

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

**Программа вступительных испытаний
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению**

20.06.01 Техносферная безопасность

Направленность «Пожарная и промышленная безопасность (по отраслям)»

Москва 2019

Разработчики программы:

- член Комиссии университета по разработке образовательных программ высшего образования подготовки научно-педагогических кадров (ПНПК) в аспирантуре – разработчик ПНПК по направлению 20.06.01 – Техносферная безопасность, заведующий кафедрой техносферной безопасности, *д.т.н., проф. Н.И. Акинин*,
- доцент кафедры техносферной безопасности, *к.т.н. В.М. Райкова*,
- доцент кафедры техносферной безопасности, *к.т.н. Н.О. Мельников*.

Введение

Программа вступительных испытаний подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре предназначена для лиц, желающих поступить в аспирантуру ФГБОУ ВПО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» по направлению подготовки 20.06.01 – «Техносферная безопасность».

Программа разработана в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 г. № 1259.

Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников технологических и технических вузов, а также институтов Российской академии наук, ведущих образовательную деятельность, в основных образовательных программах подготовки которых содержатся дисциплины (модули), рабочие программы которых аналогичны по наименованию и основному содержанию рабочим программам перечисленных ниже учебных дисциплин, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева: «Безопасность жизнедеятельности», «Надежность технических систем и техногенный риск», «Производственная безопасность», «Управление безопасностью труда» и «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», относящихся к базовой или вариативной части цикла дисциплин основных образовательных программ подготовки бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» (в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования) и других учебных дисциплинах подготовки специалистов, бакалавров и магистров, указанных в программах вступительных испытаний по направлению подготовки 20.06.01 – Техносферная безопасность.

Программа включает перечень вопросов к вступительным испытаниям по направлению и перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

I. Содержание программы

1. Пожаровзрывобезопасность объектов химической промышленности

- 1.1. Прогнозирование потенциальной пожаровзрывоопасности объектов химической промышленности.
 - 1.1.1. Классификация веществ по степени опасности. Характеристика технологических сред и их классификация. Взрывоопасная среда. Парогазовые смеси горючих веществ с окислителями. Особенности парогазовых систем с жидким горючим. Взрывоопасные аэродисперсные системы. Взрывоопасные и нестабильные вещества.
 - 1.1.2. Номенклатура характеристик пожаровзрывоопасности. Использование характеристик пожаровзрывоопасности для обеспечения безопасности технологических процессов. Коэффициенты безопасности. Экспериментальные и расчетные способы определения характеристик пожаровзрывоопасности. Влияние на эти характеристики параметров технологических процессов.
 - 1.1.3. Опасные факторы пожара и взрыва. Номенклатура опасных факторов пожаров. Предельно допустимые значения температуры среды, интенсивности теплового излучения. Допустимое содержание в воздухе кислорода, CO и CO₂. Токсическое действие продуктов горения. Опасные факторы взрыва. Воздействие ударной волны на человека. Поражение осколками.
 - 1.1.4. Оценка вероятности пожара и взрыва и вероятности воздействия их опасных и вредных факторов на персонал. Определение времени безопасной эвакуации персонала. Вероятность возникновения опасных концентраций горючего и окислителя. Оценка вероятности возникновения источников воспламенения.
 - 1.1.5. Последствия крупномасштабных промышленных взрывов. Взрыв неограниченного газового облака. Взрывы в замкнутых объемах. Взрывы аэрозвесей горючих жидкостей. Взрывы перегретых жидкостей. Взрывы по модели огненного шара, взрывы по модели парового облака. Физические взрывы перегретых жидкостей. Взрывы сжиженных углеводородных газов.
 - 1.1.6. Определение границ опасных зон при взрывах. Построение модели взрывоопасных ситуаций. Определение энергии взрыва и доли ее, расходуемой на образование ударной волны при взрывах твердых веществ, газов, паров и аэрозвесей. Расчет границ зон, опасных в отношении поражения персонала. Расчет границ зон, отвечающих определенной интенсивности разрушений.

