

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ»**

Кафедра «Зоологии, физиологии и генетики»

**А.М. Дворник, В.С. Аверин, А.В. Гулаков**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**  
**Раздел 1. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций**

Практическое руководство  
для студентов специальности 1-31 01 01 - 02 Биология  
(научно-педагогическая деятельность)

**Гомель 2016**

УДК  
ББК  
Д

**Рецензенты:**

А.Г. Подоляк, зам. директора по науке РНИУП «Институт радиологии»; кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

А.Н. Никитин, зав. лабораторией ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»; кандидат сельскохозяйственных наук.

Рекомендовано к изданию научно–методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

**Дворник, А.М.**

Д 157 Безопасность жизнедеятельности человека: практическое руководство для студентов 1-31 01 01 - 02 Биология (научно-педагогическая деятельность) / А.М. Дворник, В.С. Аверин, А.В. Гулаков; М–во образ. РБ, Гомельский гос. ун–т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2016. – 83 с.

Практическое пособие предназначено для количественной оценки мероприятий, касающихся защиты населения в чрезвычайных ситуациях. Будущий специалист должен овладеть знаниями по основам жизнедеятельности в окружающей нас техносфере, и оценке критериев самой комфортности, изучить характеристики опасных и вредных факторов среды обитания, физиологическое воздействие их на человека.

Адресовано студентам специальности 1-31 01 01 - 02 Биология (научно-педагогическая деятельность)

УДК  
ББК

© Дворник А.М., Аверин В.С.,  
Гулаков А.В., 2016

© УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», 2016

## Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1</b> Прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций природного характера.....	<b>5</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2</b> Прогнозирование и оценка обстановки последствий пожаров.....	<b>17</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3</b> Прогнозирование последствий взрывов.....	<b>26</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4</b> Прогнозирование и оценка химической обстановки при авариях на химически опасных объектах и транспорте.....	<b>31</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5</b> Первая помощь при ранениях, наружном кровотечении, переломах.....	<b>41</b>
Рекомендуемая литература.....	<b>47</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Пособие может быть интересно всем, кто интересуется вопросами безопасности жизнедеятельности, защите населения в условиях чрезвычайных ситуаций и радиационной безопасности населения.

Поскольку на современном этапе развития общества актуальным является обучение специалистов-экологов методам гражданской обороны и защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях, оценивать устойчивость функционирования объектов экономики в этих условиях, реализовывать мероприятия по ликвидации возникших последствий на объектах всех отраслей.

Содержание курса «Безопасность жизнедеятельности человека», представленное в структуре учебных курсов системы высшего образования должно обеспечивать подготовку молодого человека к жизни, выбору оптимальных решений в вероятных чрезвычайных ситуациях природного, антропогенного, социального происхождения.

Дать представление о возможных способах оценки происходящих событий при чрезвычайных ситуациях, которые позволяют адекватно отражать сложившуюся ситуацию, для принятия верных решений при обеспечении безопасности жизнедеятельности.

Цель курса «Безопасность жизнедеятельности человека» направлена на формирование системного подхода студентов в понимании существующих в реальной жизни опасностях. Он направлен на приобретение знания конкретных правил поведения в ситуациях, опасных для физического, психического и духовно-нравственного здоровья учащихся, а также умений и навыков их предотвращения.

Содержание курса предполагает использование материала максимально приближенного к реальной жизни населения Республики Беларусь и возможным ситуациям, связанным с работой химической предприятий, тепловых электростанций, радиоактивным загрязнением территории. Поддерживать интерес к данному предмету преподаватель может, опираясь на многочисленную фактуру действительности, используя её в позитивных целях обучения и воспитания.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

**Природная чрезвычайная ситуация** – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлечет за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Природные чрезвычайные ситуации различают по масштабам и характеру источника возникновения, они характеризуются значительным поражением и гибелью людей, а также уничтожением материальных ценностей.

Землетрясения, наводнения, лесные и торфяные пожары, селевые потоки и оползни, бури, ураганы, смерчи, снежные заносы и обледенения – все это природные чрезвычайные ситуации, и они всегда будут спутниками человеческой жизни.

**Стихийные бедствия** – разрушительное природное и (или) природно-антропогенное явление или процесс значительного масштаба, в результате которого может возникнуть или возникла угроза жизни и здоровью людей, произойти разрушение или уничтожение материальных ценностей и компонентов окружающей природной среды.

К стихийным бедствиям относятся опасные явления или процессы геофизического, геологического, гидрологического, атмосферного и другого происхождения. Стихийные бедствия могут стать причиной многих аварий и катастроф.

При стихийных бедствиях, авариях и катастрофах жизнь человека подвергается огромной опасности и требует сосредоточения всех его духовных и физических сил, осмысленного и хладнокровного применения знаний и умений по действию в той или иной чрезвычайной ситуации.

**Безопасность** – ощущение защищенности от вредного воздействия факторов окружающей среды и общества, которое обеспечивается действующим законодательством и государственными органами по надзору за его выполнением.

**Опасность** – это явление, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно. Опасность хранят все системы,

имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты и другие.

**Потенциальная опасность** – это опасность скрытая, неопределенная во времени и пространстве. Реализуется потенциальная опасность через причины и в случае, если нежелательные последствия будут значительные, то это событие классифицируется как чрезвычайная ситуация. В жизни все отклонения от обычного, нормального мы называем чрезвычайным происшествием или ситуацией.

**Авария** – опасная ситуация техногенного характера, которая создает на объекте, территории или акватории угрозу для жизни и здоровья людей и приводит к разрушению зданий, сооружений, коммуникаций и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, или наносит ущерб окружающей среде, не связанная с гибелью людей;

**Катастрофа** - крупномасштабная авария или другое событие, которое приводит к тяжелым, трагическим последствиям, связанная с гибелью людей;

**Опасное природное явление** - это стихийное событие природного происхождения, которое по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности может вызвать отрицательные последствия для жизнедеятельности людей, экономики и природной среды.

**Стихийное бедствие** – это катастрофическое природное явление (или процесс), которое может вызвать многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

В основном чрезвычайные ситуации можно классифицировать по трем основным принципам – масштабу распространения, темпу развития и природе происхождения.

По территориальному **масштабу распространению** устанавливаются пять уровней ЧС – локальный, местный, региональный, республиканский (государственный) и трансграничный. При этом учитывают гибель или угроза гибели людей, объем причиненного или ожидаемого экономического ущерба, количество пострадавших людей. При классификации определяют пороговые значения данных показателей.

**Локальные** (частные) чрезвычайные ситуации не выходят территориально и организационно за пределы рабочего места или участка, малого отрезка дороги, усадьбы или квартиры. К локальным ЧС относятся чрезвычайные ситуации, в результате которых пострадало

не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 1 тыс. базовых величин.

Чрезвычайные ситуации, распространение последствий которых ограничено пределами населенного пункта, города (района), области, края, республики и устраняются их силами и средствами, называются *местными*. К местным относятся чрезвычайные ситуации, в результате которых пострадало свыше 10, но не более 50 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 100, но не более 300 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 1 тыс., но не более 5 тыс. базовых величин.

*Региональные* чрезвычайные ситуации – такие ЧС, которые распространяются на территорию нескольких областей (краев, республик) или экономический район. Для ликвидации последствий таких ЧС необходимы объединенные усилия этих территорий, а также участие федеральных сил. К региональным относятся ЧС, в результате которых пострадало от 50 до 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности от 500 до 1000 человек, либо материальный ущерб составляет до 0,5 млн. базовых величин.

*Республиканская ЧС* чрезвычайные ситуации охватывают обширные территории страны, но не выходят за ее границы. Здесь задействуются силы, средства и ресурсы всего государства. Часто прибегают и к иностранной помощи. К национальным относятся ЧС, в результате которых пострадало свыше 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности более 1000 человек, либо материальный ущерб составляет более 5 млн. базовых величин.

*Глобальные* (трансграничные) чрезвычайные ситуации выходят за пределы страны и распространяются на другие государства. Их последствия устраняются силами и средствами, как пострадавших государств, так и международного сообщества.

***Классификация чрезвычайных ситуаций по темпу развития.*** Каждому виду чрезвычайных ситуаций свойственна своя скорость распространения опасности, являющаяся важной составляющей интенсивности протекания чрезвычайного события и характеризующая степень внезапности воздействия поражающих факторов. С этой точки зрения такие события можно подразделить на:

- *внезапные* (взрывы, транспортные аварии, землетрясения и т.д.);
- *стремительные* (пожары, выброс газообразных сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ), гидродинамические аварии с образованием волн прорыва, сель и др.);
- *умеренные* (выброс радиоактивных веществ, аварии на

коммунальных системах, извержения вулканов, паводковые наводнения, половодья);

– *плавные* с медленно распространяющейся опасностью (аварии на очистных сооружениях, засухи, эпидемии, экологические отклонения, загрязнение почвы и воды вредными химическими веществами). Плавные (медленные) чрезвычайные ситуации могут длиться многие месяцы и годы, например, последствия антропогенной деятельности в зоне Аральского моря.

**Классификация чрезвычайных ситуаций по происхождению.** В соответствии с действующим законодательством в Республике Беларусь все ЧС делятся на ЧС техногенного и природного характера.

#### ***ЧС техногенного характера***

*Транспортные аварии (катастрофы)* – грузовых судов; на магистральных трубопроводах. Например, столкнулись несколько автомашин, повредили кузова, люди получили ушибы или другие легкие травмы — транспортная авария. Или при посадке самолет повредил, например, шасси, крылья, но погибли люди – авиационная катастрофа.

*Пожары и взрывы, угроза взрывов* – пожары (взрывы) в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов; пожары (взрывы) на транспорте; пожары (взрывы) в зданиях и сооружениях жилого, социально - бытового, культурного значения.

*Аварии с выбросом (угрозой выброса) СДЯВ* – аварии с выбросом (угрозой выброса) ХОВ при их производстве, переработке или хранении (захоронении); утрата источников ХОВ; аварии с химическими боеприпасами и др.

*Аварии с выбросом (угрозой выброса) РВ* – аварии на атомных станциях; аварии транспортных средств и космических аппаратов с ядерными установками; аварии с ядерными боеприпасами в местах их хранения, эксплуатации или установки; утрата радиоактивных источников.

*Аварии с выбросом (угрозой выброса) БОВ* – аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ на предприятиях и в научно-исследовательских учреждениях; утрата БОВ и др.

*Внезапное разрушение сооружений* – обрушение элементов транспортных коммуникаций; обрушение производственных зданий и сооружений; обрушение зданий и сооружений жилого, социально-бытового и культурного значения.

*Аварии на электроэнергетических системах* – аварии на автономных электростанциях с долговременным перерывом электроснабжения всех потребителей; выход из строя транспортных электроконтактных сетей.



*Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения* – аварии в канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ; аварии на тепловых сетях в холодное время года; аварии в системах снабжения населения питьевой водой; аварии на коммунальных газопроводах.

*Аварии на очистных сооружениях* – аварии на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий с массовым выбросом загрязняющих веществ; аварии на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ.

*Гидродинамические аварии* – аварии на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий с массовым выбросом загрязняющих веществ, аварии на очистных сооружениях промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ.

#### ***ЧС природного характера***

*Геофизические опасные явления* – землетрясения; извержения вулканов.

*Геологические опасные явления (экзогенные опасные явления)* – оползни, сели, пыльные бури, обвалы, осыпи, курумы, эрозия, склоновый смыв.

