

В.Н. ПРЯХИН, М.А. КАРАПЕТЯН

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО И
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

М О Н О Г Р А Ф И Я

Москва

2021

УДК373:614
ББК68.9я72
П68

Рецензенты:

профессор кафедры «Технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства» доктор технических наук, профессор ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева **В.А. Евграфов**

кандидат технических наук, доцент, «Национальный Политехнический Университет Армении» **С.С. Чибухчян**

Пряхин В.Н., Карапетян М.А.

П 68 Обеспечение экологической и техногенной безопасности в условиях промышленного и сельскохозяйственного производства: монография / В.Н. Пряхин, М.А. Карапетян. – М.: ООО «Мегаполис», 2021.- 244с.

В монографии представлены методы, принципы и средства обеспечения безопасности функционирования систем управления техническими средствами и эколого-технологическими процессами производства. Исследованы вопросы прогнозирования и моделирования условий возникновения чрезвычайных ситуаций в природообустройстве. Приведено правовое обеспечение экологической безопасности и устойчивой работы промышленных и сельскохозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.

Данная монография предназначена для научных работников, специалистов и всех интересующихся проблемой решения экологических задач.

© Пряхин В.Н.
Карапетян М.А.
© ООО «Мегаполис»2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
Глава 1. Экологическая безопасность и охрана окружающей среды	10
1.1. Влияние урбанизированной среды на здоровье человека	11
1.2. Гигиена и здоровье человека	13
1.3. Проблемы, связанные с антропогенным воздействием на биосферу.....	14
1.4. Представления о ноосфере (по В.И. Вернадскому)	16
Глава 2. Аксиома о потенциальной опасности	17
2.1. Потенциальная опасность	18
2.2. Психофизиологическая деятельность человека	19
2.3. Ёмкость и устойчивость экосистем	20
2.4. Экологический кризис	22
Глава 3. Биологические повреждения как эколого-технологическая проблема	24
3.1. Предмет и понятие	24
3.2. Причины возникновения и двойственная природа биоповреждений. Эколого-технологическая концепция	29
3.3. Экологические аналоги биоповреждений и их использование в поисках средств защиты	34
3.4. Основные закономерности в возникновении и защите от биоповреждений.....	38
3.5. Принцип мозаичности	40
3.6. Эколого-географические и популяционно-биоценотические факторы в возникновении и развитии биоповреждающего процесса....	43
3.7. Участники и партнёры	46
Глава 4. Микроорганизменные биоповреждения (древесина и целлюлозосодержащие материалы).....	47
4.1. Эколого-технологическая концепция биоповреждений	48

4.2. Грибы - основные агенты повреждений древесины и целлюлозосодержащих материалов	51
4.3. Механизм действия биоцидов	56
4.4. Особенности повреждения древесины и способы её защиты	59
4.4.1. Деревоокрашивающие грибы.....	64
4.4.2. Возбудители мягкой клины.....	66
4.4.3. Возбудители деструктивной бурой гнили.....	67
4.4.4. Возбудители белой гнили	69
4.5. Средства защиты древесины от биоповреждений	75
4.6. Повреждение бумаги, книг, текстильных волокон и материалов.....	79
Глава 5. Биоповреждения, вызванные птицами	85
5.1. Птицы; общая характеристика	85
5.1.1. Систематический статус повреждающих групп	92
5.1.2. Повреждаемые птицами объекты	96
5.1.3. Основные направления в защите от биоповреждений, вызванных птицами	102
Глава 6. Вредные вещества и их классификация	110
6.1. Стратегические методы защиты человека от опасностей	111
6.2. Нормирование опасных и вредных факторов	113
6.3. Взаимодействие организма и среды.....	115
6.4. Организм, как дискретная самовоспроизводящаяся открытая система	117
Глава 7. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду.....	118
7.1. Специфика действия антропогенных факторов на организмы	118
7.2. Окружающая человека среда и её компоненты	119
7.3. Задачи и методы социальной и прикладной экологии	121
7.4. Понятие о природно - технической системе	122
Глава 8. Классификация факторов риска	122
8.1. Выносливость, устойчивость, гомеостаз	124