1.2. Взрывопредупреждение и взрывозащита, разработка взрывобезопасных технологических процессов

- 1.2.1. Мероприятия по предупреждению взрывов. Механизм развития взрывов в различных видах технологического оборудования и выбор соответствующих мер взрывопредупреждения. Предотвращение и контроль образования взрывоопасной среды. Основные источники зажигания и мероприятия по их устранению. Выбор электрооборудования во взрывобезопасном и пожаробезопасном исполнении. Молниезащита взрывоопасных производств. Защита от статического электричества.
- 1.2.2. Принципы взрывозащиты оборудования. Расчет прочности оборудования при статических и динамических нагрузках. Взрыворазрядительные проемы и принципы их расчета. Выбор материалов и принципы расчета и конструкции разрушающихся мембран. Противовзрывные клапаны. Огневзрывопреградители (конструкция и расчет). Предотвращение распространения взрыва по технологической цепочке.
- 1.2.3. Принципы обеспечения взрывобезопасности технологических процессов, в которых обращаются горючие газы и ЛВЖ. Требования безопасности в газовом хозяйстве. Предотвращение взрывов отходящих газов.
- 1.2.4. Принципы обеспечения взрывопожаробезопасности в производствах, связанных с приготовлением и применением горючих дисперсных материалов. Принципы обеспечения взрывобезопасности при проведении взрывных и ремонтных работ.

1.3. Проектирование помещений и зданий взрывопожароопасных производств.

- 1.3.1. Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. Расчет прироста давления при взрыве газопаровоздушных и пылевоздушных смесей. Основные проектные решения, принимаемые на основе категорирования. Анализ причин аварий, связанных с ошибками при категорировании.
- 1.3.2. Принципы обеспечения взрывостойкости зданий. Выбор и расчет легкобрасываемых конструкций. Расчет скорости нарастания давления при взрыве. Типы ЛСК и их относительная эффективность. Время вскрытия конструкций. Расчет площади ЛСК различных типов. Рациональное размещение ЛСК и взрывоопасного оборудования в зданиях.

1.4. Организационные и технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

- 1.4.1. Закон РФ о пожарной безопасности. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (№123-ФЗ). Организационные

меры пожарной безопасности. Оценка пожарной опасности производств. Расчет пожарной нагрузки. Организация противопожарной службы. Государственный пожарный надзор. Профилактические мероприятия. Обучение персонала. Планы ликвидации аварий.

- 1.4.2. Требования к огнестойкости зданий. Возгораемость материалов, пределы распространения огня по конструкциям, огнестойкость конструкций и методы их определения. Требования по выбору категории огнестойкости здания. Способы повышения огнестойкости материалов и конструкций. Мероприятия по ограничению распространения пожаров. Правила хранения опасных материалов. Оценка скорости распространения и последствий пожаров.
- 1.4.3. Выбор огнегасительных средств и противопожарной техники. Классификация пожаров. Рациональный выбор средств тушения пожаров. Принципы расчета расхода средств, используемых при тушении пожаров, и оценка их эффективности. Обеспечение производств пожарной техникой. Стационарные установки. Первичные средства ликвидации пожаров. Автоматические системы тушения пожаров. Пожарная сигнализация. Общая оценка пожаровзрывоопасности предприятий и ее учет при составлении декларации безопасности.

2. Основы промышленной безопасности

2.1. Надежность технических систем и техногенный риск.

- 2.1.1. Надежность и работоспособность объекта. Критерии эффективности объектов. Система стандартов «Надежность в технике». Свойства надежности: безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость. Временные понятия надежности. Восстановление и ремонт объекта. Надежность химико-технологической системы (ХТС). Надежность технологического процесса.
- 2.1.2. Отказ и повреждение. Критерии и характер фактического существования отказа. Поток отказов. Статистика и функция распределения отказов. Признаки и причины возникновения отказов. Классификация и характеристики отказов. Дерево отказов. Построение и анализ дерева отказов ХТС.
- 2.1.3. Единичный и комплексный показатели надежности. Интервальные, мгновенные и числовые показатели. Основные показатели безотказности. Показатели ремонтпригодности объектов. Комплексные показатели надежности объектов. Нормируемые показатели надежности.
- 2.1.4. Понятие риска. Техногенный риск. Анализ риска. Управление риском. Допустимый риск и методы его определения.

- 2.1.5. Авария и аварийная ситуация. Прогнозирование и моделирование условий возникновения аварийных ситуаций.