*Метеорологические и агрометеорологические опасные явления* – бури (9–11 баллов), ураганы (12–15 баллов), смерчи, торнадо, шквалы, вертикальные вихри, крупный град, сильный дождь (ливень), сильный туман; сильный снегопад, сильный гололед, сильный мороз, сильная метель, заморозки; сильная жара, засуха, суховей.

*Гидрологические опасные явления* – высокие уровни вод (наводнения), половодья; заторы и зажоры, низкие уровни вод.

*Гидрогеологические опасные явления* – низкие уровни грунтовых вод; высокие уровни грунтовых вод.

*Природные пожары* – лесные пожары; пожары степных и хлебных массивов; торфяные пожары, подземные пожары горючих ископаемых.

*Инфекционные заболевания людей* – единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний; групповые случаи опасных инфекционных заболеваний.

*Инфекционная заболеваемость сельскохозяйственных животных* – единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний; инфекционные заболевания не выявленной этиологии.

*Поражение сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями* – массовое распространение вредителей растений; болезни не выявленной этиологии.

#### ***ЧС экологического характера.***

*Чрезвычайные ситуации, связанные с изменением состояния почвы (почвы, недр, ландшафта)* – катастрофические просадки, оползни, обвалы земной поверхности из-за выработки недр при добыче полезных ископаемых и другой деятельности человека; наличие тяжелых металлов (в том числе радионуклидов) и других вредных веществ в почве (грунте) сверх предельно допустимых концентраций; интенсивная деградация почв, опустынивание на обширных территориях из-за эрозии, засоления, заболачивания почв.

Чрезвычайные ситуации, связанные с изменением состава и свойств атмосферы (воздушной среды) – резкие изменения погоды или климата в результате антропогенной деятельности; превышение ПДК вредных примесей в атмосфере; температурные инверсии над городами; «кислородный» голод в городах; значительное превышение предельно допустимого уровня городского шума; образование обширной зоны кислотных осадков; разрушение озонового слоя атмосферы; значительные изменения прозрачности атмосферы.

*Чрезвычайные ситуации, связанные с изменением состояния гидросферы (водной среды)* – недостаток питьевой воды вследствие истощения водных источников или их загрязнения; истощение водных ресурсов, необходимых для организации хозяйственно-бытового водоснабжения и обеспечения технологических процессов; нарушение хозяйственной деятельности и экологического равновесия вследствие загрязнения зон внутренних морей и мирового океана.

### **Чрезвычайные ситуации природного характера.**

#### **Оползень**

Оползень – это отрыв и скользящее смещение массы земляных, горных пород вниз под действием собственного веса. Оползни происходят чаще всего по берегам рек, водоемов и на горных склонах.

Оползни могут происходить на всех склонах, однако на глинистых грунтах они случаются намного чаще, для этого достаточно избыточного увлажнения пород, поэтому большей частью они сходят в весенне-летний период.

Естественной причиной образования оползней является увеличение крутизны склонов, подмыв их оснований речными водами, избыточное увлажнение различных пород, сейсмические толчки и ряд других факторов.

Искусственной причиной – разрушение склонов дорожными выемками, чрезмерным выносом грунта, вырубкой леса, неразумным ведением сельского хозяйства на склонах.

На опасных, оползневых участках организуется постоянное наблюдение за перемещением грунтов, уровнем воды в колодцах, в

дренажных сооружениях, системах отвода сточных вод, буровых скважинах, реках, водохранилищах, за выпадением и стоком атмосферных осадков.

При возникновении оползня необходимо, во-первых, предупредить население, а, во-вторых, по мере осложнения обстановки организовать эвакуацию населения в безопасные районы.

### **Землетрясение.**

Землетрясение – это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии Земли и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний. По данным статистики, землетрясениям принадлежит первое место по причиняемому экономическому ущербу и одно из первых мест – по числу человеческих жертв.

Точка, в которой начинается подвижка, называется *очагом, фокусом или гипоцентром* землетрясения. Точка на земной поверхности, расположенная непосредственно над очагом, называется *эпицентром*.

При помощи сейсмографа можно оценить энергию землетрясения. Оказывается, что сравнительно слабые землетрясения высвобождают энергию порядка 10 000 кг/м, то есть достаточную, чтобы поднять груз весом 10 тонн на высоту 1 м. Этот энергетический уровень принимается за ноль, землетрясению, имеющему в 100 раз больше энергии, соответствует 1, еще в 100 раз более сильному соответствуют 2 единицы шкалы. Такая шкала называется шкалой Рихтера в честь известного американского сейсмолога из Калифорнии Ч. Рихтера. Число в такой шкале называется *магнитудой* и обозначается **M**.

В самой шкале верхний предел не предусмотрен, по этой причине шкалу Рихтера называют открытой. В действительности сама Земля создает практический верхний предел. Земля не в состоянии (в физическом смысле) породить землетрясение с магнитудой больше 9,0.

Землетрясения в Беларуси связаны с местными очагами сейсмичности либо являются отголосками сильных землетрясений в Карпатах.

При землетрясениях характер поражения людей зависит от вида и плотности застройки населенного пункта, а также от времени возникновения землетрясения (днем или ночью).

Ночью количество пострадавших значительно выше, так как большинство людей находятся дома и отдыхают. Днем же число пострадавшего населения колеблется в зависимости от того, в какой день произошло землетрясение – в рабочий или в выходной.

Основными причинами травматизма и гибели людей при землетрясении являются:

- разрушение зданий и сооружений;
- падение обломков строительных конструкций и мебели, различных предметов и битых стекол;
- зависание и падение на проезжую часть улицы разорванных электропроводов;
- пожары, вызванные утечкой газа из поврежденных труб и замыканием электросетей;
- неконтролируемые действия людей в результате паники.

Если землетрясение застало вас в здании (дома, в школе, на работе), необходимо:

- если первые толчки застали вас на первом этаже нужно немедленно выбежать на улицу, в вашем распоряжении не более 15-20 секунд;
- при нахождении выше первого этажах можно воспользоваться углами, образованными капитальными стенами, узкими коридорами внутри здания или же встать возле опорных колонн или в дверных проемах, распахнув двери;
- можно спрятаться под стол или кровать, закрыв лицо руками, чтобы не пораниться кусками отлетающей штукатурки, стекла и др. Во всех случаях – держитесь подальше от окон и стеклянных перегородок, чтобы не пораниться осколками;
- ни в коем случае не прыгайте из окон или с балконов, если вы живете выше первого этажа;
- нельзя во время угрозы обрушения здания пользоваться лифтом, выбегать на лестницу с верхних этажей;
- не рекомендуется находиться в угловых помещениях здания;
- не паникуйте сами и пресекайте панику у других людей.

### **Ураган.**

Ураган – это ветер разрушительной силы и значительной продолжительности. Ураган возникает внезапно в областях с резким перепадом атмосферного давления. Скорость урагана достигает 30 м/с и более. По своему пагубному воздействию ураган может сравниться с землетрясением. Это объясняется тем, что ураганы несут в себе колоссальную энергию, ее количество, выделяемое средним по мощности ураганом в течение одного часа, можно сравнить с энергией ядерного взрыва.

Шкала Бофорта – двенадцатибалльная шкала, принятая Всемирной метеорологической организацией для приближенной оценки скорости ветра по его воздействию на наземные предметы или по волнению в

открытом море. Средняя скорость ветра указывается на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью.

Шкала разработана английским адмиралом Фрэнсисом Бофортом в 1806 году. С 1874 года принята для использования в международной синоптической практике. Первоначально в ней не указывалась скорость ветра (добавлена в 1926 году). В 1955 году, чтобы различать ураганные ветра разной силы, Бюро погоды США расширило шкалу до 17 баллов.

Ураган может захватить территорию в диаметре до нескольких сотен километров и способен перемещаться на тысячи километров. При этом ураганный ветер разрушает прочные и сносит легкие строения, опустошает засеянные поля, обрывает провода и валит столбы линий электропередачи и связи, повреждает транспортные магистрали и мосты, ломает и вырывает с корнями деревья, повреждает и топит суда, вызывает аварии на коммунально-энергетических сетях. Бывали случаи, когда ураганный ветер сбрасывал с рельсов поезда и валил фабричные трубы. Часто ураганы сопровождаются ливневыми дождями, которые вызывают наводнения.

Буря – разновидность урагана. Скорость ветра при буре не много меньше скорости урагана (до 25–30 м/с). Убытки и разрушения от бурь существенно меньше, чем от ураганов. Иногда сильную бурю называют штормом.

При получении штормового предупреждения необходимо немедленно приступить к проведению предупредительных работ:

- укрепить недостаточно прочные конструкции, закрыть двери, слуховые отверстия и чердачные помещения, окна обшить досками или закрыть щитами, а стекла заклеить полосками бумаги или ткани, или, если есть такая возможность, вынуть;
- для того чтобы уравновесить наружное и внутреннее давление в здании двери и окна с подветренной стороны целесообразно открыть и закрепить их в этом положении;
- с крыш, балконов, лоджий и подоконников необходимо убрать вещи, которые при падении могут нанести травмы людям. Предметы, находящиеся во дворах, необходимо закрепить или занести в помещение;
- целесообразно также позаботиться об аварийных светильниках – электрических фонарях, керосиновых лампах, свечах. Рекомендуются также создать запасы воды, пищи и медикаментов, особенно перевязочных материалов;
- погасить огонь в печах, проверить состояние электровыключателей, газовых и водопроводных кранов;
- занять заранее подготовленные места в зданиях и укрытиях

(в случае смерчей – только в подвальных помещениях и в подземных сооружениях). В помещении нужно выбрать наиболее безопасное место – в средней части дома, в коридорах, на первом этаже. Для защиты от ранений осколками стекла рекомендуется использовать встроенные шкафы, прочную мебель и матрацы.

Самым безопасным местом во время бури, урагана или смерча являются убежища, подвалы и погреба.

Если ураган или смерч застал вас на открытой местности – лучше всего найти любое естественное углубление в земле (канаву, яму, овраг или любую выемку), лечь на дно углубления и плотно прижаться к земле. Покинуть транспорт (не зависимо от того, в каком бы вы не находились) и укрыться в ближайшем подвале, убежище или углублении. Принять меры по защите от ливневых осадков и крупного града, т.к. ураганы ими часто сопровождаются.

### **Гроза.**

Гроза – атмосферное явление, связанное с развитием мощных кучево-дождевых облаков, которое сопровождается многократными электрическими разрядами между облаками и земной поверхностью, громом, сильным дождем, нередко градом. Согласно статистике, в мире ежедневно случается 40 тысяч гроз, ежесекундно сверкает 117 молний.

Грозы часто идут против ветра. Непосредственно перед началом грозы обычно наступает безветрие или ветер меняет направление, налетают резкие шквалы, после чего начинается дождь. Однако наибольшую опасность представляют «сухие», то есть не сопровождающиеся осадками, грозы.

Во время грозы следует:

- в лесу укрываться среди невысоких деревьев с густыми кронами;
- в горах и на открытой местности прятаться в яме, канаве или в овраге;
- все крупные металлические предметы сложить в 15–20 м. от себя;
- укрывшись от грозы, сесть, подогнув под себя ноги и опустив голову на согнутые в коленях ноги, ступни ног соединить вместе;
- под себя подложить, полиэтиленовый пакет, ветки или лапник, камни, одежду и т.д. изолируясь от почвы;
- в пути группе рассредоточиться, идти по одному, не спеша;
- в укрытии переодеться в сухую одежду, в крайнем случае, тщательно выжать мокрую.