8.2. Физиологическая регуляция	125
8.3. Гомеостаз и принципы регуляции жизненных функций	127
8.4. Возможности адаптации организмов к изменениям условий среды	127
Глава 9. Управление безопасностью жизнедеятельности	129
9.1. Цели и задачи рационального управления природными ресурсами	129
9.2. Восстановление природных ресурсов	130
9.3. Стратегия управления безопасностью жизнедеятельности	132
9.4. Требования к окружающей среде с позиций безопасности деятельности человека	133
Глава 10. Принципы обеспечения безопасности взаимодействия человека с окружающей средой	135
10.1. Исходные понятия экологической безопасности	135
10.2. Безопасность жизнедеятельности в бытовых условиях	137
10.3. Развитие экосистем: сукцессия	139
10.4. Фундаментальные свойства живых систем	140
Глава 11. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	141
11.1. Безопасность в условиях техногенных ЧС и аварий	143
11.2. Принципы обеспечения экологической безопасности	146
Глава 12. Прогнозирование и моделирование условий возникновения опасных ситуаций	148
12.1. Зоны действия негативных факторов	151
12.2. Экологическая ситуация и здоровье человека	152
12.3. Уровни биологической организации	153
12.4. Формирование облика биосферы в процессе жизнедеятельности организмов	154
Глава 13. Экологические факторы технологических процессов	156
13.1. Безотходное производство	157
13.2. Экологическая экспертиза техники, технологий, материалов.	159

13.3. Взаимодействие экологических факторов	161
13.4. Типы взаимоотношений между организмами	162
Глава 14. Охрана окружающей среды	165
14.1. Правовое обеспечение экологической безопасности	166
14.2. Использование достижений НТП при обеспечении безопасности технологических процессов	169
14.3. Динамические характеристики популяции	170
14.4. Использование вещества и энергии в экосистемах	172
Глава 15. Обеспечение безопасности технических средств и технологических процессов	173
15.1. Защита от токсичных выбросов	174
15.2. Надёжность человека	176
15.3. Разнообразие организмов и источники энергии для них	178
15.4. Энергетический баланс биосферы	179
Глава 16. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в ЧС.....	180
16.1. Поведение человека в аварийных ситуациях	182
16.2. Особенности и специфика при организации экстренной медицинской помощи в условиях ЧС	183
Глава 17. Нормативно-технические и организационные основы БЖД	185
Глава 18. Перспективы защиты от биоповреждений	187
Глава 19. Безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств	192
19.1. Риски в СЧМ	193
19.2. Новые экологически чистые (безопасные) производства	194
19.3. Новые принципы снижения акустического загрязнения окружающей среды	195
Глава 20. Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение БЖД.....	196
20.1. Содержание и основные этапы работ по оценке риска	199
20.2. Экономические основы рационального использования	

природных ресурсов и охраны окружающей среды	201
Глава 21. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности	203
21.1. Международное сотрудничество в области охраны природной среды	205
21.2. Международное сотрудничество в области экологической безопасности	208
Глава 22. Цивилизация и катастрофы в современном мире.....	209
22.1. Основные понятия и определения медицины катастроф.....	211
22.2. Классификация катастроф.....	213
22.3. Нормативные документы по вопросам ЧС и МК в Российской Федерации.....	215
Глава 23. Здоровый образ жизни как фактор БЖД.....	217
23.1. Причины низкого уровня здоровья населения.....	218
23.2. Составляющие компоненты здорового образа жизни.....	221
23.3. Основные факторы здоровья и риска.....	223
23.4. Среда жизнедеятельности человека.....	224
23.5. Здоровый образ жизни — необходимое условие БЖД.....	226
Глава 24. Организационно-правовые аспекты безопасности.....	229
24.1. Правовые и нормативно-технические основы.....	230
24.2. Организационные основы управления.....	232
24.3. Экспертиза и контроль экологичности и безопасности	233
Заключение	236
Литература	239

ВВЕДЕНИЕ

Для успешного осуществления своих намерений и принципов в области экологической эффективности природообустройства все органы управления, начиная от государства и кончая хозяйствующим субъектом и просто гражданином, должны руководствоваться безусловным выполнением своей экологической политики.

