследования формулируются в начале работы над научно-квалификационной (диссертационной) работой и носят предварительный характер. При этом новизна должна быть доказана, т.е. теоретически обоснована, а также подтверждена практически и экспериментально. Основную роль в таком подтверждении играют научные исследования. В этой связи крайне важно построить содержание научных исследований таким образом, чтобы в ходе их выполнения были получены необходимые данные, подтверждающие научную новизну научно-квалификационной (диссертационной) работы и ее практическую значимость.

Научные исследования аспиранта структурируются по годам обучения, в каждом из которых выполнение научных исследований ориентируется на решение задач, определенных целями и задачами соответствующей программы научных исследований (табл.).

Таблица

Содержание выполнения научных исследований (для программ аспирантуры со сроком обучения 4 года)

Этап обучения	Содержание
1 семестр	Обоснование выбора темы научно-квалификационной работы и ее утверждение
	Утверждение индивидуального учебного плана аспиранта
	Формулировка цели научного исследования
	Постановка конкретных задач научного исследования
2 семестр	Выбор методов и разработка методики проведения научного исследования
	Разработка программы научных исследований
3 семестр	Организация проведения научных исследований
	Сбор информации об объекте исследования
	Разработка гипотезы научного исследования
	Обобщение результатов научно-исследовательской практики
	Подготовка аналитического обзора по теме научно-квалификационной работы
4 семестр	Публикация статьи (по материалам аналитического обзора по теме исследования) в изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий ВАК
	Проведение научного исследования
	Формирование модели, объекта или процесса
	Проведение эксперимента
	Проверка исходных гипотез
5 семестр	Обработка результатов научных исследований
	Формулировка предварительных выводов
	Подготовка докладов на конференциях по теме исследования
6 семестр	Тестирование и верификация разработок
	Внедрение результатов научных исследований
	Оформление патентов и справок о внедрении
	Подготовка публикаций, докладов на конференциях по теме исследования
7 семестр	Подготовка материалов для разделов научно-квалификационной работы
	Формирование выводов
	Подготовка докладов по теме исследования на конференциях и публикация статьи в изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий ВАК

Отчет о выполнении каждого этапа научных исследований производится на заседании кафедры / структурного подразделения.

Научные исследования в первый год обучения связаны с изучением литературы и определением темы исследования. В отчете должно содержаться: обоснование выбора темы научно-квалификационной работы (диссертации) (актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также цель, задачи, объект и предмет исследования); характеристика методологического аппарата, который предполагается использовать; предварительные результаты изучения и анализа основных литературных источников, которые будут использованы в качестве теоретической базы исследования; рабочий план подготовки диссертационной работы; выводы о вкладе проделанной работы в диссертацию.

Научные исследования во второй год обучения связаны с окончательной постановкой исследовательской задачи, разработкой и анализом методов решения. В отчете должно содержаться: описание задач исследования с обоснованием их актуальности, научной и практической значимости; сбор и обработка фактического материала для диссертационной работы, оценка его достоверности и достаточности для работы над диссертацией; оценка прогнозируемых результатов с точки зрения научной и практической значимости; выводы о вкладе проделанной работы в диссертацию.

Научные исследования третьего года обучения связаны с информационным наполнением и нахождением решения исследуемой задачи, проведением экономического анализа на основании полученных результатов, обоснованием и аргументированием выводов по результатам анализа. В отчете должно содержаться: обоснование методов решения и их применения; изложение результатов решения; место исследуемой задачи в современной системе научных и практических достижений; выводы и рекомендации.

Научные исследования четвертого года обучения связаны с нахождением решения исследуемой задачи, обоснованием и аргументированием выводов по результатам анализа. В отчете должно содержаться: обоснование методов решения и их применения; изложение результатов решения; место исследуемой задачи в современной системе научных и практических достижений; выводы и рекомендации.

Отчет о научных исследованиях аспиранта с визой научного руководителя должен быть представлен 2 раза в год на промежуточную аттестацию. На заседании аттестационной комиссии при участии научного руководителя аспиранта предоставляются следующие документы: индивидуальный план; отчет о научных исследованиях за отчетный период; выписка из протокола заседания кафедры; отзыв научного руководителя. К отчету прилагаются ксерокопии статей, тезисов докладов, опубликованных на дату защиты отчета о НИ, а также докладов и выступлений аспиранта. Сроки проведения промежуточной аттестации аспирантов устанавливаются приказом ректора. Аспирантам, не прошедшим промежуточную аттестацию по уважительным причинам (в случае болезни, по иным обстоятельствам), приказом ректора могут быть установлены индивидуальные сроки промежуточной аттестации на основании заявления аспиранта. По итогам промежуточной аттестации принимается решение: «аттестовать»; «аттестовать условно»; «не аттестовать».

Выбор темы, требования к названию

Выбор темы для научно-квалификационной работы (диссертации) имеет исключительно большое значение. Правильно выбрать тему — значит наполовину обеспечить успешное ее выполнение. Под темой диссертации принято понимать то главное, чему она посвящена.