Во время грозы нельзя:

- укрываться возле одиноких деревьев или деревьев, выступающих над другими;
- прислоняться или прикасаться к скалам и отвесным стенам;
- останавливаться на опушках леса, больших полянах;
- идти или останавливаться возле водоемов и в местах, где течет вода;
- прятаться под скальными навесами;
- бегать, суетиться, передвигаться плотной группой;
- находиться в мокрой одежде и обуви;
- оставаться на возвышенностях;
- находиться возле водотоков, в расщелинах и трещинах.

### **Наводнения.**

Наводнения – это значительные затопления местности, возникающие в результате подъема уровня воды в реке, в водохранилище или в озере. Причинами наводнений являются обильные осадки, интенсивное таяние снега, прорыв или разрушение дамб и плотин. Наводнения сопровождаются человеческими жертвами и значительным материальным ущербом.

По повторяемости и площади распространения, наводнения занимают первое место в ряду стихийных бедствий, по количеству человеческих жертв и материальному ущербу наводнения занимают второе место после землетрясений. Ни в настоящем, ни в ближайшем будущем предотвратить их целиком не представляется возможным. Наводнения можно только ослабить или локализовать.

При нарастании угрозы наводнения работа предприятий, организаций и учреждений прекращается, людей отправляют по домам или эвакуируют в безопасные районы.

В этом случае необходимо:

- отключить воду, газ и электричество;
- потушить горящие печи отопления;
- перенести на верхние этажи зданий (чердаки) ценные предметы и вещи, убрать в безопасное место сельскохозяйственный инвентарь, закопать, укрыть удобрения и отходы;
- при необходимости обить окна и двери первых этажей домов досками или фанерой;
- взять с собой личные документы, помещенные в непромокаемый пакет, деньги и ценности, медицинскую аптечку, комплект верхней одежды и обуви по сезону, постельное белье и туалетные принадлежности, трехдневный запас продуктов питания. Вещи и продукты лучше уложить в чемоданы (рюкзаки, сумки);
- прибыть к установленному сроку на сборный эвакуационный

пункт для регистрации и отправки в безопасный район.

Для идентификации степени гидрометеорологической опасности и для лучшего восприятия прогнозов погоды, содержащих предупреждения о неблагоприятных и опасных метеорологических явлениях, введен специальный цветовой код, включающий зеленый, желтый, оранжевый и красный цвета. Цветовой код позволяет доступным образом сообщить, насколько серьезной является ситуация.

Шкала кода состоит из 4 цветов, которые представляют собой следующие градации рисков прогнозируемых явлений погоды.

Зеленый – погода неопасна, опасных и неблагоприятных явлений погоды не ожидается.

Желтый – погода потенциально опасна, «желтый уровень опасности», ожидаемые неблагоприятные явления погоды (осадки, грозы, порывы ветра, высокие или низкие температуры.) обычны для территории страны, но временами могут представлять опасность для отдельных видов социально-экономической деятельности.

Оранжевый – погода опасна, «оранжевый уровень опасности», на большей части территории ожидаются неблагоприятные явления, местами – опасные явления (шквалы, ливни, грозы, град, жара, морозы, снегопады, метели), которые могут негативно повлиять на социально-экономическую деятельность и привести к значительному материальному ущербу, а также возможны человеческие жертвы;

Красный – погода очень опасна, «красный уровень опасности», ожидаются метеорологические явления экстремальной интенсивности (очень сильные дожди и снегопады, крупный град, очень сильный ветер, чрезвычайная пожарная опасность), которые могут вызвать серьезный материальный ущерб и человеческие жертвы.

Использование данного кода позволит повысить степень осведомленности лиц, ответственных за принятие решений в стране, а также населения об опасности возникновения стихийных явлений, путем предоставления соответствующей информации об интенсивности и степени потенциальной опасности ожидаемых явлений.

Содержание данных кодов доступно для их использования, как средствами массовой информации, так и населением, тем самым, способствуя определению степени риска в различных ситуациях.



## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ

Масштабы и характер пожаров зависят от типа и объемов поражения, характеристик застройки, пожарной безопасности объектов, метеорологических условий и других факторов.

**Под пожарной обстановкой** необходимо подразумевать масштабы и плотность поражения пожарами населенных пунктов, объектов и прилегающих к ним лесных массивов, влияющих на работу объектов экономики, жизнедеятельность населения, а также на организацию и проведение спасательных и других неотложных работ.

Предварительная оценка пожарной обстановки имеет целью выяснить возможные очаги возникновения сплошных пожаров и огневых штормов в случае их возникновения.

**Сплошной пожар** – это массовый пожар, который охватил более 90 сооружений.

**Огневой шторм** – особый вид сплошного пожара, который охватил всю территорию объекта или площадь более 100 га и сопровождается мощным движением воздуха к центру.

При оперативной обстановке определяются зоны сплошных пожаров, протяженность фронта огня в очагах поражения и количества противопожарных сил, необходимых для ликвидации пожара.

Пожарная безопасность производства определяется технологическим процессом, материалами, которые используются в производстве.

По пожарной безопасности технологического процесса все объекты разделяются на пять категорий: А, Б, В, Г, Д.

А – нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, трубопроводы, склады нефтепродуктов.

Б – цеха приготовления и транспортирования угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, мельницы.

В – лесопильные, деревообрабатывающие, столярные, лесотарные производства.

Г – металлические производства, термические цеха, а также котельные.

Д – производства, связанные с хранением и переработкой негорючих материалов.

Наиболее опасными в пожарном отношении производства категории А и Б, а для объектов категорий В, Г, Д возможность

возникновения пожаров практически зависит от степени огнестойкости зданий, образование сплошных пожаров – от плотности застройки.

Плотность застройки в значительной мере влияет на распространение пожара и рассчитывается по формуле:

$P = \text{общая площадь объекта} / \text{площадь под зданиями} \cdot 100 \%$ .

До 7 % густоты застройки пожары практически не распространяются, от 7 до 20 % – возникают отдельные пожары, свыше 20 % – возможное возникновение сплошных пожаров.

Основным поражающим фактором пожаров является термическое воздействие, обусловленное тепловым излучением пламени.

Термическое воздействие определяется величиной плотности потока поглощенного излучения  $q^{\text{погл}}$ , кВт/м<sup>2</sup>, и временем теплового излучения  $t$ , с.

Плотность потока поглощенного излучения  $q^{\text{погл}}$  связана с плотностью потока падающего излучения  $q^{\text{пад}}$  соотношением  $q^{\text{погл}} = \varepsilon \cdot q^{\text{пад}}$ , где  $\varepsilon$  – степень черноты (поглощательная способность) тепловоспринимающей поверхности. Чем ниже степень черноты (большая отражательная способность), тем меньше при прочих равных условиях  $q^{\text{погл}}$  (далее  $q$ , кВт/м<sup>2</sup>).

Человек ощущает сильную (едва переносимую) боль, когда температура верхнего слоя кожи превышает 45 °С. Время достижения порога боли определяется по формуле:

$$t = (35 / q)^{1,33} \quad (1)$$

Различают три степени термического ожога кожи человека (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика ожогов кожи человека

Степень ожога	Повреждаемый слой	Характеристика	Доза воздействия, кДж/м <sup>2</sup>
I	Эпидермис	Покраснение кожи	Менее 42
II	Дерма	Волдыри	42...84
III	Подкожный слой	Летальный исход при поражении более 50 % кожи	Более 84

Время воспламенения горючих материалов  $t$ , с, при воздействии на них теплового потока  $q$ , кВт/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$t = A/(q - q_{кр})^n, \quad (2)$$

где:

$q_{кр}$  – критическая плотность теплового потока, кВт/м<sup>2</sup>;

$A, n$  – константы для конкретных материалов (например, для древесины  $A = 4300$ ;  $n = 1,61$ ).

Значения  $q_{кр}$  для разных материалов и результаты расчета по формуле (2) приведены в таблице 2.

Особенно опасным является нагрев резервуаров с нефтепродуктами, которые могут воспламениться при воздействии теплового излучения (таблица 3).

Таблица 2 – Критические тепловые нагрузки  $q_{кр}$  и времени воспламенения, с, при различной плотности теплового потока

Вещество, материал	$q_{кр}, \text{кВт/м}^2$	Плотность теплового потока $q, \text{кВт/м}^2$				
		20	50	100	150	200
Солома	7,0	70,3	10,2	2,9	1,4	0,91
Пенопласт	7,40	73,7	10,3	2,9	1,5	0,91
Хлопок (волокно)	7,50	74,7	10,4	2,9	1,5	0,92
Торф кусковой	9,8	103,6	11,4	3,1	1,5	0,93
Картон серый	10,8	122,4	11,8	3,1	1,5	0,94
Картон фибровый	10,88	124,1	11,9	3,1	1,5	0,94
Древесина сосновая	12,8	181,5	12,9	3,3	1,6	0,96
Бензин	12,6	173,8	12,8	3,2	1,6	0,96
Резина	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	1,02
Битумная кровля	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	1,02
Фанера	7,0	70,3	10,2	3,4	1,6	0,97
Древесина крашенная	7,0	70,3	10,2	3,4	1,7	0,99

Таблица 3 – Время воспламенения  $\tau$  резервуара с нефтепродуктами в зависимости от величины плотности потока теплового излучения  $q$

$q, \text{кВт/м}^2$	34,9	27,6	24,8	21,4	19,9	19,5
$t$	5	10	15	20	20	Более 30

При применении вероятностного подхода к определению поражающего фактора теплового воздействия на человека значения  $R_{пор}$  определяют по таблице 5 с использованием для случая летального исхода при термическом поражении выражение для пробит-функции  $R_{\gamma}$ :

$$R_{\gamma} = - 9,5 + 2,56 \text{Ln} (q^{1,33} * t) \quad (3)$$

Время термического воздействия, с, для случаев пожара разлития и горения здания, сооружения, штабеля.

$$t = t_0 + x / u \quad \dots (4)$$

где:

$t_0$  – характерное время обнаружения пожара (допускается принимать 5 с);

$x$  – расстояние от места расположения человека до зоны, где плотность потока теплового излучения не превышает  $4 \text{ кВт/м}^2$ , м;

$u$  – скорость движения человека (допускается принимать 5 м/с).

Для случая огненного шара время термического воздействия принимается равным времени существования огненного шара.

При нарушении герметичности сосуда, содержащего сжиженный горючий газ или жидкость, часть жидкости может заполнить поддон или обваловку, растечься по поверхности грунта или заполнить какую-либо естественную впадину.

Если поддон или обваловка имеют вертикальный внутренний откос, то глубину заполнения  $h$ , м, можно найти по формуле:

$$h = m_{ж} / (\rho_{ж} * F_{под}) \quad (5)$$

где:

$m_{ж}$ ,  $\rho_{ж}$  – масса и плотность разлившейся жидкости;

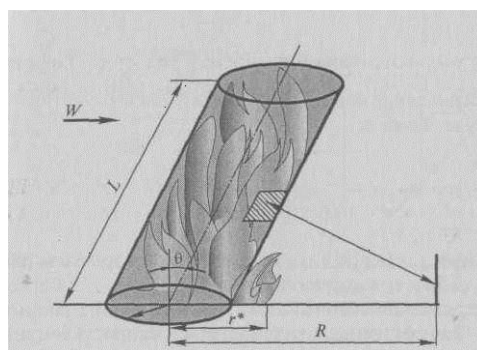
$F_{под}$  – площадь поддона. При авариях в системах, не имеющих защитных ограждений, происходит растекание жидкости по грунту или заполнение естественных впадин.