При этом экологическая политика должна:

- соответствовать характеру и масштабу деятельности организации, учитывать вид продукции или услуг и соответствовать воздействиям на окружающую среду (ОС);
- включать обязательства в отношении соответствия природоохранному законодательству и регламентам;
- включать обязательства в отношении постоянного улучшения ОС и предотвращать её загрязнение;
- предусматривать основу для установления целевых и плановых экологических показателей и их анализа;
- документально оформляться, внедряться, поддерживаться руководством и доводиться до сведения всех сотрудников, а также быть доступной для общественности.

В период перехода к рыночной экономике РФ переживает всеобъемлющий политический, экономический и экологический кризис. Поэтому важнейшей задачей сегодняшнего дня является создание экологически справедливого рынка.

Анализ состояния окружающей природной среды (ОПС) показывает, что всё же можно приостановить нарастание экологической дестабилизации путём решения следующих проблем:

- обеспечение экологической безопасности страны;
- ликвидация экологического беспорядка в регионах РФ;
- экологическое воспитание населения;
- борьба с радиоактивным загрязнением территорий РФ;

- опасность потерь и расхищения природных ресурсов при переходе к рыночной экономике;
- решение межгосударственных экологических проблем;
- разработка государственной программы «Экология и здоровье человека»;
- государственная поддержка общественного экологического движения;
- совершенствование государственного управления в области охраны ОПС и природопользования.

При этом кардинальное изменение экономического подхода человечества к потреблению им природных ресурсов возможно лишь при изменении основы экономической теории и практики, а именно: прибавочная стоимость должна определяться разницей между работой по использованию природного ресурса и работой по восстановлению или эквивалентной замене изъятого ресурса.

Таким образом, доминирование экологической целесообразности над экономическими (в большинстве своём сиюминутными) выгодами является необходимым условием гармонии человека и природы, стратегическим направлением развития цивилизации на планете.

Глава 1.

Экологическая безопасность и охрана окружающей среды

Понятие «охрана окружающей среды» представляет собой систему мер, которые направлены на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и ОПС, обеспечивает сохранение и восстановление природных богатств, предупреждает, прямое и косвенное влияние результатов деятельности человека и общества на природу и здоровье. Здоровье на 17.. .20% определяется качеством окружающей среды.

На базе принципов обеспечения безопасности взаимодействия человека с ОПС охрана окружающей среды осуществляется несколькими способами:

- правовым;
- естественно-научным;
- экономическим;
- санитарно-гигиеническим;
- организационно-управленческим;
- культурно-воспитательным.

Правовой способ предполагает определение субъектов охраны ОПС; установление запретительных, дозволильных, обязывающих, компенсирующих, уполномочивающих и иных норм, регулирующих экологические отношения; определение мер и средств осуществления государственного контроля; установление мер юридической ответственности за экологические правонарушения и возмещение причинённого ущерба.

Экологическая функция - одна из функций, выполняемых государством как политической организацией общества; её главное назначение - обеспечение научно-обоснованного соотношения экологических и экономических интересов общества, созданием необходимых гарантий для реализации и защиты нрав человека на чистую, здоровую и благоприятную для жизни человека ОПС.

В Указе Президента РФ от 4 февраля 1994г. «О государственной стра-

тегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» обозначены следующие направления по реализации государственной экологической стратегии РФ:

- 1) обеспечение экологической безопасности;
- 2) охрана среды обитания;
- 3) оздоровление или восстановление нарушенных экосистем в экологически неблагоприятных районах;
- 4) участие в решении международных и глобальных экологических проблем.

Цель экологического законодательства состоит в обеспечении ОПС в условиях хозяйственного развития общества средствами правового регулирования, что достигается путём разработки, принятия и применения норм права, которые отражают требования экологических закономерностей во взаимодействии общества и природы, закрепляющих научно-обоснованные нормативы хозяйственного воздействия на естественную среду обитания.

1.1. Влияние урбанизированной среды на здоровье человека

Среди факторов социальной среды, влияющих на здоровье человека, различают факторы, приносящие короткоживущие изменения в организме, по которым можно судить о разных средах (дом, производство, транспорт) и долгоживущие в данной конкретной городской среде (некоторые адаптации акклиматизационного плана и др.)