При выборе темы аспирант с помощью научного руководителя должен уяснить, в чем заключаются содержание научно-квалификационной работы (диссертации), сущность положенных в ее основу идей, их новизну, актуальность и практическую ценность, входящие в тему задачи и предполагаемые пути их решения, предполагаемые результаты и объем работы, а также оценить значимость темы для формирования аспиранта как специалиста высокой квалификации. Научно-квалификационная (диссертационная) работа может стать

продолжением и развитием темы магистерской диссертации. Однако научно-квалификационная (диссертационная) работа аспиранта не должна повторять тему магистерской диссертации, она призвана звучать шире, подразумевать направление научного и практического исследования.

Выбор темы аспирантом совместно с научным руководителем исходит из накопленных аспирантом знаний, опыта, практики прошлой работы, близких ему проблем, актуальных в избранной области исследования.

Научный руководитель направляет работу аспиранта, помогая ему оценить возможные варианты решений. Но выбор решения — задача самого аспиранта. Он как автор выполняемой работы отвечает за верный ее выбор, за правильность полученных результатов и их фактическую точность.

Тема научно-квалификационной работы (диссертации) определяется и утверждается в установленном порядке согласно рабочей программе и Положению о научно-исследовательской работе обучающихся, осваивающих программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Разработка индивидуального плана аспиранта

Научно-квалификационная работа (диссертация), выполняя квалификационные функции, является самостоятельной научно-исследовательской работой, а любая научная работа предполагает наличие плана ее осуществления. Планирование работы начинается с составления индивидуального плана, представляющего собой своеобразную наглядную схему предпринимаемого исследования.

Правильно составленный план позволяет продуктивно организовать исследовательскую работу по избранной теме и представить ее в установленные сроки. Индивидуальный план составляется параллельно с предварительным изучением и отбором литературы, согласовывается с научным руководителем.

Библиографический поиск, сбор, анализ и обобщение литературных источников

Знакомство с опубликованной по теме научно-квалификационной работы (диссертации) литературой начинается с разработки идеи, т.е. замысла предполагаемого научного исследования, который, как уже указывалось ранее, находит свое выражение в теме и индивидуальном плане выполняемой работы. Такая постановка дела позволяет более целеустремленно искать литературные источники по выбранной теме, глубже осмысливать тот материал, который содержится в опубликованных в печати работах других ученых, ибо основные вопросы проблемы почти всегда заложены в более ранних исследованиях.

Далее следует продумать порядок поиска и приступить к составлению списка литературных источников по теме. Хорошо составленный список даже при беглом обзоре заглавий источников позволяет охватить тему в целом. На ее основе возможно уже в начале исследования уточнить цели.

Целесообразно просмотреть все виды источников, содержание которых связано с темой исследования. К ним относятся материалы, опубликованные в различных отечественных и зарубежных изданиях, непубликуемые документы, официальные материалы.

Сбор литературы по теме исследования (нормативной, первоисточников, научной и учебной) начинается с подготовки библиографического списка, который должен всесторонне охватывать исследуемую тему.

Источниками для формирования библиографического списка могут быть:

– список обязательной и рекомендованной литературы по теме диссертации;

– библиографические списки и сноски в учебниках и научных изданиях (монографиях, научных статьях) последних лет или диссертациях по данной тематике;

– рекомендации научного руководителя;

– каталоги библиотеки университета;
– электронно-библиотечные системы издательств;
– сеть «Интернет».

В первую очередь следует подбирать литературу за последние 3–5 лет, поскольку в ней отражены наиболее актуальные научные достижения по данной проблеме, современное законодательство и практическая деятельность. Использование литературных и иных источников 10-, 20- или даже 30-летней давности должно быть скорректировано применительно к современным концепциям ученых и специалистов.

Указание на литературные источники по исследуемой теме можно встретить в сносках и списке литературы уже изданных работ. Поиск статей в научных журналах следует начинать с последнего номера соответствующего издания за определенный год, так как в нем, как правило, помещается указатель всех статей, опубликованных за год.

Полезно просматривать профессиональные и специализированные периодические издания (журналы, газеты, сборники научных трудов).

Работа с научной книгой начинается с изучения титульного листа, где приводятся данные об авторе и выходные сведения (год и место издания), а также оглавления. Год издания книги позволяет соотнести информацию, содержащуюся в ней, с существующими знаниями по данной проблеме на современном этапе. В оглавлении книги раскрываются ключевые моменты ее содержания, логика и последовательность изложения материала.

После этого необходимо ознакомиться с введением, где, как правило, формулируется актуальность темы, кратко излагается содержание книги и ее направленность, раскрываются источники и способы исследования, степень разработанности проблемы.

Ознакомление можно завершить постраничным просмотром, обратив внимание на научный аппарат, частично расположенный в сносках, на определения ключевых понятий, полноту изложения заявленных в оглавлении вопросов.