2.2. Безопасность химико-технологических процессов

- 2.2.1. Требования безопасности, предъявляемые к технологическим процессам. Технологический регламент. Параметры технологического процесса, определяющие его безопасность. Приборы контроля параметров ХТП.
- 2.2.2. Инженерно-технические средства безопасности. Системы контроля, управления, сигнализации и противоаварийной автоматической защиты технологических процессов.
- 2.2.3. Основные опасности химического производства. Потенциально опасные ХТП: переработка и получение токсичных веществ, переработка и получение взрывоопасных веществ и смесей, процессы, протекающие с высокой скоростью, смешанные процессы. Особые требования безопасности к технологическим процессам повышенной опасности.
- 2.2.4. Специфические требования к отдельным типовым технологическим процессам. Перемещение горючих парогазовых сред, жидкостей и мелкодисперсных твердых продуктов. Массообменные процессы (ректификация, адсорбция, абсорбция). Теплообменные процессы (теплообменники, змеевики, печи, сушильные агрегаты). Химические (реакционные) процессы. Основные и побочные экзотермические реакции. Причины выхода технологического процесса из под контроля.

2.3. Безопасность производственного оборудования.

- 2.3.1. Общие требования к безопасности производственного оборудования. Выбор оборудования, установление срока службы. Герметизация, теплоизоляция, устранение вибрации. Причины нарушения герметичности технологических систем: коррозия конструкционных материалов, тепловая деформация металлоконструкций, разуплотнения соединений элементов аппаратов и трубопроводов.
- 2.3.2. Аппаратура, работающая под давлением, их устройство. Принципы расчета прочности оборудования, работающего под давлением. Разрушающая способность взрывов систем со сжатыми газами. Причины взрывов и меры их предотвращения. Общие принципы обеспечения безопасной эксплуатации. Измерительные приборы и регулирующая аппаратура. Технические средства сброса давления. Проверка прочности оборудования и учет его износа в процессе эксплуатации.
- 2.3.3. Особенности эксплуатации оборудования, работающего в коррозионной среде. Требования взрывобезопасности при конструировании и эксплуатации оборудования, работающего в

атмосфере кислорода, хлора, аммиака. Взрывобезопасность котельного оборудования.

- 2.3.4. Насосы и компрессоры. Принципы устройства и характеристики. Причины выхода из строя насосов и компрессоров. Контрольно-измерительные приборы и регулирующая аппаратура. Условия безаварийной работы компрессорных установок.

2.4. Безопасность грузоподъемных машин и механизмов.

- 2.4.1. Классификация подъемных машин и приспособлений. Причины аварий и травматизма на грузоподъемных кранах, лифтах и подъемных машинах. Установка, регистрация и техническое освидетельствование грузоподъемного оборудования.
- 2.4.2. Меры безопасности при их эксплуатации. Требования к персоналу, обслуживающему грузоподъемные краны и лифты.

3. **Управление промышленной безопасностью**

3.1. Законодательные и нормативные акты в области управления промышленной безопасностью труда

- 3.1.1. Понятие о промышленной безопасности опасных производственных объектов, авариях и инцидентах. Развитие научно-технического прогресса и состояние промышленной безопасности. Конституция и Трудовой кодекс РФ – законодательные основы управления безопасностью труда. Государственное и муниципальное управление безопасностью труда. Обязанности работодателя и работников. Государственная политика в области безопасности труда.
- 3.1.2. Закон РФ о промышленной безопасности опасных производственных объектов. Опасные производственные объекты, подлежащие регистрации в государственном реестре. Специфические особенности опасных производственных объектов на предприятиях химической промышленности.
- 3.1.3. Закон о техническом регулировании. Области применения, порядок разработки и содержание технологических регламентов. Обязательная и добровольная сертификация. Назначение и статус национальных стандартов.
- 3.1.4. Административная и уголовная ответственность за нарушение законодательства в области промышленной безопасности.
- 3.1.5. Нормативные основы обеспечения промышленной безопасности. Назначение и использование государственных стандартов систем ССБТ, «Безопасность в чрезвычайных ситуациях», стандартов в области охраны природы, Общих правил взрывобезопасности, норм и правил пожарной безопасности, правила безопасности для отдельных видов опасных производственных объектов, ГОСТ .12.0.006-2002 «Общие требования к управлению охраной труда в организации».