Влияние городской (урбанизированной) среды достаточно ярко подчёркивается определёнными тенденциями современного состояния здоровья человека.

С медико-биологических позиций наибольшее влияние экологические факторы городской среды оказывают на следующие тенденции:

- 1) процесс акселерации;

- 2) нарушение биоритмов;
- 3) аллергизация населения;
- 4) рост онкологической заболеваемости и смертности;
- 5) рост доли лиц с избыточным весом;
- 6) отставание физиологического возраста от календарного;
- 7) «омоложение» многих форм патологии и др.

Современное состояние человека как биологического вида характеризуется ещё целым рядом медико-биологических тенденций, связанных с изменениями в городской среде:

- рост близорукости и кариеса зубов у школьников;
- возрастание удельного веса хронических заболеваний;
- появление ранее неизвестных болезней - производных научно-технического прогресса (радиационная, авиационная, автомобильная, лекарственная, многие профессиональные заболевания и т.д.)

В большинстве своём эти болезни есть результат воздействия антропогенно-экологических факторов.

Инфекционные болезни также не искоренены в городах. Количество людей, поражённых малярией, гепатитом и многими другими болезнями, исчисляется огромными цифрами.

При этом многие медики считают, что следует говорить не о «победе», а лишь о временном успехе в борьбе с этими болезнями. Объясняется это тем, что слишком коротка история борьбы с ними, а непредсказуемость изменений в городской среде может свести на нет эти успехи.

По этой причине «возраст» инфекционных агентов фиксируется среди вирусов, а многие вирусы «отрываются» от природной основы и переходят в новую стадию, способную жить в среде обитания человека, - становятся возбудителями гриппа, вирусной формы рака и др. болезней (возможно, такой формой является вирус ВИЧ).

А биологические тенденции, под которыми понимаются такие черты образа жизни человека, как гиподинамия, курение, наркомания и др., тоже

являются причиной многих заболеваний-ожирение, рак, кардиологические болезни и др. К этому ряду относится и стерилизация среды - фронтальная борьба с вирусно-микробным окружением, когда вместе с вредными уничтожаются и полезные формы живого окружения человека.

Таким образом, сохранение здоровья или возникновение болезни - это результат сложных взаимодействий внутренних биосистем организма человека и внешних факторов окружающей среды.

1.2. Гигиена и здоровье человека

Гигиена - наука о здоровом образе жизни человека со своими специфическими задачами. Она изучает влияние разнообразных факторов среды на здоровье человека, его работоспособность и продолжительность жизни.

К ним относятся:

- природные факторы;
- бытовые условия;

общественно-производственные отношения.

В основные задачи гигиены входит:

- 1) разработка научных основ санитарного надзора;
- 2) обоснование санитарных мероприятий по оздоровлению населённых пунктов и мест отдыха;
- 3) охрана здоровья детей и подростков;
- 4) разработка санитарного законодательства.
- 5) санитарная экспертиза качества пищевых продуктов и предметов бытового обихода.

Задачи охраны ОПС и рационального природопользования значительно шире задач гигиенической науки, но служат они одной цели-улучшению среды обитания человека, а следовательно, его здоровья и благополучия.

Важнейшая задача гигиены как науки - разработка гигиенических нормативов для воздуха населённых мест и промышленных предприятий,

воды, продуктов питания и материалов для одежды и обуви человека с целью сохранения его здоровья и предупреждения заболеваний.

Главным стратегическим направлением в научно-практической деятельности гигиенистов является научное обоснование того экологического оптимума, которому должна соответствовать среда обитания человека.

Это оптимум должен обеспечить человеку нормальное развитие, хорошее здоровье, высокую трудоспособность и долголетие.

1.3. Проблемы, связанные с антропогенным воздействием на биосферу

Около миллиона лет назад появился особый вид млекопитающего, который в процессе своего развития должен был стать *homo sapiens*. Человек во многих отношениях похож на представителей животного мира.

На протяжении тысячелетий он занимал в биосфере нишу, подобную той, которую занимает любое другое млекопитающее. Однако развитие его мозга и интеллекта позволило ему овладеть огнём, создать орудия труда, начать заниматься сельским хозяйством, различными ремёслами.