При изучении специальной (научной) литературы полезно обращаться к различным словарям, энциклопедиям и справочникам в целях выяснения смысла специальных понятий и терминов, конспектируя те из них, которые в дальнейшем будут использованы в тексте работы и при составлении глоссария.

Изучение нормативных документов — законов, подзаконных актов, постановлений — является обязательным, так как знание этих документов и умение работать с ними — залог успешной научно-исследовательской деятельности.

В ходе анализа собранного по теме исследования материала выбирают наиболее обоснованные и аргументированные конспективные записи, выписки, цитаты и систематизируют их по ключевым вопросам исследования. На основе обобщенных данных уточняют структуру диссертационного исследования, его содержание и объем.

Хотя структура работы первоначально определяется на стадии планирования, в ходе ее написания могут возникнуть новые идеи и соображения. Поэтому не рекомендуется окончательно структурировать работу сразу же после сбора и анализа материалов.

Определение и разработка методики и методологии проведения экспериментальных исследований, выбор методов и методик анализа

Выбор методик исследования — одна из важных и трудных задач аспиранта. Используемые методы и методики должны позволить достичь цели исследования. Подбор методов и методик, с помощью которых аспирант получит желаемые результаты, осуществляется совместно с научным руководителем. Выбираемую методику следует в обязательном порядке проверить на актуальность. В противном случае может выясниться, что используемая методика устарела, и результаты, полученные с ее помощью, не являются достоверными. Используемый метод обработки данных также может быть не приемлем именно для данной темы научно-квалификационной (диссертационной) работы, либо результаты исследования могли быть получены более простой или более точной современной и вполне доступной методикой.

Экспериментальные исследования

Под экспериментальными исследованиями понимается сбор первичной информации путем выбора однотипных групп обследуемых, постановка их в определенные условия, контроль за факторами, которые влияют на результаты, и сравнения различий в групповых реакциях. Основой эксперимента является научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми условиями.

В научном языке и исследовательской работе термин «эксперимент» обычно используется в значении, общем для целого ряда сопряженных понятий: опыт, целенаправленное наблюдение, воспроизведение объекта познания, организация особых условий его существования, проверка гипотез. В это понятие вкладывается научная постановка опытов и наблюдение исследуемого явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явлений и воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий. Само по себе понятие «эксперимент» означает действие, направленное на создание условий в целях осуществления того или иного явления и по возможности наиболее частого, т.е. не осложняемого другими явлениями. Основной целью эксперимента являются выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости гипотез и на этой основе широкое и глубокое изучение темы научного исследования. Постановка и организация эксперимента определяются его назначением.

Обработка экспериментальных данных

В работе аспиранта большое место должно занимать проведение экспериментальных исследований и сравнение полученных результатов с теоретическими исследованиями. Для этого используются простые и сложные математические методы. При проведении экспериментов, исследований, научных наблюдений возникает необходимость в выявлении таких закономерностей, которые обычно скрыты случайной формой своего проявления. Проведение экспериментальных исследований должно, как правило, сопровождаться применением математической теории планирования эксперимента. Построение математических моделей исследуемых свойств, оценки достоверности и адекватности полученных моделей. Делаются соответствующие выводы и даются рекомендации.

Производственная апробация результатов исследования

Апробация результатов является одним из важных разделов введения научно-квалификационной работы (диссертации). *Апробация* — это испытание (одобрение, утверждение) разработанных материалов в условиях, наиболее приближенных к реальности, и принятие решения об их внедрении в массовую практику.

Благодаря апробации, аспирант имеет возможность переосмыслить свои научные исследования, глубоко их доработать, убедиться в необходимости пересмотра некоторых их положений. Апробацию диссертации нужно начинать сразу же после начала работы над ней — в этом случае аспирант сможет получить объективную оценку каждого этапа, проведенного им исследования, сделанных выводов и практических рекомендаций, которые в нем содержатся.

Результаты научно-квалификационной работы (диссертации), имеющей прикладной характер, могут применяться во многих отраслях народного хозяйства, а также использоваться задолго до защиты самой диссертации. Это использование является внедрением результатов работы и должно отражаться в ее введении. *Внедрение* — это реализация, использование тех или иных разработок в практической деятельности. Оно может быть осуществлено на уровне государства, региона, отрасли, предприятия, организации, но везде необходимы решения соответствующих органов управления и документальное подтверждение этому: акты, справки о внедрении и т.п.

Эффективность внедрения результатов исследования зависит от того, насколько в диссертации разработаны теоретические и методические положения, а также доведены ли они до конкретных рекомендаций, представленных в виде нормативов, инструкций и методик. Эти

рекомендации могут касаться совершенствования структуры производства, нормативов временных затрат, вместе с тем это могут быть инструкции по применению различных программ.

Внедрением может считаться и использование результатов исследования в учебном процессе через включение их в различные учебные материалы и пособия. Внедрением называется передача конкретных результатов исследования потребителю в удобной для него форме, способной повысить эффективность его работы, и оно всегда должно быть правильно документально оформлено.

