

---

## РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ПРОБЛЕМАМ ХИМИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*А.Ф. Егоров, Т.В. Савицкая, П.Г. Михайлова,  
С.А. Лёвушкина, М.Г. Курбатова*

Российский химико-технологический университет  
им. Д.И. Менделеева

Для повышения информированности населения в области химической и биологической безопасности и создания качественно новых условий подготовки специалистов в рассматриваемой области создается учебно-методический комплекс. Предложен состав и разработана функциональная структура комплекса. Сформулированы цель и задачи подготовки и переподготовки кадров с использованием информационно-образовательных ресурсов комплекса.

*Ключевые слова:* химическая безопасность, учебно-методический комплекс, информационно-образовательные ресурсы.

The training and methodical complex for raising public awareness in the field of chemical and biological safety and creating qualitatively new conditions for training specialists in the above field has been developed. The complex constitution and its functional structure have been suggested. The aim and the objectives of staff training and retraining basing on the complex information and educational resources have been formulated.

*Keywords:* chemical safety, training and methodical complex, information and educational resources.

### **Введение**

В Российской Федерации в настоящее время функционирует свыше 10 тысяч потенциально опасных химических объектов (при этом 70% из них расположены в 146 городах с населением более 100 тысяч человек). Подавляющее большинство этих объектов выслужили свои сроки, морально устарели и физически изношены.

По данным международных организаций 75% всех смертельных случаев, возникающих в результате аварий, связано с воздействием химических факторов. Тем не менее, число потенциально опасных химических объектов, имеющих запредельную выработку проектного ресурса, неуклонно растет. Кроме того, серьезную опасность для человека и окружающей среды представляют выбросы опасных химических веществ и токсичные отходы. На территории Российской Федерации в атмосферный воздух ежегодно продолжает поступать около 20 млн. т химических веществ, а накопленные токсичные отходы составляют более 84 млн. т.

Все это свидетельствует о том, что проблема химической безопасности является одной из важнейших в области охраны здоровья населения, а ее обеспечение должно быть направлено на решение задач, связанных с оценкой рисков и негативных воздействий источников химической опасности на население и окружающую среду.

### **Краткий обзор состояния решаемой проблемы**

Решение проблемы обеспечения химической и биологической безопасности имеет многолетнюю историю. Актуальность и необходимость анализа химических производств как источников опасности была научно обоснована в работах отечественных ученых школы академика В.В. Кафарова [1] и ряда зарубежных ученых [2] еще в конце 70-х – начале 80-х годов XX века. В работах отечественных ученых существенное развитие в области анализа процессов химической технологии как источников производственной опасности получили методы

диагностики состояний и отказов на основе теории надежности. В работах зарубежных ученых было предложено использовать методы деревьев отказов и событий для анализа сложных технических систем.

Дальнейшее развитие исследований в области анализа химических производств как источников опасности большинство специалистов связывают с работой В. Маршалла [3], в которой подробно и в понятной широкому кругу читателей форме основные опасности химических производств и их негативных последствий были вскрыты на примере имевших место аварий. Именно эта работа положила начало тому, что при оценке риска стали рассматривать не только причины или последствия, а исходить из комплексной количественной оценки риска как вероятности возникновения аварии и нанесения ущерба.

В работах академика В.А. Легасова и других отечественных ученых (конец 80-х – начало 90-х годов) [4–6] была обоснована необходимость решения проблемы анализа риска химических производств с позиций системного подхода. К этому же периоду относятся основополагающие работы отечественных ученых по анализу экологического риска и риска социально-экономических систем, подводящие в своей основе к обоснованию необходимости анализа сложных химических производств как источников техногенной и экологической опасности для человека и окружающей среды с позиций междисциплинарного подхода.

В середине 90-х годов практически всем исследователям и специалистам, разрабатывающим нормативно-методические материалы по анализу производственных опасностей и оценке последствий аварий, стали очевидны ограничения узкоспециализированного традиционного подхода к обеспечению безопасности на основе охраны труда и производственной безопасности [7].