Постепенно человек стал нарушать континентальные экосистемы, изменять ландшафты, становиться хозяином на Земле. Колоссальные успехи в науке и технике привели к увеличению антропогенного воздействия на биосферу.

Человек использует биосферу:

- чтобы дышать и питаться;
- чтобы выбрасывать в неё многотонные отходы промышленности.

Антропогенное воздействие происходит на все составляющие оболочки биосферы:

- литосферу (почвы и недра);
- гидросферу (воды подземные и особенно поверхностные);
- атмосферу (воздух, начиная с приземного слоя и кончая верхней

границей атмосферы).

Особенно усилилось это воздействие при демографическом взрыве во второй половине XX в., когда увеличилось потребление ресурсов биосферы, сопровождавшееся значительным загрязнением почв всех видов, вод (также всех видов) и воздуха. Причём эта «порча» биосферы продолжается и в настоящее время.

При этом, загрязняя почвы, воды и воздух, человечество создало себе множество проблем.

Первая проблема - постоянное загрязнение атмосферы промышленными выбросами. Это приводит к выпадению кислотных дождей, в результате чего снижается урожайность сельскохозяйственных культур и гибнет растительность.

Вторая проблема-интенсивное загрязнение атмосферного воздуха промышленными выбросами и выхлопными газами всех транспортных средств (автомобили, самолёты, ракеты, морские и речные суда с дизельными двигателями, железнодорожные локомотивы). Это приводит к резкому увеличению онкологических, сердечно-сосудистых и бронхолёгочных заболеваний.

Третья проблема - быстрое накопление углекислого газа в атмосфере, причём в огромных объёмах. Это привело к парниковому эффекту с последующим потеплением климата. В результате во многих районах Земли активно идёт процесс опустынивания земель, приводящий к сокращению площадей сельскохозяйственных угодий.

Четвёртая проблема - повреждение озонового слоя, защищающего всё живое на Земле от губительной солнечной радиации, с образованием «озоновых дыр». Это происходит по разным причинам.

Главная причина - применение в производстве и быту в качестве хладагентов фреонов (хлорфторуглеродов) в холодильниках, кондиционерах, рефрижераторах, а также пенообразователей и распылителей (аэрозольные упаковки).

Фреоны, поднимаясь в верхние слои атмосферы, подвергаются фотохи-

мическому разложению с образованием окиси хлора, интенсивно разрушающей озон.

1.4. Представления о ноосфере (по В.И. Вернадскому)

Основателем современного учения о ноосфере является В.И. Вернадский (1863-1945), который внёс новое содержание в это понятие, указав, что ноосфера-такое же материальное образование, как и биосфера, закономерный и неизбежный этап развития самой биосферы, этап разумного регулирования взаимоотношений человека и природы.

Человек может и должен перестраивать своим «рудом и интеллектом «область своей жизни», но при этом обязан сохранять те условия биосферы, которые обеспечивают ему жизнь. Будучи естественным порождением разума человека, ноосфера в своём развитии должна основываться на вышнем проявлении интеллекта научном познании.

Ноосфера - это сфера разума, высшая стадия развития биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором её развития.

Первопричиной динамики биосферы является поток поступающей на Землю солнечной энергии. Проходя через атмосферу и попутно взаимодействуя с ней, он определяет совокупность климатических процессов.

Конкретные состояния последних в каждом месте, в каждый момент времени называют погодой. Именно постоянные изменения погодных условий служат главной причиной разнообразных колебательных изменений в природе биосферы.

Как известно, атмосфера нагревается неравномерно, что, в свою очередь, заставляет воздух постоянно перемешиваться, - при этом неоднородность земной поверхности весьма осложняет указанное перемешивание.

Воздушные потоки в жизни биосферы играют большую роль. Благодаря им поставляются сотни миллиардов тонн воды из океанов, которые далее

увлажняют сушу. Они же приносят почти весь необходимый для жизненных процессов йод.

Однако, в результате воздействия многих факторов траектории воздушных потоков периодически отклоняются от средних положений. Из-за этого в различных местах Земли наступают заморозки или оттепели, засуха или дожди, стихийные бедствия или, напротив, периоды устойчивости природных факторов.