При написании раздела о внедрении результатов исследования можно указать, что результаты, полученные соискателем, внедрены в практику работы какого-либо научного учреждения в виде инструкции либо что методические указания использовались для написания учебно-методического пособия.

Заключение (выводы)

В данном разделе должна содержаться краткая, но вместе с тем достаточно исчерпывающая информация об итоговых результатах научно-квалификационной работы (диссертации). При этом необходимо показать и раскрыть, как была достигнута поставленная в диссертации цель, а задачи — решены.

Выводы, сделанные по результатам диссертационного исследования, должны принадлежать его автору. Они выносятся на публичную защиту, а потому к их формулировке следует подойти с особой тщательностью. Выводы и предложения производству должны отвечать на поставленные цель и задачи, учитывать положения, выносимые на защиту, а также исходить из структуры научно-квалификационной работы (диссертации). После изложения выводов, отражающих существо работы и ее основные результаты, могут быть сформированы конкретные предложения, в которых приводится обоснование для внедрения полученных результатов в практику.

4. ВВЕДЕНИЕ В НАУЧНУЮ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

Основные понятия комплексной безопасности строительства

Понятия «комплексная опасность» и «комплексная безопасность» по своему содержанию и смыслу являются ключевыми понятиями в области опасности и безопасности жизнедеятельности.

Все виды опасности или безопасности жизнедеятельности, которые отражаются отдельными понятиями, содержат определенные существенные признаки, позволяющие выделить эти группы понятий в отдельные подсистемы. Такие существенные признаки должны отражать общность понятий с отдельными видами опасности и безопасности, а также их специфичность.

Основные признаки опасности объектов:

– угроза причинения вреда здоровью и жизни человека, а также другим субъектам биосферы в результате возникновения и развития той или иной опасности;

– воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо будущих поколений;

– угроза причинения ущерба объектам техносферы.

С учетом этих признаков «комплексная опасность» — это угрозы причинения вреда здоровью и жизни человека, другим субъектам биосферы, а также ущерба объектам техносферы в результате возникновения и развития каждого из возможных видов опасности и комбинированных опасных воздействий.

Основные существенные признаки группы понятий различных видов безопасности объектов:

– система организационных, технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от того или иного опасного и вредного воздействия;

– состояние защищенности личности, общества, государства от потенциальных или реальных угроз, создаваемых опасными и вредными воздействиями;

– условия, при которых воздействие на человека вредных и (или) опасных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов;

– состояние среды обитания, при котором отсутствует опасность вредного воздействия ее факторов на человека;

– состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на объектах строительства;

– состояние защищенности личности, общества, государства от потенциальных или реальных угроз;

– состояние объекта, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений.

С учетом этих основных существенных признаков группы понятий различных видов безопасности объектов можно рассматривать несколько вариантов определений понятия «комплексная безопасность» объекта:

а) состояние объекта, которое характеризуется возможностью обеспечения его безопасности, в условиях возникновения и развития каждого из возможных видов опасных воздействий, а также с учетом возможности комбинированного характера этих воздействий;

б) состояние объекта, когда системы мер по предотвращению и защите от каждого из возможных видов опасных воздействий и организационно-технические мероприятия соответствуют требованиям нормативных документов (в том числе с учетом возможного комбинированного характера опасных воздействий для стратегически важных объектов);

в) состояние объекта, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений, в результате возникновения и развития любого из возможных видов опасных воздействий, а также с учетом возможности комбинированного характера этих воздействий.

С методической точки зрения применительно к строительной деятельности целесообразно рассматривать понятие комплексной безопасности на нескольких уровнях:

1) комплексная безопасность строительства;

2) комплексная безопасность строительного объекта;

3) комплексная безопасность здания или сооружения.

Итак, комплексная безопасность строительства означает такую организацию строительной деятельности, которая обеспечивает формирование безопасной и комфортной среды жизнедеятельности человека. При этом, с одной стороны, создаваемые объекты строительной деятельности оказывают такие воздействия на окружающую среду, которые соответствуют некоторым установленным стандартам, например так называемым «зеленым» стандартам. В этом случае мы можем говорить о природоохранном, точнее, природосберегающем строительстве, обеспечивающем безопасность внешней для объекта строительства среды. С другой стороны, для того чтобы понятие безопасности было комплексным, необходимо обеспечить стандарты безопасности внутри объекта, определяемые большим количеством факторов и параметров опасных и вредных воздействий на человека.

При таком толковании понятие комплексной безопасности строительства является обязательным элементом, соответствующим современным требованиям, предъявляемым к строительной деятельности, а именно:

– безопасность;

– системность и гибкость;

– энерго- и ресурсосбережение;

– качество и эффективность.