Выход в свет в 1997 году Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [8] положил начало существенному развитию теоретических основ промышленной безопасности, базирующихся, главным образом, на методах анализа и оценки техногенного риска. За последние 12 лет проблема анализа и оценки риска потенциально

опасных объектов приобрела качественно новый уровень, это касается совершенствования нормативно-методической базы как в области терминологии и основных расчетных методик, так и в области проведения научных исследований.

В России накоплен богатый опыт научных исследований и практической реализации стратегии уменьшения опасности природно-техногенных аварий и катастроф. Практический опыт использования рекомендуемых методов анализа риска для потенциально опасных объектов промышленных предприятий вскрыл проблемы и неопределенности решения данной задачи, связанные с недостатком или неполнотой информации, со сложностью математических моделей и невозможностью в большинстве случаев оценить их адекватность, с отсутствием современного доступного программного обеспечения, и ряд других. По этим и другим причинам рассчитанные различными авторами вероятностные оценки риска зачастую отличаются друг от друга на порядки и очевидно, что для анализа источников опасностей недостаточно только оценить риск. Необходимо оценить последствия аварий (негативных воздействий) в натуральном и денежном выражении, то есть ущербы в результате аварии, и разработать рекомендации, направленные на снижение риска и смягчение тяжести последствий.

Решение проблемы химической безопасности неразрывно связано с направлением работ, посвященным моделированию и прогнозированию последствий загрязнения атмосферного воздуха, то есть обеспечению экологической безопасности химических производств [9], а также с развитием теоретических основ оценки рисков токсических воздействий и рисков для здоровья [10]. Не меньшую опасность представляют и возможные источники биологической опасности, связанные с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой в мире, способствующей быстрому распространению опасных и особо опасных инфекций для людей, животных и растительного мира.

Успешное решение проблемы обеспечения химической и биологической безопасности требует привлечения широкого круга специалистов различных специальностей: это и ученые, ведущие исследования в области фундаментальной

химии, биологии, микробиологии, вирусологии; это и специалисты, ведущие прикладные научные разработки в области химической технологии и биотехнологии; это и специалисты, занимающиеся вопросами безопасности жизнедеятельности в широком понимании и в частных ее аспектах: безопасности технологических процессов в химической, биотехнологической, химико-фармацевтической и других отраслях промышленности; защиты в чрезвычайных ситуациях (ЧС), связанных с источниками химической и биологической опасности, производственной безопасности, экологической безопасности и др.

Проблема обеспечения безопасности химически и биологически опасных объектов является междисциплинарной и комплексной, для решения которой необходимо объединение фундаментальных основ системного анализа, методов анализа риска, существующих методик и подходов к управлению безопасностью в ЧС, нормативно-методических рекомендаций Ростехнадзора к обеспечению безопасности опасных производственных объектов и средств новых информационных технологий для решения задач управления промышленной безопасностью химически опасных объектов [11].

При этом одной из важных задач в данной области является повышение уровня информированности и просвещения населения, обеспечение условий для образования и подготовки кадров в области химической и биологической безопасности.

Из проведенного комплексного исследования потребностей в специалистах, занимающихся вопросами химической и биологической безопасности, и уровня их обеспеченности специализированной литературой [12–15] установлено, что широкое внедрение информационно-образовательных, информационно-справочных, учебно-методических и других видов ресурсов для подготовки специалистов, повышения квалификации и переподготовки кадров по проблемам химической и биологической безопасности с использованием информационных и интернет-технологий еще не достигло в России такого же уровня развития в системе открытого образовательного пространства, как за рубежом.

В настоящее время в нашей стране слабо развита система планомерной комплексной це-

ленаправленной подготовки специалистов и переподготовки кадров в области химической и биологической безопасности. Отсутствуют эффективные средства обеспечения образовательного процесса подготовки специалистов в области химической и биологической безопасности, разработанные и реализованные в единой информационно-образовательной среде на основе современных информационно-компьютерных технологий.