Глава 2

Аксиома о потенциальной опасности

Одним из главных понятий безопасности жизнедеятельности (БЖД) является аксиома о потенциальной опасности.

Действие этой аксиомы распространяется на систему «человек - среда обитания». Под средой обитания следует понимать среду как естественного, так и антропогенного происхождения.

Аксиома предопределяет, что все действия человека и все компоненты среды обитания (прежде всего технические средства и технологии), кроме позитивных свойств и результатов, обладают способностью генерировать травмирующие и вредные факторы. При этом любое новое позитивное действие или результат неизбежно сопровождается возникновением новых негативных факторов.

Аксиома о потенциальной опасности предусматривает количественную оценку негативного воздействия, которое оценивается риском нанесения того или иного ущерба здоровью и жизни. Риск определяется как отношение тех или иных нежелательных последствий в единицу времени к возможному числу событий.

В мировой практике находит признание концепция приемлемого риска, т.е. риска, при котором защитные мероприятия позволяют поддерживать достигнутый уровень безопасности. Степень риска оценивается в мировой

практике для различных видов деятельности вероятностью смертельных случаев.

2.1. Потенциальная опасность

Потенциальная опасность заключается в скрытом, неявном характере проявления опасностей. Например, мы не ощущаем до определённого момента увеличение концентрации углекислого газа в воздухе. В норме атмосферный воздух должен содержать не более 0,05% углекислого газа. Постоянно в закрытом или плохо проветриваемом помещении, в котором находится достаточно большое количество людей (например, в конструкторском бюро), концентрация углекислого газа увеличивается. Он не имеет цвета, запаха, и нарастание его концентрации проявляется усталостью, вялостью, снижением работоспособности.

Однако, в целом организм человека, систематически пребывающего в таких условиях, отреагирует сложными физиологическими процессами:

- изменением частоты, глубины и ритма дыхания (одышкой);
- увеличением частоты сердечных сокращений;
- изменением артериального давления.

Потенциальная опасность как явление является возможностью воздействия на человека неблагоприятных или несовместимых с жизнью факторов.

Такое состояние называется гипоксией, или кислородным голоданием, и может повлечь за собой снижение внимания, что в определённых областях деятельности может привести к травматизму и т.д.

2.2. Психофизиологическая деятельность человека

Психофизиологическая деятельность человека состоит из физических нагрузок, которые могут быть статическими и динамическими, а также нервно-психических нагрузок в виде умственного напряжения, напряжения анализаторов, разнообразности труда и эмоциональных нагрузок.

Таким образом, человек в своей жизни занимается физическим и умственным трудом.

Физический труд характеризуется повышенной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат и его функциональные системы (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др. системы), обеспечивающие его деятельность. При этом происходит развитие мышечной системы, стимуляция обменных процессов и т.п.

Умственный труд объединяет работы, связанные с приёмом и переработкой информации. Такой род деятельности требует преимущественно напряжения сенсорного аппарата, внимания, памяти, активизации мышления и деятельности эмоциональной сферы.

Для данного вида характерна гипокинезия (малая подвижность), т.к. при умственном труде нет необходимости выполнять физические нагрузки.

При этом происходит формирование различных патологических состояний в различных органах и системах в связи с застойными явлениями в сердечно-сосудистой системе.

Длительная умственная нагрузка оказывает негативное влияние и на психическую деятельность, при этом ухудшаются функции внимания (снижается объём кратковременной и долговременной памяти, способность концентрироваться, переключать внимание и т.п.). Таким образом, снижается качество выполняемой работы.

Эффективность деятельности человека зависит от:

- условий труда;
- предметов и орудий труда;
- работоспособности организма;
- организации рабочего места;
- гигиенических факторов производственной среды.

Таким образом, работоспособность зависит от психофизических возможностей человека (в том числе и степени образованности и

обученности) и характеризуется количеством и качеством работы, выполняемой за определённое время.

С психофизиологической точки зрения производственное обучение представляет собой процесс приспособления и соответствующего изменения физиологических функций организма человека для наиболее эффективного выполнения конкретной работы. В результате тренировки или обучения возрастают мышечная сила и выносливость, повышаются точность и скорость рабочих движений, быстрее восстанавливаются физиологические функции после окончания работы.