Немаловажное место в проблеме обеспечения комплексной безопасности строительства занимают вопросы воздействия на объект строительства внешней среды, которые трудно учесть на стадиях возведения и эксплуатации объектов. Это могут быть природные катастрофы, техногенные аварии опасных производств, террористические акты, человеческий фактор. В данных случаях на объект действуют критические, запроектные нагрузки и воздействия, приводящие к полному или частичному разрушению объекта. Здесь возникает необходимость введения таких понятий, как риски, абсолютная и относительная безопасность, что дополняет формулировку понятия комплексной безопасности.

В Федеральном законе «О техническом регулировании» приведен список терминов для понятий, используемых при установлении минимально необходимых требований, для обеспечения различных видов безопасности:

– безопасность излучений;
– биологическая безопасность;
– взрывобезопасность;
– механическая безопасность;
– пожарная безопасность;
– промышленная безопасность;
– термическая безопасность;
– химическая безопасность;
– электрическая безопасность;
– ядерная и радиационная безопасность;
– электромагнитная совместимость.

Таким образом, понятие «комплексная безопасность строительного объекта» можно сформулировать как совокупность проектных, организационно-технологических и управленческих решений, основанных на установленных техническими регламентами требованиях по минимизации негативных воздействий на окружающую среду и здоровье человека, обеспечивающих таким образом создание проектного ресурса объекта как потенциала безопасности и поддержание его уровня на всех этапах жизненного цикла.

Необходимо различать понятия «комплексная безопасность» и «обеспечение комплексной безопасности». С учетом этого различия комплекс электрических, электронных, программируемых электронных систем, связанных с задачей обеспечения разного рода безопасности, следует относить к содержанию понятия «обеспечение комплексной безопасности». Понятие «комплексная безопасность здания» может быть сформулировано как состояние защищенности жизненно важных систем здания и находящихся в нем людей от всех возможных негативных внешних и внутренних воздействий, в том числе при их комбинированном варианте сочетания.

Необходимость в упорядочении, систематизации, придании логической стройности, точности имеющейся и развивающейся системы знаний в области обеспечения безопасности строительства привела к возникновению, развитию и становлению научных основ обеспечения безопасности строительства с учетом всех возможных видов опасностей. Эту развивающуюся систему знаний предлагается называть научными основами комплексной безопасности строительства.

В концепции комплексной безопасности строительных объектов обоснована необходимость рассматривать несколько уровней безопасности: комплексная безопасность строительства; комплексная безопасность строительного объекта; комплексная безопасность здания или сооружения.

Инновационный опыт системного подхода к обеспечению безопасности строительных объектов в виде теории комплексной безопасности строительства позволяет на основе концепции комплексной безопасности строительства планировать разработку принципиально новых инновационных рабочих программ дисциплин «Безопасность жизнедеятельности», «Охрана труда в строительстве», «Экологическая безопасность строительства» и др.

Экологическая безопасность строительства

Экологическая безопасность строительства (ЭБС) — одна из базовых систем строительной деятельности, обеспечивающая на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) объекта строительства (ОС) максимальное соответствие условиям и параметрам окружающей природной и техногенной среды (ОПС и ОТС) с целью их дальнейшего устойчивого и стабильного функционирования и развития.

ЭБС — системное понятие, которое должно быть описано в системной постановке с выделением подсистем, элементов, связей; установлением количественных и качественных характеристик и параметров, критериев, ограничений; формулировкой целей и функций. Это комплекс мероприятий, методов, нормативных документов, проектных решений управленческого, организационного, технологического и экономического характера, опирающийся на законодательные акты в области охраны окружающей среды, принципы ресурсо- и энергосбережения, природосбережения, позитивный человеческий опыт реальной строительной деятельности. Это такая же категория обозначения сложности и значимости строительной деятельности, как и понятия эффективности, качества, безопасности, устойчивости, целесообразности.

Экологическая безопасность строительства выступает как направление в научной и образовательной деятельности в сфере строительства, подготовке профессиональных и научных кадров для строительной отрасли. ЭБС наряду с решениями, определяемыми спецификой конкретного объекта строительства, обеспечивается выполнением ряда регламентирующих формальных процедур в процессе проведения разного уровня экологической экспертизы, оценки воздействий на окружающую среду, страхования экологических рисков, экологического контроля; применения соответствующей системы административной и юридической ответственности лиц за принимаемые решения.

ЭБС как система формируется на всех этапах жизненного цикла объекта строительства, в том числе при инженерных изысканиях территории строительства, подготовке задания на проектирование, проектировании, производстве строительных материалов, подготовке строительного производства, производстве строительно-монтажных и специальных работ, эксплуатации объекта, реконструкции объекта и его возможной ликвидации.

Экологическая безопасность строительства должна рассматриваться в целом по объекту, а также для его отдельных составляющих элементов. Например, строительный материал, называемый экологически чистым при его установке в конструкцию здания, мог вызвать негативные последствия для ОПС в месте его производства. При этом цена материала может не отражать это обстоятельство.

ЭБС как система относится не только к одному ОС. Понятие ОС может включать в себя комплекс зданий и сооружений, в том числе сосредоточенных и протяженных, строительную деятельность на территории или в регионе.