- 3.1.6. Законодательство в области охраны труда и промышленной безопасности в промышленно развитых странах. Директива Совета ЕЭС о контроле за представляющими собой серьезную опасность авариями на объектах, имеющих дело с опасными веществами. Организация управления безопасностью труда с использованием стандартов по управлению качеством (ИСО 9000), управлению производственной средой (ИСО 14000), безопасностью труда (OHSAS 18001-2007).
- 3.1.7. Национальная политика, национальная структура и национальная программа в области охраны труда. Руководство Международной организации труда (МОТ) по управлению безопасностью труда (ILO-OSH -2001). Конвенция МОТ №187 об основах, содействующих безопасности и гигиене труда. Внедрение ГОСТ 12.0.230-2007 "Система стандартов безопасности труда. Общие требования" (ILO-OSH 2001.ITD)"
- 3.2. Основы государственного управления промышленной безопасности.
- 3.2.1. Государственная система надзора за выполнением законов по охране труда и промышленной безопасности. Задачи и функции Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.
- 3.2.2. Лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности. Виды деятельности, подлежащие лицензированию. Государственные органы, выдающие лицензию на отдельные виды деятельности.
- 3.2.3. Требования промышленной безопасности к проектированию, строительству и приемке в эксплуатацию и эксплуатации опасного производственного объекта. Обеспечение готовности промышленного предприятия к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте.
- 3.2.4. Постановление Правительства РФ о производственном контроле за соблюдением требований промышленной безопасности, правила организации производственного контроля. Техническое расследование причин аварии.
- 3.2.5. Экспертиза промышленной безопасности. Объекты, для которых обязательна разработка декларация промышленной безопасности. Содержание и порядок составления декларации промышленной безопасности. Обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта.

3.3. Основные этапы разработки и внедрения системы управления промышленной безопасностью на предприятиях.

- 3.3.1. Схемы деятельности системы управления промышленной безопасностью (СУПБ) в соответствии с международными и отечественными стандартами. Первоначальный статистический обзор состояния охраны труда и промышленной безопасности. Разработка политики компаний и предприятий в области безопасности труда. Разработка оптимальных управленческих решений с учетом социальных и экономических последствий.
- 3.3.2. Идентификация опасных производственных объектов и включение их в государственный реестр. Принципы оценки промышленного риска. Оценка экономических последствий промышленных аварий.
- 3.3.3. Организационные принципы СУПБ, планирование и осуществление ее деятельности. Кадровое и материальное обеспечение деятельности СУПБ. Обучение персонала в области промышленной безопасности. Информационное обеспечение СУПБ.
- 3.3.4. Контроль состояния промышленной безопасности, многоступенчатые системы контроля. Порядок и критерии оценки эффективности деятельности СУПБ. Составление отчетов о деятельности СУПБ и обеспечение гласности. Аудит промышленной безопасности. Международный рейтинг промышленной безопасности (ISRS).

II. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Акинин Н.И., Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения, Учебное пособие, 2-е издание, исправленное и дополненное - М. ИД Интеллект, 2011. - 312 с.
2. Безопасность труда в химической промышленности /под ред. Л.К. Марининой/, учебное пособие для студентов вузов. М.: Изд. Центр «Академия», 2006. – 528 с.
3. Маршалл В. Основные опасности химических производств. - М.: Мир, 1989. – 672 с.
4. Бесчастнов М.В. Взрывобезопасность и противоаварийная защита химико-технологических процессов. М.: Химия, 1983. – 472 с.
5. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. М.: Химия, 1991. – 432 с.
6. Мاستрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. М.: Академия, 2003. – 336 с.
7. Ложкин В.Л., Мостовова Н.А. Основы теории надежности, учебное пособие для вузов. М.: РХТУ имени Д.И. Менделеева, 2003. – 116 с.

Дополнительная:

1. Охрана труда в химической промышленности (под ред. Макаров Г.В), учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов. М., Химия, 1989 – 496 с.
2. Безопасность жизнедеятельности в металлургии, учебник для вузов/ Л.С. Стрижко, Е.П. Потоцкий, И.В. Бабайцев и др./ Под ред. Л.С. Стрижко.- М.: Металлургия, 1996.– 416 с.
3. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий ./Под ред. К.Е.Кочеткова, В.А. Котляревского, А.В.Забегаева/ – М.: ИАСВ, 1995.кн.1 и 2.
4. Баратов А.Н. Горение – Взрыв – Безопасность. М.: ФГУ ВНИИПО МЧС Россия, 2003.– 480 с.
5. Розловский А.И. Взрывобезопасность парогазовых систем в технологических процессах. М.: Химия, 1973. – 128 с.
6. Алымов В.Т., Крапчатов В.П., Тарасова Н.П. Анализ техногенного риска, учебное пособие для студентов вузов. М.: Круглый год, 2000. – 160 с.
7. Хенли Э.Дж., Кумасото Х. Надежность технических систем и оценка риска. - М.: Машиностроение, 1987. – 528с.