Таким образом, создание качественно нового средства подготовки специалистов и переподготовки кадров по вопросам химической и биологической безопасности, разработанного в форме учебно-методического комплекса и реализованного с использованием интернет-технологий в системе удаленного доступа, будет способствовать повышению информированности об опасных объектах и совершенствованию системы обучения населения действиям в условиях химически и биологически опасных ЧС.

## **Материалы и методы**

Учебно-методический комплекс (УМК) по проблемам химической и биологической безопасности реализуется в виде автоматизированной системы обучения, включает совокупность учебных, учебно-методических, научно-методических, информационно-образовательных, информационно-справочных ресурсов и информационно-аналитических материалов для подготовки специалистов и переподготовки кадров в системе дополнительного и послевузовского образования и информирования широких слоев населения по вопросам химической и биологической безопасности.

Целью подготовки специалистов и переподготовки кадров с использованием УМК является обучение базовым знаниям и навыкам по широкому кругу вопросов в области химической и биологической безопасности, а также обучение специализированным знаниям и навыкам различных групп специалистов в соответствии с их квалификационными требованиями.

Для качественной подготовки специалистов информационно-образовательные ресурсы комплекса разрабатываются в соответствии с Государственными образовательными стандартами

по направлениям и специальностям подготовки с последующим размещением их в сети Интернет. Для повышения квалификации и переподготовки кадров разрабатываются базовые и вариативные ресурсы комплекса. Базовые ресурсы УМК рекомендуются всем пользователям системы и будут включать информационно-аналитические, обзорно-аналитические, информационно-справочные, общие методические и научно-методические материалы, доступные широкому кругу специалистов в области химической и биологической безопасности.

Вариативные (специализированные) ресурсы, представляющие собой совокупность учебных, учебно-методических, информационно-образовательных ресурсов, рекомендуются более узким группам специалистов с учетом специфики их профессиональной деятельности для глубокого изучения проблем химической и биологической безопасности.

Основными задачами создания информационно-образовательной среды для подготовки специалистов, повышения квалификации и переподготовки кадров в области химической и биологической безопасности являются:

- определение целей и задач подготовки кадров с использованием УМК;
- создание условий для реализации образовательного процесса в системе дистанционного обучения с использованием сетевых технологий;
- определение состава создаваемых информационно-образовательных ресурсов специализированной направленности (естественнонаучных, общепрофессиональных, специальных дисциплин в области химической и биологической безопасности) по направлениям и специальностям подготовки и повышения квалификации;
- разработка информационно-образовательных, учебно-исследовательских, информационно-методических ресурсов, необходимых и достаточных для подготовки специалистов того или иного направления;
- выбор методов и средств предоставления информационно-образовательных, учебно-исследовательских, информационно-методических ресурсов;
- выбор и реализация моделей и методов автоматизированного обучения с использовани-

ем интегрированной информационно-образовательной среды;

- реализация функций управления обучением с учетом базовой и вариативной составляющих комплекса;
- выбор методов и средств учебно-методического сопровождения процесса обучения с использованием информационно-образовательной среды;
- организация эффективной системы информационного взаимодействия пользователей системы с разграничением их прав и функциональных возможностей;
- организация самостоятельной подготовки специалистов, повышения квалификации, дополнительного образования.

Состав УМК представлен на рис. 1.

Все ресурсы комплекса по назначению можно разделить на следующие группы в соответствии с их составом:

- информационные ресурсы для пользователей (информационно-справочные, информационно-аналитические, информационно-образовательные, информационно-методические);
- методические ресурсы для пользователей (учебно-методические, научно-методические, нормативно-методические, комплексные (комбинированные));
- методические ресурсы для разработчиков комплекса (общеметодические по созданию, расширению, адаптации УМК);
- методические ресурсы для поддержки и сопровождения комплекса (обслуживающие, эксплуатационно-методические).