Как правило, при растекании на грунт площадь разлива ограничена естественными и искусственно созданными границами (дороги, дренажные каналы), а если такая информация отсутствует, то принимается толщина разлившегося слоя  $h = 0,05$  м и определяется площадь разлива,  $\text{м}^2$ ,

$$F_{раз} = m_{ж} / (h\rho_{ж}) \quad (6)$$

Отличительной чертой пожаров разлития является «накрытие» (рисунок 1) с подветренной стороны, которое может составлять 25...50 % диаметра обвалования.

$$D = 2r = \sqrt{4F_{раз} / \pi}$$



### Рисунок 1 – Расчетная схема пожара разлива

Пламя пожара разлива при расчете представляется в виде наклоненного по направлению ветра цилиндра конечного размера, причем угол наклона  $\theta$  зависит от безразмерной скорости ветра  $W_B$ :

$$\cos \theta = 0,75 (W_B)^{-0,49} \quad (7)$$

Геометрические параметры факела пожара разлива находят по формуле Томаса:

$$\frac{L}{D} = a \left( \frac{m_{\text{ВЫГ}}}{\rho_B \sqrt{gD}} \right)^b W_B^c \quad (8)$$

где:

$W_B = w(m_{\text{ВЫГ}} gD / \rho_n)^{-1/3}$  - безразмерная скорость ветра;

$m_{\text{ВЫГ}}$  – массовая скорость выгорания, кг/(м<sup>2</sup> · с);

$\rho_B$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$D$  – диаметр зеркала разлива, м;

$w$  – скорость ветра, м/с.

Эмпирические коэффициенты по формуле Томаса ( $a = 55$ ;  $b = 0,67$ ;  $c = -0,21$ ) получены по результатам экспериментов, выполненных для широкого диапазона изменения параметров:

$$10^{-3} \leq L/D \leq 10;$$

$$10^{-6} \leq \frac{m_{\text{ВЫГ}}}{\rho_B \sqrt{gD}} \leq 10^{-2}$$

Скорость выгорания жидкостей определяют, как правило, экспериментально. Для экспертной оценки скорости выгорания

$m_{\text{ВЫГ}}$  (кг/(м<sup>2</sup> · с)) можно воспользоваться эмпирической формулой:

$$m_{\text{ВЫГ}} = C \rho_{\text{ж}} Q_{\text{н}}^p / L_{\text{исп}} \quad (9)$$

где:

$\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$Q_{\text{н}}^p$  – низшая теплота сгорания топлива, Дж/кг;

$L_{\text{исп}}$  – скрытая теплота испарения жидкости, Дж/кг,

$C$  – коэффициент пропорциональности, значение которого, равное  $1,25 \cdot 10^{-6}$  м/с, получено путем обработки многочисленных экспериментальных данных по выгоранию большинства органических жидкостей и их смесей (рисунок 2).

Плотность теплового потока, падающего на элементарную площадку, расположенную на уровне грунта (см. рисунок 2),

$q^{\text{пад}}$  (кВт/м<sup>2</sup>) вычисляется по формуле:

$$q^{\text{пад}} = q^{\text{соб}} \varphi \exp[-7,0 \cdot 10^{-4}(R - r)], \quad (10)$$

где:

$\varphi$  – угловой коэффициент излучения с площадки на боковой поверхности пламени пожара разлива на единичную площадку, расположенную на уровне грунта (рисунок 1), определяемый по графику на рисунке 3;

$q^{\text{соб}}$  – средняя по поверхности плотность потока собственного излучения пламени, кВт/м<sup>2</sup>.

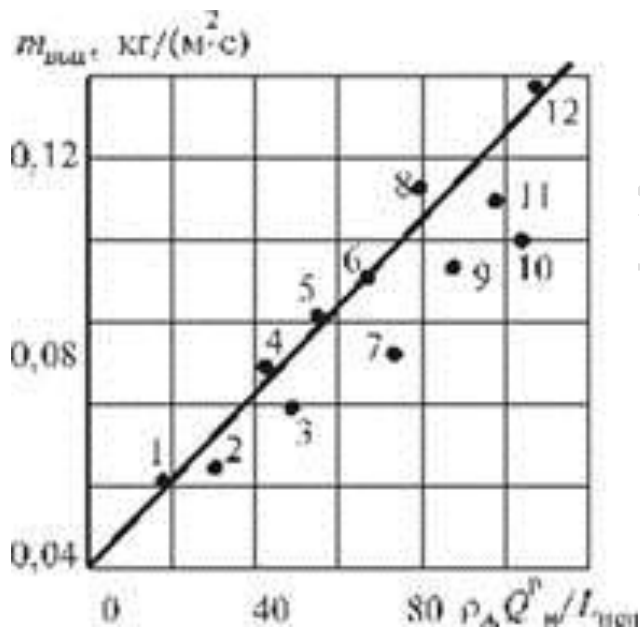


Рисунок 2 – Обобщение экспериментальных данных по скорости выгорания различных жидкостей: 1 – метанол; 2 – диэтилентриамин; 3 – ацетон; 4 – диметилгидразин; 5 – ракетное топливо; 6 – ксилол; 7 – бензин; 8 – бензол; 9 – гексан; 10 – бутан; 11 – сжиженный природный газ; 12 – сжиженный нефтяной газ

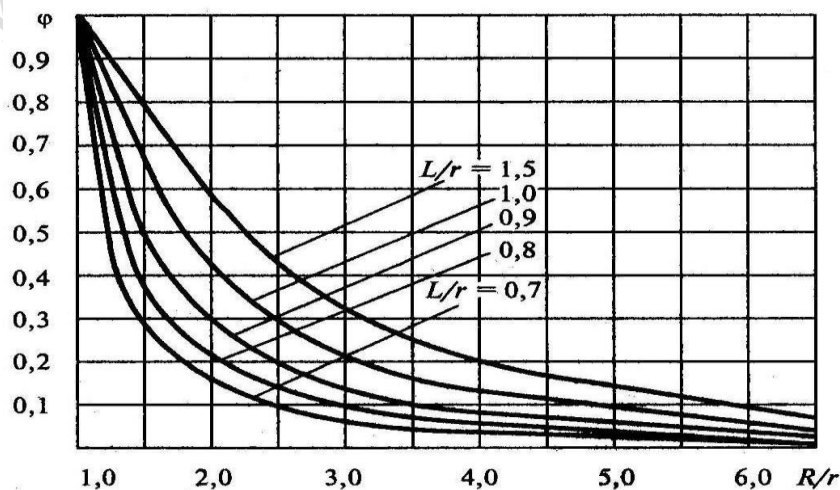


Рисунок 3 – Зависимость углового коэффициента излучения  $\varphi$  цилиндрического пламени пожара разлива на элементарную площадку

от R/r

Для ориентировочных расчетов принимаются следующие значения  $q^{cob}$  (кВт/м<sup>2</sup>): сжиженный природный газ (метан) – 150...170; нефть – 60...80; сжиженный нефтяной газ – 50...60; мазут – 50...70; бензин – 120...140; керосин – 80...90.

**Пример.** На нефтеперекачивающей станции расположен резервуар РВС – 20 000 в обваловке, имеющей квадратную форму со стороной  $a = 80$  м. Высота обваловки рассчитана на удержание всего объема нефти, находящейся в резервуаре, при аварийном разлиии. Радиус резервуара  $R_{рез} = 22,81$  м, высота  $H_{рез} = 11,9$  м. Фактический объем резервуара  $V_{факт} = 19\,450$  м<sup>3</sup>, объем нефти при заполнении резервуара на 80% равен  $V_{неф} = 0,8 \cdot 19\,450 = 15\,560$  (м<sup>3</sup>). В результате разрушения резервуара и разлива нефти возник пожар. Скорость ветра равна 3 м/с.

Определить размеры безопасной зоны для персонала.

**Решение**

1. По условию при разрушении резервуара нефть полностью заполнит обваловку, имеющую площадь

$$F_{обв} = a^2 = 80^2 = 6400 \text{ м}^2$$

2. Найдем геометрические размеры пламени пожара разлиия, условно принимая в виде цилиндра модель развития пожара, предварительно определив:

– диаметр зеркала разлиия

$$D = \sqrt{(4 * F_{обв}) / \pi} = \sqrt{(4 * 6400) / 3,14} = 90 \text{ м},$$

отсюда  $r = 45$  м, а плотность паров нефти принимаем  $\rho_n = 9,9$  кг/м<sup>3</sup>;

– безразмерную скорость ветра (при  $m_{выг} = 0,04$  кг/(м<sup>2</sup> · с)

$$W_B = 3,0 (0,04 * 9,8 * 90 / 9,9)^{-1/3} = 1,96$$

По формуле (8)

$$L/D = 55 * [0,04 / (1,29 \sqrt{9,8 * 90})]^{0,67} * 1,96^{-0,21} = 0,48,$$

то есть высота пламени пожара разлиия:

$$L = 90 * 0,48 = 43 \text{ м}$$

3. По формуле (7) определим косинус угла наклона пламени пожара разлиия:

$$\cos \theta = 0,75 * 1,97^{-0,49} = 0,53$$

то есть  $\theta = 58^\circ$ .

4. Плотность потока теплового излучения пламени пожара разлиия, падающего на элементарную площадку, найдем по формуле (10).

Для этого определим сначала угловые коэффициенты излучения  $\phi$  по графику на рисунке 3 для различных расстояний R от центра пламени (результаты расчетов сведены в таблицу 4), приняв для

простоты расчета линию, соответствующую  $L/r = 43/45 \approx 1$ .

Таблица 4 – Угловые коэффициенты излучения

R/r	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
R, м	45	68	90	110	135	160	180	200	225	250
$\varphi$	1,0	0,74	0,48	0,30	0,22	9,18	0,13	0,10	0,08	0,07

Затем, приняв  $q^{\text{собр}} = 60 \text{ кВт/м}^2$ , найдем плотность потока теплового излучения  $q^{\text{пад}}$  на разных расстояниях от границ пламени (таблица 5).

Таблица 5 – Плотность потока теплового излучения

R, м	45	68	90	110	135	160	180	200	225	250
$q^{\text{пад}}, \text{ кВт/м}^2$	60,0	43	28	17	12	10	7,1	5,4	4,2	3,6

Из результатов расчетов следует, что безопасным для персонала будет расстояние от обваловки  $R = 250 \text{ м}$ , где плотность падающего теплового потока  $q^{\text{пад}}$  будет меньше  $4,0 \text{ кВт/м}^2$ .

5. Вероятность смертельных поражений человека тепловым излучением  $P_{\text{пор}}$  на разных расстояниях от границ пламени найдем по таблице 6, определив величину пробит-функции по формуле (3).

Таблица 6 – Вероятность смертельных поражений человека

R, м	45	68	90	110	135	160	180	200	225	250
Pr	14	12,8	11	9,1	7,5	6,3	4,7	3,2	1,5	1,0
$P_{\text{пор}}, \%$	100	100	100	100	99,4	90	38	4	0	0

Как следует из данных расчетов, радиус зоны безопасности (0 % погибших) равен около 225 м от границ пламени.