ЭБС как система имеет информационную основу и опирается на базы данных, получаемых в ходе многолетних наблюдений, экологического мониторинга с использованием информационных систем и компьютерных технологий.

ЭБС в стандартах МС ИСО 14000 как одна из систем обеспечения качества окружающей среды концептуально имеет целью описать и объяснить отношения между строительной системой и окружающей средой.

Система ЭБС функционально включает в себя подсистему управления и подсистему обеспечения. Подсистема управления носит национальный характер, имеет уровневую иерархическую структуру объект – территория – регион – отрасль и базируется на законодательных, правовых и нормативных документах и процедурах.

Подсистема обеспечения основывается на техническом, технологическом, проектном и ресурсном потенциале и во многом определяется такими данными, как функциональное назначение объекта строительства; региональные, климатические, ресурсные условия строительства; характеристики социальной исторической, культурной среды и др.

Целью создания любой системы ЭБС является минимизация или полная ликвидация отрицательных воздействий на окружающую природную и техногенную среду, образующихся за весь период создания и существования строительного объекта.

Ориентиром для разработчиков новых строительных объектов и изделий, прежде всего, должны являться национальные стандарты с применением международных стандартов менеджмента качества ИСО 14000, 9000 и 10303. Чтобы выполнить нормативные требования, необходимо провести экологический анализ, оценку жизненного цикла строительного объекта, а также комплектующих его изделий и стройматериалов с позиций воздействия на окружающую среду. На основе результатов экологического мониторинга строительства осуществить реализацию определенных правил и регламентов с целью минимизации или полной ликвидации отрицательных воздействий, образующихся за весь период существования строительного объекта.

Важной составной частью оценки воздействия строительного объекта на окружающую среду является определение вызываемой им экологической нагрузки. Для проведения такой оценки необходимо снабдить разработчиков достаточно простыми и доступными методиками определения различных видов экологической нагрузки. В настоящее время такие методики существуют, в частности, для учета выбросов углекислого газа (что ведет к глобальному потеплению), окислов серы и азота (являющихся причиной кислотных дождей).

Оценка экологической нагрузки ведется для каждой стадии ЖЦ строительного объекта, в том числе при проектно-изыскательских работах, поставке сырья и материалов, производстве строительных материалов, конструкций и изделий, выполнении земляных и строительно-монтажных работ, монтаже оборудования, эксплуатации, реконструкции и утилизации.

Особое внимание должно уделяться оценке и моделированию стадий эксплуатации, реконструкции и утилизации зданий и сооружений, где учитываются затраты и, соответственно, экологическая нагрузка в целом, связанные с транспортировкой мусора и отходов, их переработкой, возможностями вторичного использования содержащегося в отходах сырья, а также расходуемая и получаемая (например при сжигании мусора) энергия.

Сегодня строительство рассматривается как сфера созидательной деятельности человека, направленной на создание комфортной и безопасной среды жизнедеятельности, которая имеет огромное социальное значение и привлекает к себе внимание практически каждого человека. Поэтому большое значение имеет то отношение, которое демонстрируют строительные компании и их руководители при выполнении строительных проектов.

Рассматривая строительство как деятельность, направленную на формирование среды жизнедеятельности, приходится сталкиваться и считаться с общественным мнением. Строительство, помимо воздействия на природную и техногенную среду, огромное влияние оказывает на социум, вовлекая в процесс большое количество общественных институтов, организаций, частных лиц. Для общества недостаточно, чтобы строительная компания только отчисляла бы ему определенную долю прибыли в виде налогов, для него необходимо, чтобы деятельность компании помогала решать задачи, которые общество перед собой ставит.

В самом общем смысле эти задачи связаны с повышением качества жизни в обществе, исходя из того, что само общество под таким качеством понимает. К задачам, которые общество решает с помощью строителей, может относиться, например, обеспечение жильем, дорогами и другими необходимыми строительными объектами и инженерными сооружениями, а кроме того, создание рабочих мест, развитие смежных производственных отраслей, связанных со строительством и т.д.

Деятельность строительной компании всегда социальна, и ее сотрудники это прекрасно осознают. Они строят свою деятельность на основе философии строительства — концепции, описывающей наиболее общие принципы, подходы к производству строительной продукции, изделий и услуг, управлению таким строительным производством, взаимоотношениям между руководством строительной компании, сотрудниками предприятия, обществом, государством, природной средой. Философия строительной деятельности основывается на куль-

турных и национальных традициях, общих концепциях развития технической цивилизации. Важнейшей составной частью философии строительства является философия качества, которая также имеет социальную направленность.

Принцип инноваций в организации маркетинга строительной компании основывается на сотрудничестве всех ее работников, ориентируется на качество и обеспечивает через удовлетворение запросов потребителей достижение целей долговременного успеха строительной компании и выгоды для всех работников организации и хозяйства в целом. При этом в одно целое увязываются общий успех компании, выгоды для сотрудников предприятия — наемных работников, не являющихся собственниками, и выгоды для общественного хозяйства в целом.