Каждый вид ресурсов, в свою очередь, может быть детализирован, конкретизирован и отнесен по назначению к базовому, вариативному или комбинированному (то есть базовому с вариативной составляющей для отдельных групп специалистов с учетом их квалификационных требований). Так, например, к информационно-справочным ресурсам комплекса будут относиться: информационно-справочное издание, включающее словарь основных терминов и определений в области химической и биологической безопасности, справочные таблицы, инструкции по классификации опасностей веществ и материалов, химически опасных объектов; база данных по свойствам химически и биологиче-

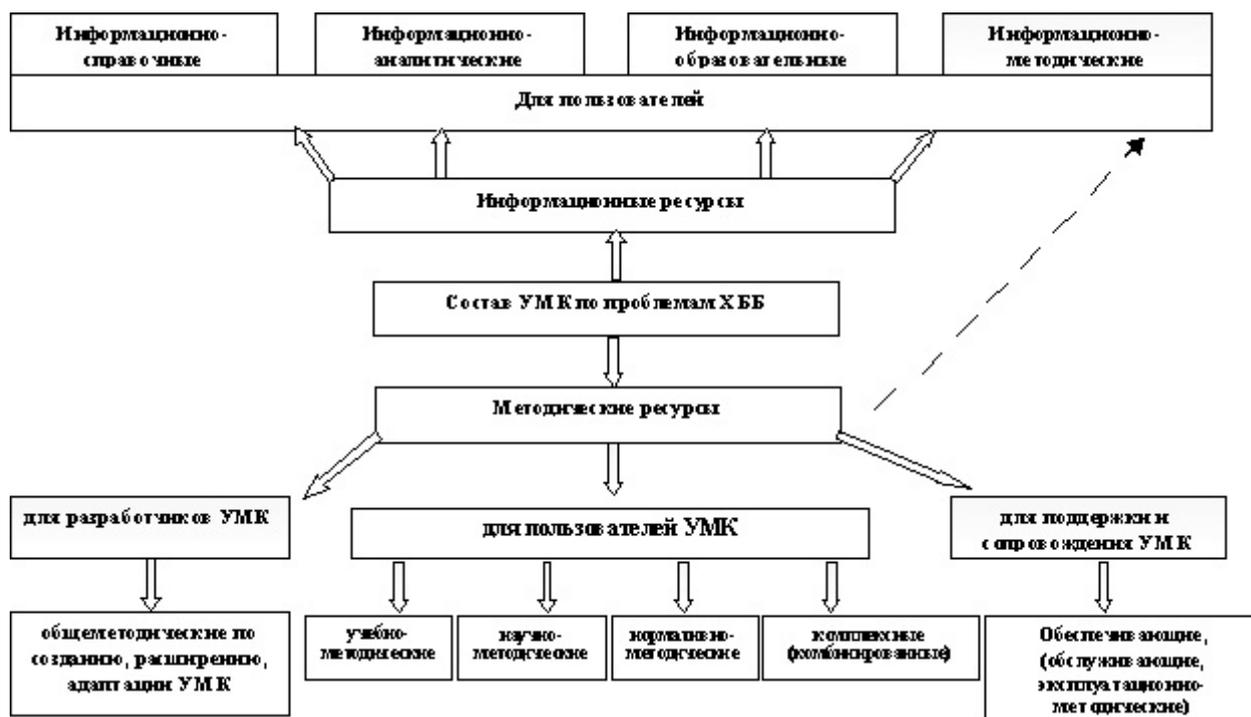


Рис. 1. Состав УМК по проблемам химической и биологической безопасности (ХББ)

ски опасных веществ и материалов и другие. К информационно-образовательным относятся: учебно-научное издание по проблемам химической и биологической безопасности, включающее классификацию и систематизацию моделей и методов количественной оценки рисков, процедуры оценки риска для здоровья человека, основные методы и модели оценки последствий аварий и прогнозирования загрязнения окружающей среды; электронное учебное пособие с системой самоконтроля знаний по проблемам химической и биологической безопасности и другие.