**ЗАДАНИЕ 1.** Определить размеры безопасной зоны для персонала по вариантам

№	Сторона обваловки, м	Радиус резервуара, м	Высота резервуара, м	Процент заполнения, %	Скорость ветра, м/с
1	2	3	4	5	6
1	90	22,05	11,8	90	1,0
2	100	20,00	11,0	95	2,0
3	80	20,50	12,0	80	3,0
4	70	20,61	11,5	85	1,5
5	60	22,78	11,6	70	2,5
6	50	23,00	12,1	75	3,5
7	90	22,81	11,7	95	1,0
8	100	22,00	11,2	100	1,5
9	80	21,15	11,8	90	2,0



Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
10	70	22,30	11,9	85	2,5
11	100	10 600	85	5800	11
12	100	12 000	70	4700	12
13	120	14 000	90	5800	13
14	70	15 000	60	5900	14
15	110	12 000	70	5600	15
16	90	13 000	80	5500	16
17	80	13 000	95	5300	17
18	100	12 000	80	6000	18
19	110	12 000	70	4700	19
20	100	12400	85	4800	20

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЗРЫВОВ

В последние 15–20 лет тема трагических событий и катастроф, вызванных взрывами стала особенно актуальной. Ежегодно на территории страны возникают десятки чрезвычайных ситуаций, источниками которых являются аварийные взрывы. Они приводят к человеческим жертвам, пожарам, разрушениям и повреждениям зданий и сооружений.

Взрыв – это процесс быстрого, практически мгновенного высвобождения большого (громадного) количества энергии в ограниченном объёме с переходом её из потенциальной формы в кинетическую.

Для взрывчатых веществ (ВВ) взрыв является самораспространяющимся химическим превращением (распадом, разложением), подобно горению, с выделением громадного количества тепла и образованием газообразных продуктов. При обычном горении используется кислород атмосферы. При взрывах же используется связанный кислород, который содержится в большинстве ВВ. При этом кислород вступает во внутримолекулярные окислительно – восстановительные реакции распада или взаимодействия между составными частями ВВ, продуктами их разложения или газификации в результате чего выделяется тепло и газообразные продукты.

Химическое превращение ВВ может происходить в виде:

а) термического разложения; б) горения; в) детонации.

Термическое разложение является медленным процессом распада ВВ (например, «горение» мокрой травы, перегнивание навоза). Оно сопровождается выделением тепла.

Горение ВВ – экзотермическая реакция, протекающая в поверхностном слое вещества – в зоне пламени. Реакция поддерживается за счёт теплопроводности и (или) диффузионного теплообмена газообразных продуктов реакции с общей массой ВВ. Различают два вида горения – стационарное (послойное горение) и возмущенное (объемное горение; характерно резкое нарастание давления).

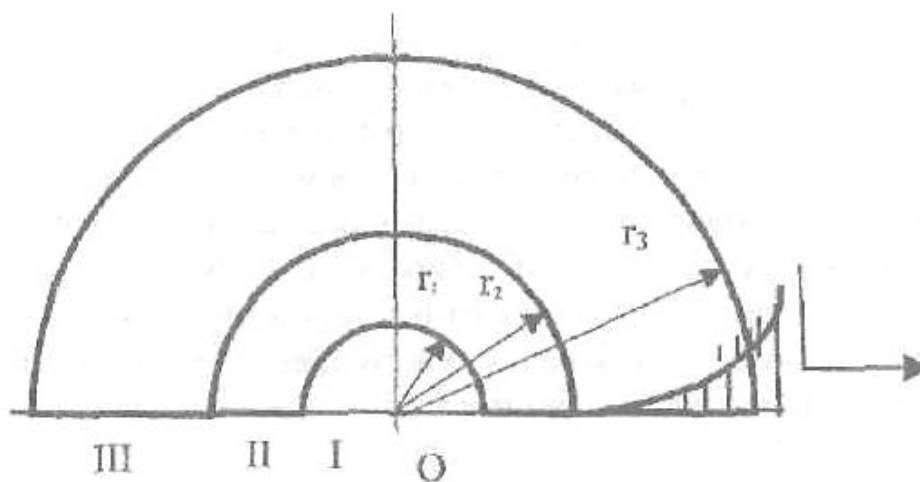
Детонация – особый вид экзотермической реакции. Скорость горения достигает 8,5 км/с. Подобная скорость горения способствует резкому нарастанию давления на фронте детонационной волны. Реакция протекает так быстро, что вся энергия, заключенная в ВВ, высвобождается до того, как наступает расширение продуктов распада.

По сути вся освободившаяся энергия сосредоточена в объеме исходного ВВ. Давление может достигать до 1010 Па. Происходит взрыв.

Очаги поражения на предприятиях с взрывопожароопасной технологией образуются вследствие истечения газообразных или сжиженных углеводородных продуктов, при перемешивании которых с воздухом образуются взрывопожароопасные смеси. Наиболее опасны смеси с воздухом таких углеводородных газов, как метан, пропан, бутан, этилен, пропилен, бутилен. Взрыв и возгорание этих газов наступает при определенном содержании газа в воздухе. Например, взрыв пропана возможен при содержании в 1 м<sup>3</sup> воздуха 21 л газа, а возгорание – при 95 л.

При взрыве газозвушной смеси (ГВС) образуется очаг взрыва с ударной волной, вызывающей разрушение зданий, сооружений и оборудования.

- В очаге взрыва ГВС выделяют три круговые зоны (рисунок 1):
- I – зона детонационной волны (бризантного действия);
  - II – зона действия продуктов взрыва;
  - III – зона действия воздушной ударной волны.



**Рисунок 1 – Зоны очага взрыва ГВС**

В зоне действия воздушной ударной волны (зона III) формируется фронт ударной волны, распространяющийся на поверхности земли.

Прогнозирование и оценка обстановки при авариях на объектах со взрывом ГВС сводится к определению возможных избыточных давлений ( $\Delta P_i$ ) на границах зоны очага, характера воздействия их на элементы объекта, возможной пожарной обстановки и потерь среди населения. По результатам оценки определяются мероприятия, обеспечивающие безопасность персонала объекта и населения от воздействия случайного взрыва ГВС.

### Комплексная задача

На складе объекта в полузаглубленных емкостях хранится взрывоопасная газовоздушная смесь «пропан» в количестве  $Q = \dots$  тонн. Емкости расположены от здания цехов на расстоянии  $D = \dots$  м. Плотность застройки объекта 20 %, расстояния между цехами 20–30 м. На удалении  $Y = \dots$  метров находится жилой массив. Плотность населения жилого массива и работающих на объекте  $P = \dots$  тыс. чел/км<sup>2</sup>. Используя таблицу 1, оценить возможную обстановку на объекте, которая может сложиться в результате случайного взрыва пропана, для чего определить:

- 1) радиусы зон поражения при взрыве ГВС, м;
- 2) площади зон поражения, м<sup>2</sup>;
- 3) величины избыточных давлений на границах каждой зоны, кПа;
- 4) степени разрушений зданий и сооружений объекта и жилого массива (таблица 2);
- 5) возможную пожарную обстановку (таблица 4);
- 6) возможные потери производственного персонала и населения жилого массива (таблица 3);
- 7) мероприятия, обеспечивающие безопасность персонала и населения от воздействия взрыва ГВС.

Примечание. Расчеты провести в соответствии с методическими указаниями к решению задания.

Таблица 1 – Таблица вариантов

№ варианта	К-во ГВС (Q), т	Расстояние (D) до цехов, м	Расстояние (Y) до жилого массива, м	Плотность населения, тыс. чел/км <sup>2</sup>
1	10	100	1000	4,0
2	20	110	1100	3,5
3	30	120	1200	3,0
4	40	130	1300	2,5
5	50	140	1400	2,0
6	60	150	1500	1,5
7	70	160	1600	1,0
8	80	170	1700	0,8
9	90	180	1800	0,6
10	100	190	1900	0,4
11	10	200	2000	0,6
12	20	100	1000	0,8
13	30	120	1100	1,0
14	40	140	1200	1,5
15	50	150	1300	2,0

## Методические указания к решению задач

1. Радиус зоны I ( $r_1$ ) определяется по формуле:

$$r_1 = 17,5 \sqrt[3]{Q}, \text{ м} \quad (1)$$

где:

$Q$  – количество сжиженного углеводородного газа, т.

Радиус зоны II ( $r_2$ ) определяем по формуле:

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1, \text{ м} \quad (2)$$

Радиус зоны III ( $r_3$ ) определяется из таблицы 5 или по графику в зависимости от значения  $Q$ .

2. Площади зон поражения определяются по формулам:

$$\begin{aligned} S_1 &= \pi \cdot r_1^2, \text{ м} \\ S_2 &= \pi \cdot (r_2^2 - r_1^2), \text{ м} \\ S_3 &= \pi \cdot (r_3^2 - r_2^2), \text{ м} \end{aligned}$$

3. Величина избыточных давлений ( $\Delta P_\phi$ ) в каждой зоне:

а) в зоне I –  $\Delta P_1 = 1700$  кПа принимается постоянной;

б) в зоне II –  $\Delta P_2 = 1300 \cdot \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 + 50$ , кПа

где:

$r_2$  – радиус зоны II или расстояние от центра взрыва до рассматриваемой точки в зоне II, м;

в) избыточное давление в зоне III ( $\Delta P_3$ , кПа) рассчитывается по формулам для чего предварительно определяется, относительна величина  $\psi$  (3):

$$\psi = 0,24 \cdot \frac{r_3}{r_1} \quad (3)$$

где  $r_3$  – радиус зоны III или расстояние от центра взрыва до рассматриваемой точки.

при  $\psi \leq 2$

$$\Delta P_3 = \frac{700}{3(\sqrt{1+29,8 \cdot \psi^3} - 1)}, \text{ кПа}$$

при  $\psi > 2$

$$\Delta P_3 = \frac{22}{\psi(\sqrt{19\psi + 0,158})}, \text{ кПа}$$

4. Степень разрушения зданий и сооружений объекта и жилого массива определяются по таблице 2, предварительно определив величины избыточных давлений в районе цеха и жилого массива по формулам интерполяции:

$$\Delta P_{\text{ж.м.}} = \Delta P_3 + \frac{\Delta P_2 - \Delta P_3}{r_3 - r_2} (R_{\text{ж.м.}} - r_2),$$

$$\Delta P_{\text{ц.}} = \Delta P_3 + \frac{\Delta P_2 - \Delta P_3}{r_3 - r_2} (R_{\text{ц.}} - r_2),$$

5. Возможные потери населения определяются по таблице 3.

Таблица 2 – Величины избыточных давлений  $\Delta P_{\phi}$  кПа, вызывающие различные степени разрушения зданий и оборудования

Наименование элементов объекта	Степень разрушения		
	слабое	среднее	сильное
Здание с металлическим или железобетонным каркасом	20–30	30–40	40–60
Многоэтажные ж/б здания с большой площадью остекления	8–20	20–40	40–90
Тепловые электростанции	15–25	25–35	35–45
Многоэтажные кирпичные жилые дома	8–15	15–25	25–35
Остекление зданий	1–1,5	1,5–2	2,0–3,0
Крановое оборудование	20–30	30–40	40–60
Станочное оборудование	10–20	20–60	60–70
Контрольно-измерительная аппаратура	5–10	10–20	20–30

6. Возможные потери персонала объекта определяются по данным таблицы 3.

Таблица 3 – Среднее число пораженных при взрыве ГВС

Масса ГВС, т	Плотность населения, тыс. чел/км <sup>2</sup>								
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
10	6	8	11	14	21	28	35	42	56
25	10	15	20	25	38	51	64	72	102
50	16	25	32	41	61	81	102	122	162
100	26	23	52	64	97	129	161	193	258

7. Возможная пожарная обстановка оценивается по таблице 4.

Таблица 4 – Ориентировочные значения вероятности распространения пожара от здания к зданию.

Расстояние между зданиями, м	0	5	10	15	20	30	40	50	70	90
Вероятность распространения пожара	100	87	55	47	27	23	9	3	2	0

Таблица 5 – Здания радиуса  $r_3$  зоны III при взрыве ГВС в зависимости от количества ГВС (Q), т

Q, т	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$r_3$ , м	430	570	650	700	750	800	840	870	910	950

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ И ТРАНСПОРТЕ

#### Основные характеристики сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) и особенности аварий на химически опасных объектах

Сильнодействующие ядовитые вещества – это химическое вещество, применяемое в народном хозяйстве, которое при разрыве или выбросе может приводить к загрязнению воздуха на уровне поражающей концентрации.