Стойкость объектов строительного комплекса при комбинированных воздействиях с участием пожара

Трагические события 11 сентября 2001 г., связанные с атакой террористов и обрушением двух уникальных 110-этажных башен Всемирного торгового центра (ВТЦ) в Нью-Йорке и здания Пентагона в Вашингтоне, поставили перед человечеством ряд политических, социальных и технических проблем.

Среди технических проблем основное место заняли проблемы комплексной безопасности уникальных объектов, связанные с их защитой от прогрессирующего обрушения в чрезвычайных ситуациях, возникающих вследствие комбинированных особых воздействий с участием пожара.

Наружные оболочки башен представляли собой жесткие пространственные решетки, образованные металлическими колоннами коробчатого сечения и стальными обвязочными балками, которые скрепляли колонны наружной оболочки на уровне подоконников по периметру каждого этажа. В целом наружные оболочки обеих башен образовывали жесткие «трубы», зафиксированные на фундаментах.

Центральный ствол (ядро) башен ВТЦ был образован 47 металлическими колоннами различной формы сечения. Конструкция перекрытий представляла собой пространственную структуру из металлических балок-ферм, связанных вспомогательными балками, поддерживающими профилированный настил, на который была уложена плита из легкого бетона толщиной 100 мм.

Огнестойкость металлических конструкций башен обеспечивалась путем устройства их огнезащиты в виде облицовки вермикулитовыми плитами толщиной примерно 3,0–4,5 см, напылением эффективных огнезащитных составов, а также устройством на нижней поверхности перекрытий подвесных потолков с регламентированной огнестойкостью.

Особо отметим, что обе высотные башни после чудовищного удара 180-тонных самолетов, летящих на скорости около 800 км/ч, несмотря на разрушение нескольких десятков несущих конструкций, устояли. Прогрессирующего разрушения башен после ударов самолетов не произошло, потому что уцелевшие после удара несущие конструкции имели достаточный запас прочности, который позволил им воспринять и выдержать дополнительные нагрузки от разрушенных конструкций.

Пробив наружную оболочку башен, обломки самолетов проникли внутрь зданий, повредив и разрушив неустановленное число несущих колонн ядра зданий. В помещения башен, в зоне удара, попало авиатопливо, вследствие чего внутри башен произошли взрывы смеси распыленного и испарившегося авиатоплива с воздухом. Это привело к дополнительному разрушению и повреждению ряда ограждающих и несущих конструкций башен.

Вследствие разрушения остекления, а также появления пробоин в наружной оболочке башен после удара самолета, которые сыграли роль взрывозащиты зданий, большое количество взрывоопасной смеси топлива с воздухом было выброшено в окружающую среду и сгорело вне здания в виде гигантских огненных шаров. Это снизило избыточное давление взрыва внутри здания до уровня, безопасного для основных несущих конструкций башен, потому прогрессирующего обрушения башен в момент взрыва опять не произошло.

Учитывая наличие характерного для офисов количества горючих материалов в помещениях башен ВТЦ (пожарная нагрузка 40 кг/м^2 в эквиваленте древесины), в зоне ударов самолетов по башням и последующих взрывов в зоне ЧС возникли пожары — особое воздействие на конструкции, связанное с развитием в очаге пожара высоких температур.

Специфика пожара в рассматриваемых условиях состояла в том, что:

– пожар развивался в завалах разрушенных и поврежденных конструкций, предметов и вещей, находившихся в офисах до возникновения ЧС;

– воздействие высоких температур пожара происходило на уцелевшие после удара и взрыва перегруженные конструкции, которые восприняли на себя дополнительные нагрузки от разрушенных конструкций;

– во время удара самолетов по несущим конструкциям зданий и последующего взрыва произошло повреждение огнезащиты на части металлических конструкций.

Несмотря на эти особенности развития пожара, башни ВТЦ продолжали сопротивляться последовательному воздействию удара, взрыва и пожара в течение нескольких десятков минут. Башня ВТЦ-2 сопротивлялась особым комбинированным воздействиям 56 мин, а ВТЦ-1 — 1 ч 42 мин, и только после этого началось прогрессирующее обрушение башен в целом. Именно поразительная огнестойкость этих зданий в условиях комбинированных особых воздействий (англ. CHE — Combined Hazardous Effect) с участием пожара позволила эвакуироваться и спастись десяткам тысяч людей, находившихся в атакованных зданиях или в непосредственной близости от них.

Однако несмотря на то, что основные конструкции башен должны были сопротивляться воздействию пожара (имели пределы огнестойкости по потере несущей способности с учетом огнезащиты) не менее 180 мин, потеря устойчивости этих башен при CHE типа удар – взрыв – пожар произошла гораздо быстрее.

Южная башня (ВТЦ-2) утратила свою устойчивость через 56 мин, а Северная башня (ВТЦ-1) — через 102 мин после начала пожара.