Всего планируется подготовить и издать цикл учебных пособий, учебно-научных, учебно-методических, информационно-справочных и информационно-аналитических изданий по вопросам химической и биологической безопасности, включающий 11 изданий. Базовую версию УМК по проблемам химической и биологической безопасности планируется установить на выделенном сервере.

Кроме того, планируется разработать комплекс методик по созданию и использованию всех видов ресурсов УМК; разработать и реализовать базы данных по широкому кругу вопросов химической и биологической безопасности:

по свойствам химически и биологически опасных веществ и материалов; по оценке риска при обращении с потенциально опасными веществами и материалами, химическим и токсическим опасностям, связанным с технологическими процессами на химически опасных объектах; по показателям надежности типового оборудования химически опасных объектов и другие, функционирующие под управлением системы управления базами данных (СУБД).

Основными функциями УМК являются:

- обеспечение образовательного процесса подготовки специалистов и переподготовки кадров в области химической и биологической безопасности;

- предоставление открытого доступа к информационно-образовательным, информационно-справочным, информационно-аналитическим, нормативно-методическим ресурсам комплекса специалистам в области химической и биологической безопасности в режиме удаленного доступа;

- предоставление открытого или ограниченного доступа к информационно-образовательным, учебно-научным и другим ресурсам комплекса;

- размещение статических (не изменяющихся) материалов информационного, справочного или учебного характера;
- публикация баз данных с динамическими сведениями о свойствах опасных веществ, показателях надежности оборудования, коррозионной стойкости оборудования и т. п.;
- обеспечение возможностей поиска, добавления, изменения, а также аналитической обработки информации, хранящейся в базах данных;
- размещение программных приложений (учебно-исследовательских моделирующих и тестирующих систем) для исполнения на рабочем месте пользователя при решении учебно-исследовательских задач;
- размещение печатных изданий учебного, обзорного, методического характера в электронном виде;

- организация процесса обучения различных групп специалистов и повышения квалификации в соответствии с примерными учебными планами и программами;
- организация развернутой системы методической поддержки: учебно-методической, научно-методической, а также по сопровождению УМК.

В соответствии с составом УМК разработана его функциональная структура, приведенная на рис. 2. Ресурсы УМК можно разделить на две основные группы: информационное обеспечение и методическое обеспечение.

*Информационное обеспечение* представляет собой комплекс электронных и печатных ресурсов, необходимых для информационной поддержки процессов обучения и научных исследований, проводимых с использованием УМК. К электронным информационно-образовательным ресурсам относятся:

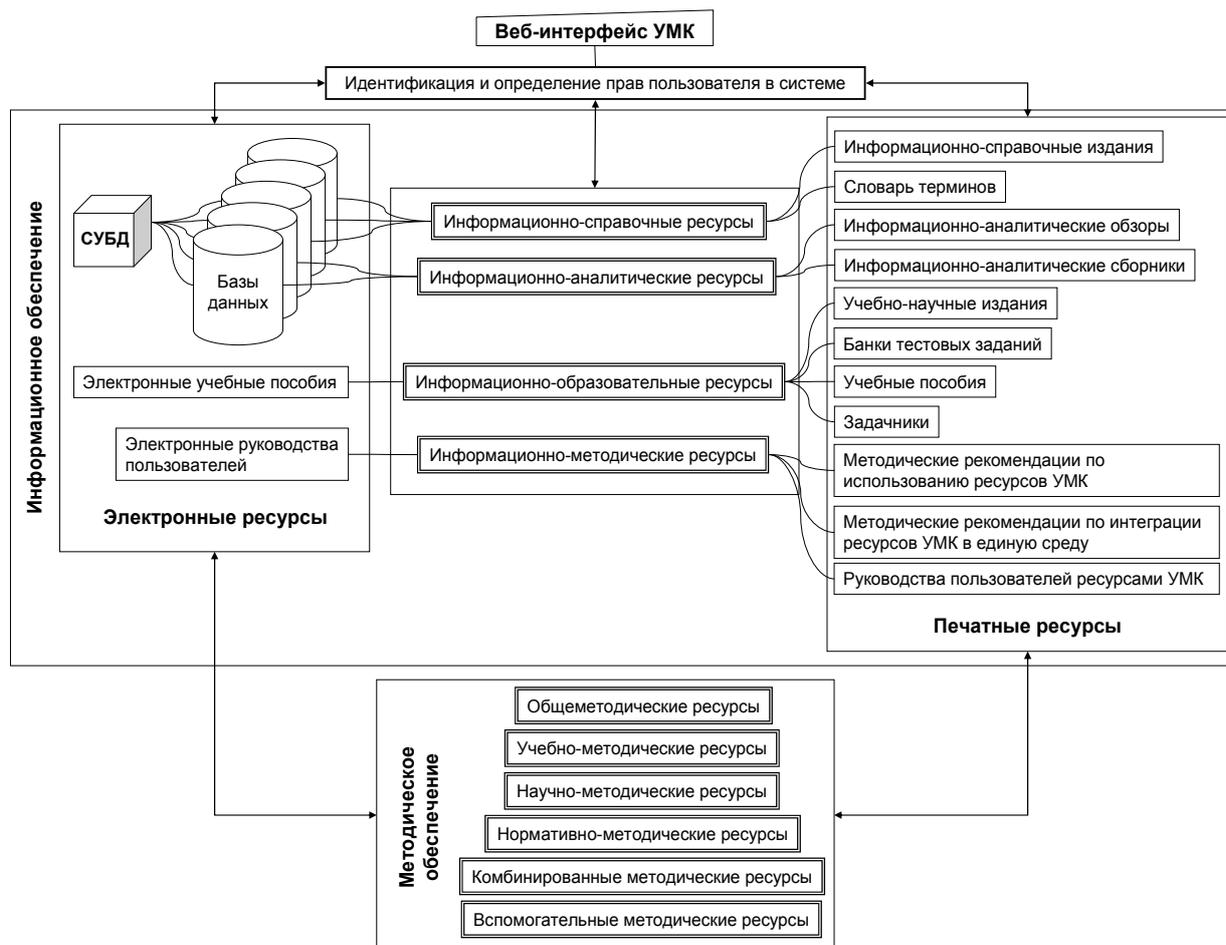


Рис. 2. Функциональная структура УМК по проблемам химической и биологической безопасности

- электронное учебное пособие по химической и биологической безопасности с системой самоконтроля знаний;

- банки тестовых заданий для проверки теоретических знаний и практических навыков различных групп специалистов по вопросам химической и биологической безопасности и другие.

К печатным информационно-образовательным ресурсам, реализуемым в рамках УМК, относятся:

- учебно-научное издание по химической и биологической безопасности;

- учебное пособие «Химическая и биологическая безопасность»;

- сборник «Задачи и расчеты по проблемам химической и биологической безопасности» и другие.

*Методическое обеспечение* комплекса выполняет функции методического сопровождения различных процессов, в которых используются его функциональные возможности или ресурсы. Оно включает общеметодические, учебно-методические, научно-методические, нормативно-методические, комбинированные и вспомогательные методические ресурсы.

Удаленный доступ пользователей УМК по проблемам химической и биологической безопасности осуществляется с использованием современных интернет-технологий. Идентификация и определение прав, доступных зарегистрированному пользователю, производится на основе информации, имеющейся в базе данных комплекса, расположенной на выделенном сервере. УМК по химической и биологической безопасности реализуется на основе технологии клиент-сервер с обеспечением открытого или ограниченного доступа через глобальную сеть Интернет.

Пользователи всех групп непосредственно взаимодействуют с сервером системы по протоколам HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) и HTTPS (Hyper Text Transfer Protocol Secure) при помощи стандартных приложений – интернет-браузеров. С целью поддержки и сопровождения конфигурации сервера УМК администратор системы имеет удаленный терминальный доступ по протоколу RDP (Remote Desktop Protocol).