К химическим веществам, материалам как источникам ядовитых веществ относятся:

а) летучие сильнодействующие ядовитые вещества;

б) СДЯВ (хлор, аммиак, синильная кислота, фосген, гидразин, сероуглерод), если их масса на предприятии удовлетворяет соотношению:

$$\frac{M_1 \cdot A_1 \cdot K_1}{100 \cdot C_n \cdot X_1} + \dots + \frac{M_n \cdot A_n \cdot K_n}{100 \cdot C_n \cdot X_n} \geq 0,1 \quad (1)$$

где:

М – масса продукта в тоннах;

А – процент содержания СДЯВ в продукте;

$C_n$  – поражающая концентрация, кг/м<sup>3</sup> (поражение в течение 1–3 часов);

К – коэффициент, равный 1, при  $C_n < 100$  мг/м<sup>3</sup>, 2 при  $C_n = 101–500$  мг/м<sup>3</sup>, 3 при  $C_n > 500$  мг/м<sup>3</sup>.

Х – коэффициент условий хранения под землей, равный 1,5 – для газообразных веществ 3,0 для жидких и твердых веществ.

в) летучие токсические вещества (ацетилен, растворители, бензин, фреон), если их масса в крупных наземных емкостях (цистернах) составляет для газообразных веществ 10 т., жидких и твердых – 30 т. и, соответственно, для газообразных веществ – 15 т., в подземных складах – соответственно, 25 т. и 150 т.

г) материалы, выделяющие при горении (пожаре) ядовитые газы (герметики, клеи, краски, пластмасс) если их масса более 1000 т.

д) хим. вещества самовоспламеняющиеся или взрывающиеся при контакте с водой (карбид, калий), если их масса более 1 т.

Кроме того, на предприятиях имеются газобаллонные, запорочные станции с газовоздушными и топливными смесями (кислород, ацетилен, пропан, углекислый газ) являющиеся



потенциально опасными источниками ядовитых веществ при их утечке при взрывах.

Поведение СДЯВ и газов на местности, в воздухе и их воздействие на организм человека определяются физико-химическими и токсическими свойствами, краткие данные которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные свойства СДЯВ, наиболее распространенных в народном хозяйстве

Класс	Тип СДЯВ	Плотность г/см <sup>3</sup>	Температура кипения, °С	Поражающая концентрация, мг/м <sup>3</sup>	ПДК, мг/м <sup>3</sup> в раб. помещ.
Удушающие	Хлор	1,56	-34,6	0,01	1
	Фосген	1,43	8,2	0,02	0,5
	Хлорникрин	1,66	112	0,2	0,7
Обще ядовитые	Синильная к-та	0,7	25,6	0,02	0,3
	Окись углерода	0,97	-190	0,2	20
Удушающие ядовитые	Сернистый ангидрид	1,46	-10	0,4	10
	Оксиды азота	1,5	21	0,05	2
	Сероводород	1,5	-60	0,4	10
Удушающие нейротропные	Аммиак	0,68	-33,4	1	20
Нейротропные	Сероуглерод	1,26	46	1,5	1

Глубина распространения СДЯВ растет при увеличении концентрации и скорости ветра. В городах и населенных пунктах (вследствие нагревания домов) наблюдается распространение облака по магистральным улицам от периферии к центру.

Это способствует проникновению СДЯВ во дворы, тупики и создает опасность поражения людей. Некоторые СДЯВ имеют особенности: взрывоопасны (оксид азота, гидразин, аммиак), пожароопасны (хлор, фосген). При горении серы выделяется сернистый ангидрид, полиуретана – синильная кислота, герметика – фосфег, окись углерода.

Таким образом, аварии на химически опасных объектах могут носить комплексный характер и сопровождаются пожарами, взрывами и химическим заражением местности и воздуха.

Масштабы заражения ядовитыми веществами в зависимости от физико-химических свойств и агрегатного состояния рассчитываются по первичному и вторичному облаку. Сжатые газы дают только

первичное облако; ядовитые вещества с температурой кипения больше температур окружающей среды дают только вторичное облако; сжиженные газы образуют первичное и вторичное облако.

Первичное облако – облако СДЯВ, образующееся в результате мгновенного (1–3 мин.) перехода в атмосферу части СДЯВ из емкости при ее разрушении.

Вторичное облако – облако СДЯВ, образующееся в результате испарения вещества с подстилающей поверхности.

### **Исходные данные для прогнозирования масштабов загрязнения СДЯВ и принятие допущений**

1. Общее количество СДЯВ на объекте и данные о размещении их запасов в технологических емкостях и трубопроводах.
2. Количество СДЯВ, выброшенных в атмосферу, и характер их разлива на подстилающей поверхности (свободно, в поддон, в обваловку).
3. Высота поддона или обваловки складских емкостей.
4. Метеорологические условия: температура воздуха, скорость ветра на высоте 10 м (на высоте флюгера), степень вертикальной устойчивости воздуха (таблица 2).

Таблица 2 – Глубина зоны заражения (Г), км.

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество СДЯВ, т.											
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	100
<1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	81,91
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	44,09
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	31,30
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	24,80
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	20,80
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14	18,13
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	16,17
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	14,68
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,69	5,60	6,86	9,12	13,50
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,01	12,54
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	11,06
14	0,10	0,23	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	10,04
>15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	9,70

При заблаговременном прогнозировании масштабов заражения на случай производственных аварий в качестве исходных данных рекомендуется принимать: выброс СДЯВ (Q) – количество СДЯВ в

максимальной по объему единичной емкости, метеорологических условиях - инверсии, скорости ветра 1 м/с.

*Инверсия* – такое распределение температур приземного воздуха с высотой, при которой нижние слои воздуха холоднее верхних.

*Изотермия* – приземный слой воздуха, в котором температура почти не меняется с высотой.

*Конвекция* – нижний слой воздуха нагрет сильнее верхнего, вследствие чего происходит подъем и перемешивание воздуха в приземном слое.

Для прогнозирования масштабов заражения непосредственно после аварии должны браться конкретные данные о количестве выброшенного (разлившегося) СДЯВ и реальные метеоусловия.

Характеристика метеорологических условий представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика метеорологических условий

скорость ветра, м/с	ночь		утро		день		вечер	
	ясно, перемен. облачн.	сплош. облачн.	ясно, перемен. облачн.	сплош. облачн.	ясно, перемен. облачн.	сплош. облачн.	ясно, перемен. облачн.	сплош. облачн.
< 2	инверс	изотер	изотер инверс	изотер	конвекц изотер	изотер	инверс	изотер
2 – 4	инверс	изотер	изотер инверс	изотер	изотер	изотер	изотер инверс	изотер
> 4	изотер	изотер	изотер	изотер	изотер	изотер	изотер	изотер

Внешние границы зоны заражения СДЯВ рассчитываются по пороговой токсодозе при ингаляционном воздействии на человека.

Токсодоза (пороговая, поражающая или смертельная) – произведение концентрации ОХВ в данном месте зоны химического заражения на время пребывания человека в этом месте без средств защиты органов дыхания, в течение которого проявляются различные степени токсического воздействия ОХВ на человека: возможны лишь первые слабые признаки отравления (пороговая токсодоза), происходит существенное отравление организма с соответствующими симптомами

(поражающая токсодоза) и, наконец, наступает кома (смертельная токсодоза).

### Принятые допущения

1. Емкость, содержащая СДЯВ, при авариях разрушается полностью.
2. Толщина  $h$  слоя жидкости для СДЯВ, разливавшихся свободно на подстилающей поверхности, принимается равной 0,05 м по всей площади разлива; для СДЯВ, разливавшихся в поддон или обваловку, определяется следующим образом:

а) при разливах из емкостей, имеющих самостоятельный поддон (обваловку):

$$h = H - 0,12 \quad (2)$$

где:

$H$  – высота поддона (обваловки), м.

б) при разливах из емкостей, расположенных группой, имеющих общий поддон (обваловку):

$$h = \frac{Q_0}{F \cdot d} \quad (3)$$

где:

$Q_0$  – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т;

$F$  – реальная площадь разлива в поддон (обваловку);

$d$  – плотность СДЯВ, т/м<sup>3</sup>.

Предельное пребывание людей в зоне заражения и продолжительность сохранения неизменными метеорологических условий (степень вертикальной устойчивости атмосферы, направления и скорость ветра) составляет 4 часа. По истечении указанного времени прогноз обстановки должен уточняться.

### Определение эквивалентного количества вещества в первичном облаке

Определение эквивалентного количества в-ва в первичном облаке  $Q_1$  определяется по формуле (4):

$$Q_{э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (4)$$

где:

$K_1$  – коэффициент, зависящий от условий хранения СДЯВ, для сжатых газов  $K_1 = 1$ ;

$K_3$  – коэффициент, равный отношению токсодозы другого СДЯВ (таблица 4),

$K_5$  – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы, для инверсии принимается равным 1, для изотермии 0,23, для конвекции 0,08;

$K_7$  – коэффициент учитывающий влияние температуры воздуха, для сжатых газов  $K_7 = 1$ ;

$Q_0$  – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т.

Таблица 4 – Коэффициент, равный отношению токсодозы другого СДЯВ

СДЯВ	Плотность $d$ СДЯВ т/м <sup>3</sup>		Темп- ра кип. °С	$T_{\text{порог}}$ мг · мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
	газ	жид- ть			$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_7$ для температуры воздуха °С				
								-40	-20	0	20	40
Аммиак	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0/ 0,9	0,3/ 1	0,6/ 1	1/1	1,4/ 1
Сероводород	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3/ 1	0,5/ 1	0,8/ 1	1/1	1,2/ 1
Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/ 0,1	0/ 0,3	0/ 0,7	1/1	2,7/ 1
Хлор	0,0032	1,553	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0/ 0,9	0,3/ 1	0,6/ 1	1	1,4/1
Фтор	0,0017	1,512	188,2	0,2	0,95	0,038	3,0	0,7/ 1	0,8/ 1	0,9/ 1	1/1	1,1/ 1
Хлорпикрин	-	1,658	112,3	0,02	0	0,002	30,0	0,3	0,1	0,3	1	2,9
Хлорциан	0,021	1,220	12,6	0,75	0,004	0,048	0,80	0	0	0/ 0,6	1/1	3,9/ 1
Сероуглерод	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1
Соляная к-та	-	1,198	-	2	0	0,021	0,30	0	0,1	0,3	1	1,6
Метиламин	0,0014	0,699	6,5	1,2	0,13	0,034	0,5	0/ 0,3	0/ 0,7	0,3/ 1	1/1	1,8/ 1
Метилакрилат	-	0,953	80,2	6	0	0,005	0,1	0,1	0,2	0,4	1	3,1

Для значения  $K_7$  в числителе приведены коэффициенты для первичного, а в знаменателе – для вторичного облака.

При авариях в хранилищах сжатого газа  $Q_0$  рассчитывается по формуле (5):

$$Q_0 = d \cdot V_x \quad (5)$$

где:

$d$  – плотность СДЯВ, т/м<sup>3</sup>,

$V_x$  – объем хранилища, м<sup>3</sup>

При аварии на газопроводе  $Q_0$  рассчитывается по формуле (6):

$$Q_0 = \frac{n \cdot d \cdot V_r}{100} \quad (6)$$

где:

$n$  – содержание СДЯВ в природном газе, %;

$d$  – плотность СДЯВ, т/м<sup>3</sup>,

$V_r$  – объем секции газопровода между автоматическими отсекающими, м<sup>3</sup>.