Теория огнестойкости конструкций и зданий при комбинированных воздействиях с участием пожара

Основы пожарной безопасности высотных зданий. Нормируемые меры по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения в чрезвычайных ситуациях с участием пожара.

Достоинством теории комплексной безопасности строительства является возможность учета новых опасностей и угроз для строительных объектов.

Общий подход к проектированию огнестойкости конструкций для случая CHE с участием пожара.

В основу предлагаемого общего подхода к проектированию огнестойкости зданий при CHE с участием пожара положена общность методических и физических принципов, лежащих в основе представлений о долговечности, огнестойкости, стойкости объектов. Это позволило использовать положения хорошо разработанной теории огнестойкости (времени сопротивления) конструкций и зданий при воздействии только пожара при решении более широкого класса задач, связанных с комбинированными особыми воздействиями на конструкции и здания.

Исследования инженерных аспектов событий 11 сентября 2001 г., связанных с террористической атакой башен ВТЦ в Нью-Йорке и здания Пентагона, позволили выявить образование в условиях CHE типа удар – взрыв – пожар новых опасных эффектов. Эти эффекты состояли в том, что время сопротивления объекта до начала его прогрессирующего обрушения при комбинированных особых воздействиях с участием пожара значительно сокращалось по сравнению с воздействием только пожара. В связи с этим наряду с перечисленными выше аварийными проектными ситуациями возникает необходимость при проектировании защиты объектов от прогрессирующего обрушения принимать во внимание также и CHE с участием пожара.

Результаты исследований инженерных аспектов событий 11 сентября 2001 г. дают представление о том, что при комбинированных особых воздействиях с участием пожара типа удар – взрыв – пожар (CHE “IEF”) имеют место следующие характерные особенности:

а) возникает несколько групп конструкций, имеющих различную степень повреждения;

б) вследствие различной степени повреждения эти группы конструкций будут утрачивать свою несущую способность не одновременно, а на различных стадиях развития ЧС;

в) в результате на различных стадиях развития ЧС по мере последовательного выхода из строя более поврежденных групп несущих конструкций нагрузка на оставшиеся конструкции будет возрастать;

г) повышение нагрузки на уцелевшие строительные конструкции на соответствующих стадиях развития СНЕ с участием пожара приводит к опасному эффекту — снижению критической температуры нагрева конструкций.

Критической температурой нагрева материала конструкции при пожаре называется такая температура нагрева материала конструкции, при которой материал утрачивает способность сопротивляться воздействию пожара видным соображением о том, что чем больше механическая нагрузка на конструкцию, тем меньше критическая температура прогрева конструкций и тем быстрее они утрачивают свою несущую способность в условиях СНЕ с участием пожара, тем быстрее наступает потеря устойчивости (прогрессирующее обрушение) здания в целом.

Например, критическая температура прогрева $T_{кр}$ металлических колонн башен ВТЦ при воздействии только пожара составляла около 500 °С. Как показали исследования, величина критической температуры прогрева металлических колонн башен ВТЦ в условиях СНЕ с участием пожара снижалась до 310–130 °С. Этот эффект и привел 11 сентября 2001 г. к более быстрой утрате несущей способности конструкций башен ВТЦ и преждевременному их прогрессирующему обрушению.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют об особой опасности комбинированных особых воздействий с участием пожара и необходимости учета этих новых опасностей и угроз при обеспечении комплексной безопасности высотных и уникальных объектов.

Библиографический список

О техническом регулировании (с изменениями на 28 ноября 2018 года) : Федеральный закон № 184-ФЗ : [принят Государственной Думой 27 декабря 2002 г. : одобрен Советом Федерации 18 декабря 2002 г.]. — URL: http://docs.cntd.ru/document/901836556

Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями на 2 июля 2013 года) : Федеральный закон № 384-ФЗ : [принят Государственной Думой 23 декабря 2009 г. : одобрен Советом Федерации 25 декабря 2009 г.]. — URL: http://docs.cntd.ru/document/902192610

Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 27 декабря 2018 года) : Федеральный закон № 123-ФЗ: [принят Государственной Думой 4 июля 2008 г. : одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 г.]. — URL: http://docs.cntd.ru/document/902111644

Основы комплексной безопасности строительства : монография / В.И. Теличенко, В.М. Ройтман, М.Ю. Слесарев, Е.В. Щербина. — Москва : Изд-во АСВ, 2011. — 168 с. — ISBN 978-5-93093-825-8.

Ройтман В.М. Основы пожарной безопасности высотных зданий : учебное пособие / В.М. Ройтман. — Москва : МГСУ, 2009. — 99 с. — ISBN 978-5-904639-12-9.

Теличенко В.И. Обеспечение стойкости зданий и сооружений при комбинированных особых воздействиях с участием пожара — базовый элемент системы комплексной безопасности / В.И. Теличенко, В.М. Ройтман // Предотвращение аварий зданий и сооружений : сб. науч. тр. I Национального конгресса «Комплексная безопасность в сроительстве-2010». — Москва : МГСУ, 2010. — Вып. 9. — С. 15–29.