## Результаты

Предложен состав и разработана функциональная структура УМК по проблемам химической и биологической безопасности. Сформулирована цель и определены задачи подготовки и переподготовки кадров с использованием информационно-образовательных ресурсов комплекса.

Подготовлены и изданы:

- «Информационно-аналитический обзор по вопросам химической и биологической безопасности»;

- «Химическая и биологическая безопасность. Специализированное методическое издание»;

- «Методические рекомендации по подготовке информационно-образовательных, информационно-справочных и информационно-аналитических ресурсов учебно-методического комплекса по проблемам химической и биологической безопасности».

Данные издания в последующем будут размещены в УМК в качестве информационных и методических ресурсов и доступны зарегистрированным пользователям.

## Обсуждение

Разработанные информационно-аналитические, информационно-методические и информационно-справочные ресурсы будут являться методической основой создания, развития и реализации на выделенном сервере УМК по химической и биологической безопасности.

На следующем этапе работы планируется:

- подготовка и издание учебных пособий, учебно-научных, учебно-методических, информационно-справочных изданий УМК по химической и биологической безопасности на основе информационно-коммуникационных технологий;

- размещение ресурсов комплекса на выделенном интернет-сервере;

- разработка логической и физической моделей и структуры базы данных по свойствам химически и биологически опасных веществ и материалов, ее реализация;

- разработка логической и физической моделей и структуры базы данных по показателям надежности типового оборудования химически опасных и других опасных производственных объектов, являющихся источниками химической и токсической опасности, ее реализация;

- информационное наполнение, тестирование и модификация разработанных баз данных, входящих в состав УМК.

### Выводы

Создание УМК по проблемам химической и биологической безопасности будет способствовать:

- проведению комплексных исследований и мероприятий, направленных на своевременное выявление угроз химической и биологической опасности, их оценку и выработку предложений в области обеспечения химической и биологической безопасности и ликвидации последствий аварий;

- совершенствованию системы подготовки, переподготовки и аттестации кадров;

- формированию у граждан общей культуры в области обеспечения химической и биологической безопасности, включая повышение информированности населения об опасных объектах, способах защиты от воздействия опасных химических и биологических факторов, мерах по ликвидации последствий их воздействия.

### Список литературы

1. Обеспечение и методы оптимизации надежности химических и нефтеперерабатывающих производств / Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Грун Г., Нойман В. – М.: Химия, 1987. – 272 с.
2. Хенли Э.Д., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска: пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
3. Маршалл В. Основные опасности химических производств: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 672 с.
4. Легасов В.А. Из сегодня в – завтра. Мысли вслух. – М.: Прогресс, 1996. – 226 с.
5. Кузьмин И.И., Махутов Н.А., Хетагуров С.В. Безопасность и риск: эколого-экономические аспекты. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та экономики и финансов, 1997. – 164 с.
6. Порфирьев Б.Н. Экологическая экспертиза и риск технологий // Итоги науки и техники. Сер. Охрана природы и воспр-во природ. ресурсов / ВИНТИ. – 1990. – Т. 27. – С. 122–153, 174–192.
7. Сафонов В.С., Одишария Г.Э., Швыряев А.А. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности. – М.: Изд-во Минприроды, 1996. – 207 с.
8. Федеральный закон РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.07.1997.
9. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 271 с.
10. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А. [и др.]; под ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
11. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В. Управление безопасностью химических производств на основе новых информационных технологий: учеб. пособие для вузов. – М.: Химия, КолосС, 2004. – 416 с.
12. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ) [Электрон. ресурс]. – URL: <http://www.gpntb.ru/>. – Загл. с экрана.
13. Российская государственная библиотека (РГБ) [Электрон. ресурс]. – URL: <http://www.rsl.ru/>. – Загл. с экрана.
14. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) [Электрон. ресурс]. – URL: <http://www2.viniti.ru/>. – Загл. с экрана.
15. Библиотека по естественным наукам Российской Академии Наук (БЕН РАН) [Электрон. ресурс]. – URL: <http://www.benran.ru/>. – Загл. с экрана.