При определении величины  $Q_{31}$  для сжиженных газов, не вошедших в таблицу 4, значение коэффициента  $K_7$  принимается равным 1, а коэффициент  $K_1$  рассчитывается по соотношению (7):

$$K_1 = \frac{C_p \cdot \Delta T}{\Delta H_{исп}}, \quad (7)$$

где:

$C_p$  – удельная теплоемкость жидкого СДЯВ емкости,  $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ ,

$\Delta T$  – разность температур жидкого СДЯВ до и после разрушения емкости,

$C$ ;  $\Delta H_{исп}$  – удельная теплота испарения жидкого СДЯВ при температуре испарения, кДж/кг.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОГО КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА ВО ВТОРИЧНОМ ОБЛАКЕ

Эквивалентное количество вещества во вторичном облаке рассчитывается по формуле (8):

$$Q_{32} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}, \quad (8)$$

где:

$K_2$  – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств СДЯВ (таблица 4),

$K_4$  – коэффициент, учитывающий скорость ветра (таблица 5).

Таблица 5 – Коэффициент, учитывающий скорость ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
$K_4$	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,67

$K_6$  – коэффициент, зависящий о времени, прошедшего после начала аварии (таблица 6).

Таблица 6 – Коэффициент, зависящий о времени, прошедшего после начала аварии

Время (N), прошедшее после начала аварии, ч	1	2	3	4
$K_6$	1	1,74	2,41	3,03

Значение коэффициента  $K_6$  определяется после расчета продолжительности  $T$  (ч) испарения вещества, для которого используется формула (9):

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (9)$$

где:

$h$  – толщина слоя СДЯВ, м;  $d$  – плотность СДЯВ, т/м<sup>3</sup>;

$K_2 \cdot K_4 \cdot K_7$  – коэффициенты.

При определении  $Q_{32}$  для вещества, не вошедшего в табл. 4, значение коэффициента  $K_7$  принимается равным 1, а коэффициент  $K_2$  рассчитывается по формуле (10):

$$K_2 = 8,10 \cdot 10^6 \cdot p \cdot \sqrt{m}, \quad (10)$$

где:

$p$  – давление насыщенного пара вещества при заданной температуре воздуха, мм рт. ст.;

$m$  – молекулярная масса в-ва.

### Определение площади зоны заражения СДЯВ

Площадь зоны возможного заражения для первичного (вторичного) облака СДЯВ определяется по формуле (11):

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^{-3} \cdot \varphi, \quad (11)$$

где:

$S_B$  – площадь зоны возможного заражения СДЯВ, км<sup>2</sup>;

$\Gamma$  – глубина зоны заражения, км;

$\varphi$  – угловые размеры зоны возможного заражения, градусы (таблица 7)

Таблица 7 – Угловые размеры зоны возможного заражения, градусы

Скорость ветра, м/с	<0,5	0,6-1	1,1-2	>2
$\varphi$	360	180	90	45

В таблице 2 приведены максимальные значения глубины зоны заражения первичным ( $\Gamma_1$ ) и вторичным ( $\Gamma_2$ ) облаком СДЯВ, определяемое в зависимости от эквивалентного количества вещества (формула 4, 8) и скорости ветра. Полная глубина зоны заражения  $\Gamma$  (км), обусловленная воздействием первичного и вторичного облака СДЯВ, определяется по формуле (12):

$$\Gamma = \Gamma' + 0.5\Gamma'', \quad (12)$$

где:

$\Gamma'$  – наибольший,

$\Gamma''$  – наименьший из размеров  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ .

Полученное значение сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс  $\Gamma_n$ , определяемым по формуле (13):

$$\Gamma_n = N \cdot v, \quad (13)$$

где:

$N$  – время от начала аварии, ч;  
 $v$  – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (таблица 8).

Таблица 8 – Скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч

Степень вертикальной устойчивости	Скорость ветра, м/с													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15
инверсия	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	82	88
конвекция	7	14	21	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### Определение времени подхода зараженного воздуха к объекту

Время подхода облака СДЯВ к заданному объекту зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле (14):

$$t = \frac{x}{v} \quad (14)$$

где:

$x$  – расстояние от источника заражения до зараженного объекта, км;  
 $v$  – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха, км/ч.

### Расчетная задача

На химическом объекте произошла авария с выбросом (разливом) СДЯВ. Исходные данные для прогнозирования масштабов заражения приведены в таблице 10. На удалении 2 км от границы объекта расположен жилой массив. Рабочие и служащие объекта обеспечены на 100 %, население жилой зоны обеспечено на 20 % средствами индивидуальной защиты.

Определить:

1. Степень вертикальной устойчивости атмосферы на момент аварии (таблица 3).
2. Эквивалентное к-во ядовитого вещества в первичном и вторичном облаке (т).
3. Глубину зоны заражения первичным и вторичным облаком (км).
4. Полную глубину зоны заражения (км).
5. Площадь возможного заражения (км<sup>2</sup>).
6. Время подхода зараженного воздуха к объекту (ч).



7. Продолжительность поражающего действия СДЯВ (ч).
8. Определить возможные потери рабочих и служащих объекта и населения от воздействия СДЯВ (%) (таблица 9).
9. Оформить вывод.

Таблица 9 – Возможные потери людей в очаге поражения, %

Условия защиты	Обеспеченность людей средствами индивидуальной защиты, %						
	0	20	40	50	70	90	100
Открытая местность	>90	75	50	50	35	18	5–10
Укрытия, здания	50	40	30	27	18	9	4

Таблица 10 – Варианты условий расчетной задачи

№	Тип СДЯВ	Тип хранилища (к-во)	К-во СДЯВ, (т)	Скорость ветра, м/с	Характер разлива	Высота обваловки (поддона), м	Время, прошедшее после аварии, ч	T <sub>возд.</sub> , °С	Состояние погоды	Период времени суток
1	А	Е2	50	0,5	О	2	1	0	Ясно	Утро
2	С	Е2	30	1,0	П	2	2	0	Сплошн.	День
3	Х	Ц2	40	1,0	П	2	3	0	Перемен.	Вечер
4	А	Тр	300	2,0	СВ	-	4	0	Ясно	Ночь
5	Ф	Е1	40	2,0	О	1	5	+10	Сплошн.	Утро
6	С	Е2	40	3,0	П	2	6	+10	Перемен.	День
7	А	Ц1	50	3,0	Св	-	1	+10	Ясно	Вечер
8	А	Тр	400	4,0	СВ	-	2	+10	Сплошн.	Ночь
9	Х	Е2	30	5,0	П	3	3	+20	Перемен	Утро
10	С	Е2	50	6,0	О	1	4	+20	Ясно	День
11	Ф	Ц3	50	2,0	О	3	5	+20	Сплошн.	Вечер
12	А	Тр	350	3,0	СВ	-	6	+20	Перемен.	Ночь
13	Ф	Е2	30	1,0	П	2	1	-10	Ясно	Утро
14	Х	Е2	30	2,0	О	2	2	-10	Сплошн	День
15	С	Ц2	60	2,0	О	3	3	-10	Перемен.	Вечер

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

### ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ РАНЕНИЯХ, НАРУЖНОМ КРОВОТЕЧЕНИИ, ПЕРЕЛОМАХ

Общим принципом лечебно-эвакуационного обеспечения (ЛЭО) в условиях ЧС является в основном двухэтапная система оказания медицинской помощи и лечения пораженных с их эвакуацией по назначению.

Каждому этапу медицинской эвакуации устанавливается определенный объем медицинской помощи (перечень лечебно-профилактических мероприятий). Основными видами помощи в очаге или на его границе является 1-я медицинская, доврачебная и 1-я врачебная помощь. В зависимости от обстановки здесь же некоторым категориям пораженных могут выполняться элементы квалифицированной медицинской помощи.

На 2-м этапе медицинской эвакуации обеспечивается оказание квалифицированной и специализированной медицинской помощи в полном объеме, лечение до окончательного исхода и реабилитации.

Таким образом, в системе ЛЭО имеются следующие виды медицинской помощи: первая медицинская помощь, доврачебная помощь, первая врачебная помощь, квалифицированная медицинская помощь, специализированная медицинская помощь.

Как вид медицинской помощи имеет целью предотвратить дальнейшее воздействие на пострадавшего поражающего фактора, предупредить развитие тяжелых осложнений и тем самым сохранить жизнь пораженному. Она является эффективной тогда, когда оказывается немедленно, или как можно раньше с момента поражения.

Оказывающий помощь должен четко и быстро различать потерю сознания от смерти. При обнаружении минимальных признаков жизни необходимо немедленно приступить к оказанию первой медицинской помощи и, прежде всего, к оживлению.

Признаками жизни являются:

1 Наличие сердцебиения. Сердцебиение определяют рукой или ухом на грудной клетке в области левого соска.

2 Наличие пульса на артериях. Чаще пульс определяют на шее (сонная артерия), реже в области лучезапястного сустава (лучевая артерия), в паху (бедренная артерия).

3 Наличие дыхания. Дыхание определяют по движению грудной клетки и живота, по увлажнению зеркала, приложенному к носу или рту пострадавшего, по движению кусочка бинта или ваты поднесенного к носовым отверстиям.

4 Наличие реакции зрачков на свет. Если осветить глаз пучком света, то наблюдается сужение зрачка. При дневном свете эту реакцию можно проверить так: на некоторое время закрывают глаз рукой, затем быстро отводят руку в сторону – при этом будет заметно сужение зрачка.

Наличие хотя бы минимальных признаков жизни сигнализирует о необходимости немедленного проведения мер по оживлению. Следует помнить, что отсутствие сердцебиения, пульса, дыхания и реакции зрачков на свет не свидетельствует о том, что пострадавший мертв. Подобный комплекс симптомов у пострадавшего при ЧС может наблюдаться и при клинической смерти, при которой необходимо немедленно оказать пострадавшему помощь по реанимации.

Оказание помощи бессмысленно лишь при появлении явных трупных признаков. Некоторые из них: помутнение и высыхание роговицы глаза, наличие симптома «кошачий глаз» – при сдавлении глаза с боков зрачок деформируется в вертикальную щель и напоминает кошачий глаз, похолодание тела, бледно-серый цвет кожных покровов и появление трупных пятен сине-багрового цвета на отлогих частях тела.

Основными признаками *клинической смерти* являются: отсутствие сознания, редкое поверхностное дыхание менее 8 раз в минуту или его отсутствие, а также отсутствие пульса на сонных артериях. Дополнительными признаками являются: синюшный кожный покров, широкие зрачки и отсутствие их реакции на свет.

Реанимацию не следует проводить при обнаружении явных и хорошо известных признаков *биологической смерти*. К ранним признакам относятся высыхание и помутнение роговицы, симптом «кошачьего глаза» (что бы обнаружить данный симптом, нужно сдавить глазное яблоко. Симптом считается положительным, если зрачок деформируется и вытягивается в длину). К поздним признакам биологической смерти относятся трупные пятна и трупное окоченение, которые появляются через 2–4 ч после смерти.

**Кровотечение** – это излияние крови из поврежденного кровеносного сосуда. Оно является одним из частых и опасных последствий ранений, травм и ожогов. В зависимости от вида поврежденного сосуда различают: артериальные, венозные и капиллярные кровотечения, а от направления поступления крови делят на внутренние и наружные.

Тяжесть и опасность каждого вида кровотечения, а также его исход зависит:

- от количества излившейся крови;
- от размера поврежденного сосуда;

– от длительности кровотечения.

Степень кровопотери делят на лёгкую, среднюю, тяжёлую.

При лёгкой степени кровопотери организм теряет примерно 10–15 % объема крови, циркулирующей в сосудистом русле (количество крови у взрослого человека примерно 4-5 литров, у подростка – 3 литра). Причем количество крови, циркулирующей в кровеносных сосудах, составляет приблизительно 50 %, вторая половина крови находится в так называемых кровяных «депо» – печени, селезенке. Такая небольшая кровопотеря компенсируется организмом за счет перераспределения крови из «депо» и усиленной выработки форменных элементов в костном мозге, селезенке и печени. Средняя степень кровопотери составляет уменьшение объема циркулирующей крови на 15–20 % и требует введения кровозаменяющих растворов.

При тяжелой степени кровопотери организм теряет до 30 % объема циркулирующей крови. В этом случае необходимо переливание крови, кровезаменителей, солевых растворов.

**Артериальное кровотечение** возникает при повреждении артерий и является наиболее опасным. Признаком является истечение из раны пульсирующей струи крови алого цвета.

**Первая помощь** направлена на остановку кровотечения. Самым надежным способом временной остановки артериального кровотечения на верхних и нижних конечностях является наложение кровоостанавливающего жгута или закрутки. При отсутствии жгута может быть использован любой подручный материал. Остановка осуществляется путем пальцевого прижатия кровоточащего сосуда выше раны, там, где сосуд проходит поверхностно и может быть прижат к кости, а также с помощью наложения кровоостанавливающего жгута или закрутки.

**Венозное кровотечение** возникает при повреждении стенок вен. Из раны вытекает ровная более или менее сильная струя, темно-красного цвета.

**Первая помощь** – приподнять конечность, максимально согнув ее в суставе и наложить давящую повязку. *Наложение кровоостанавливающего жгута при венозном кровотечении противопоказано.*

**Капиллярное кровотечение** – следствие повреждения мельчайших кровеносных сосудов (капилляров), в этом случае кровоточит вся раневая поверхность. Капиллярное кровотечение из внутренних органов, имеющих обильное кровоснабжение (печень, почки), называется паренхиматозным.

**Первая помощь** заключается в наложении давящей повязки. На

кровоточащий участок накладывают бинт (марля), можно использовать чистый носовой платок или отбеленную, проглаженную утюгом ткань.

**Ранение** – любое повреждение, связанное с нарушением целостности кожи или слизистых оболочек. Рана характеризуется следующими признаками: боль, расхождение краев раны, кровотечением, нарушением функций организма. Классификация ран в зависимости от вида ранящего предмета: резаные; колотые; рубленые.

**Первая помощь** при ранении заключается в обнаружении раны, промывании раствором перекиси водорода, затем кожа вокруг раны обрабатывается спиртом, раствором йода, бриллиантовой зелени, спиртом, водкой или, в крайнем случае, одеколоном. Ватным или марлевым тампоном, смоченным одной из этих жидкостей, кожу смазывают от края раны. Не следует заливать их в рану, так как это, во-первых, усилит боль, во-вторых, повредит ткани внутри раны и замедлит процесс заживления.

Если в ране находится инородное тело, ни в коем случае не следует его извлекать. После завершения всех манипуляций рана закрывается стерильной повязкой.

**Ожог** – это повреждение тканей под действием высокой температуры, едких химических веществ, рентгеновских лучей или излучением при взрыве ядерных бомб (лучевой ожог). В зависимости от повреждающего фактора ожоги делятся на термические, химические, электрические и лучевые.

Площадь поражения определяется двумя способами:

1 Правило ладони: площадь ладони человека составляет приблизительно 1 от поверхности тела (1,6 м<sup>2</sup>).

2 Правило десяти: вся поверхность тела разбита на участки, кратные 9 от общей поверхности тела, принятой за 100 %. Голова и шея составляют 9 %, верхняя конечность – 9 %, нижняя конечность – 18 %, задняя и передняя поверхность туловища – 18 % и область промежности – 1%. При обширных ожогах всегда возникает нарушение жизнедеятельности различных органов и систем организма, которое проявляется в виде ожоговой болезни.

В зависимости от температуры и длительности воздействия образуются ожоги различной степени. При **ожоге I степени** кожа краснеет, припухает, становится болезненной. Проходит ожог в течение 3-5 дней. При небольших ожогах обожженное место погружают на 5-10 минут в чистую холодную воду, затем накладывают повязку из стерильного бинта, смоченного в растворе марганцовки, питьевой соды или спирта.

**Ожог II степени** характеризуется появлением пузырей,

наполненных жидкостью, ощущается резкая боль. Чем дольше волдыри остаются нетронутыми, тем выше вероятность, что в них не попадет инфекция. Первой помощью при таких ожогах – наложение стерильной повязки. Ни в коем случае нельзя накладывать самим какие-либо мази. При обширных ожогах пострадавшего надо накрыть чистой простыней, теплым одеялом, дать теплый сладкий чай, кофе, при сильной боли – коньяк или водку.

**Ожог III степени** характеризуется поражением кожи и других тканей, обширными пузырями.

**Ожог IV степени** – происходит поражение кожи, подкожной клетчатки и различными тканями вплоть до кости – обугливание. Заживление ожогов III и IV степени невозможно без пересадки кожи. В обоих случаях пострадавшего необходимо доставить в больницу.

***Первая помощь*** при ожогах направлена на прекращение воздействия высокой температуры на пострадавшего. Нельзя допускать, чтобы человек в горящей одежде бежал, так как это раздувает пламя. Одежду, прилипшую к ране, следует обрезать ножницами. Если ожог химический, то обожженные участки надо промыть водой в течение 15–20 минут. При ожогах кислотами надо наложить на рану повязку, пропитанную раствором пищевой соды (1 чайная ложка на 1 стакан воды), а при ожогах щелочами – слабым раствором столового уксуса или борной кислоты (1 чайная ложка на 1 стакан воды).

***Перелом*** – это полное или частичное нарушение целостности кости. Переломы костей могут произойти в результате сильного удара, падения. Переломы делятся на травматические и патологические (опухоль, туберкулез). Они бывают открытые (с повреждением кожи в месте перелома) и закрытые (без повреждения кожи). При полном переломе отломки костей смещаются относительно друг друга, при неполном – на кости образуется трещина.

***Первая помощь*** должна быть направлена на снятие боли, следует стремиться как можно меньше шевелить сломанную ногу или руку, остановке кровотечения, следует обеспечить покой конечности путём наложения шины, изготовленной из подручного материала, или, при наличии, табельной.

Для уменьшения боли и кровотечения при закрытом переломе к месту повреждения необходимо приложить холод. При открытом переломе и кровотечении накладывается жгут или закрутка, на рану – стерильная повязка, а затем производится транспортная иммобилизация. Необходимо помнить, что из раны ничего извлекать нельзя.

При наложении шины следует обязательно обеспечить

неподвижность, по крайней мере, двух суставов – одного выше места перелома, другого – ниже места перелома, а при переломе крупных костей желательны три

**Вывих** – это смещение концов костей в суставах относительно друг друга с нарушением суставной сумки, образующееся в результате неудачного падения или ушиба. Характеризуется сильной болью, неподвижностью сустава, изменением его формы.

**Первая помощь** при вывихе, как и при переломе, следует обездвижить поврежденный сустав, не меняя его положение, пострадавшему необходимо дать анальгин или другое обезболивающее и приложить холод к суставу. Если нет возможности вызвать скорую – необходимо сделать шину и повязку также как и при переломе и отвезти пострадавшего в травмпункт. Самостоятельно вправлять вывих нельзя, так как это только усилит боль и усугубит травму.

**Первая помощь** сводится к тугому бинтованию путём наложения давящей повязки, компресса (холодного) и созданию покоя конечности.

**Ушибы** – это повреждение тканей и органов без нарушения целостности кожи и костей. Степень повреждения зависит от силы удара, площади поврежденной поверхности и части тела, её значимости для организма. К основным признакам ушибов относятся боль, припухлость и кровоподтёки на месте соприкосновения с ранящим объектом.

**Первая помощь** – ушибленной конечности создаётся полный покой, придаётся возвышенное положение, на место ушиба накладывается тугая давящая повязка, можно положить холодный компресс или пузырь со льдом, для уменьшения боли назначаются обезболивающие средства. Ушибы суставов характеризуются резкой болезненностью, припухлостью, движение в поврежденном суставе ограничено. Накладывается тугая давящая повязка, и пострадавший должен быть направлен в лечебное учреждение для исключения более серьёзного повреждения.

### **Задание к практической работе**

**Ответить письменно на следующие вопросы:**

- 1 Основные правила и техника наложения бинтовых повязок.
- 2 Виды кровотечений.
- 3 Временная остановка наружного кровотечения.
- 4 Особенности оказания первой помощи при переломах.
- 5 Обеспечение неподвижности костей конечностей при переломах с помощью подручных средств.
- 6 Первая помощь при ожогах.
- 7 Правила транспортировки, пораженных в чрезвычайных

ситуациях природного и техногенного характера.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ



### ***Рекомендуемая литература***

1. Мархоцкий, Я.Л. Основы защиты населения в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие / Я.Л. Мархоцкий. - Минск: Выш. шк., 2007 - 206 с.

2. Дорожко, С.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность: пособие. В 3 ч. Ч. 1. Чрезвычайные ситуации и их предупреждение / С.В. Дорожко, И.В. Ролевич, В.Т. Пустовит. - Минск: Дикта, 2010. - 292 с.

3. Дорожко, С.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность: пособие. В 3 ч. Ч. 2. Система выживания населения и защита территорий в чрезвычайных ситуациях / С.В. Дорожко, И.В. Ролевич, В.Т. Пустовит. - Минск: Дикта, 2010. - 388 с.

4. Первая медицинская помощь: учеб.-метод. пособие / П.Л. Миронов [и др.]. - Минск, 2006. - 194 с.

### **Дополнительная литература**

5. Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. проф. Э.А. Арустамова. – М.: Изд. дом «Дашков и К», 2000. – 678 с.

6. Богданов, А.Г. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях: учебник для вузов / А.Г. Богданов [и др.]. – Мн.: Университетское, 1997. – 278 с.

7. Машкович, В.П. Основы радиационной безопасности: учебное пособие для вузов / В.П. Машкович, А.М. Панченко. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 153 с.

8. Храмченкова, О.М. Основы радиационной безопасности: учебное пособие / О.М. Храмченкова, В.В. Валетов, В.Е. Шевчук. – Мозырь: Белый ветер, 1999. – 72 с.

9. Атаманюк, В.Г. Гражданская оборона: учебник для вузов / В.Г. Атаманюк, Л.Г. Ширшев, Н.И. Акимов. – М.: Высшая школа, 1986. – 384 с.

Учебное издание

ДВОРНИК Александр Михайлович  
АВЕРИН Виктор Сергеевич  
ГУЛАКОВ Андрей Владимирович

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**  
**Раздел 1. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций**

Практическое руководство  
для студентов специальности 1-31 01 01 - 02 Биология (научно-  
педагогическая деятельность)

**В авторской редакции**

Подписано в печать .2016 г. (\*\*). Формат 60x84 1/16. Бумага  
писчая №1. Гарнитура «Таймс». Усл.печ.л.\_\_\_\_. Уч.–изд.л. \_\_\_\_.  
Тираж 100 экз.

Опечатано с оригинал–макета на ризографе  
учреждения образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»  
246019, г.Гомель, ул. Советская, 104