2.3. Ёмкость и устойчивость экосистем

Экологическая система- это система живых организмов и окружающих их неорганических тел, связанных между собой потоком энергии и круговоротом веществ.

Ёмкость экосистемы - количественная характеристика совокупности условий, ограничивающих рост численности живых организмов. Природные экосистемы могут включать сотни и тысячи видов - от микроокеанических бактерий до огромных деревьев и многотонных животных.

Усложнение экосистем, как показывают наблюдения, не отражается негативно на их устойчивости. Существует ряд правил и принципов, которые помогают глубокому пониманию причин устойчивости природных систем различной сложности.

Правило внутренней непротиворечивости: в естественных экосистемах деятельность входящих в них видов направлена на поддержание этих экосистем как среды собственного обитания. Виды в естественной природе не могут разрушать среду своего обитания, т.к. это вело бы к их самоуничтожению.

Напротив, деятельность растений и животных направлена на создание (поддержание) среды, пригодной не только для их жизни, но и потомства. В этом и состоит суть устойчивости экосистем.

Экологическое равновесие природных экосистем объясняет закон экологической корреляции: в экосистеме, как и в любом другом целостном природно-системном образовании, особенно в биотическом сообществе, все входящие в него виды живого и абиотические компоненты функционально соответствуют друг другу.

Выпадение одной части экосистемы (например, уничтожение какого-либо вида) неминуемо ведёт к исключению всех тесно связанных с этой частью экосистемы других её частей.

Высокое видовое разнообразие живых существ в природе является основным фактором устойчивости экосистем. При этом в экосистемах уживаются только те виды, которые дополняют друг друга в использовании ресурсов среды обитания, т.е. делят между собой экологические ниши. Взаимная дополнительность весьма характерна, например, для многих микроорганизмов-редуцентов: одни из них «специализируются» на разрушении клетчатки мёртвых растений, другие - белков, третьи - сахаров и т.д.

Взаимная дополнительность видов, одни из которых созидают, а другие разрушают органическое вещество, - основа биологических круговоротов.

Хотя полностью похожих друг на друга видов не существует, многие из них имеют сходные экологические требования и функции, способы перекрываться. Такие виды обычно заменяют друг друга в близких природных сообществах (например, разные виды пихты и елей в тёмнохвойных таёжных лесах).

Как следствие в случае частичного перекрывания экологических ниш многих видов выпадение или снижение активности одного из них не опасно для экосистем в целом, т.к. его функцию готовы взять на себя оставшиеся. Например, разложение целлюлозы как компонента растительных тканей

могут осуществлять специализированные бактерии, различные виды грибов, личинки насекомых, дождевые черви и т.д.

Разнообразие видов живых организмов является главным фактором устойчивости экосистемы.

2.4. Экологический кризис

Совокупность всех экологических проблем на Земле приводит к выводу, что наступил глобальный экологический кризис, который поставил человечество перед выбором дальнейшего пути развития: быть ли ему по-прежнему ориентированным на безграничный рост производства или этот рост должен быть согласован с реальными возможностями ОПС и человеческого организма, соразмерен не только с ближайшими, но и с отдалёнными целями развития.

Это нашло отражение в проведении крупнейшего мероприятия по экологическим вопросам - Конференции ООН по окружающей среде и развитию (ЮНИСЕД), состоявшейся в июне 1992г. В Рио-де-Жанейро.

На конференции были приняты следующие основные документы:

- 1) повестка дня XXI в.;
- 2) программа действия ООН;
- 3) декларация по окружающей среде и развитию;
- 4) заявление о принципах в отношении лесов;
- 5) рыночная конвенция об изменении климата под влиянием газов, вызывающих парниковый эффект;
- б) конвенция о сохранении биологического разнообразия.

В центре внимания этой конференции оказалась концепция «устойчивого развития» - такая модель развития, которая бы отвечала потребностям ныне живущих людей, не лишая в то же время будущие поколения возможности удовлетворять свои потребности.

Перечисленные документы охватывают различные аспекты устойчивого развития всех стран мира в целом. Принятый на конференции документ, получивший название «Повестка дня XXI в.», является по сути всемирной программой действий по решению задач экономического развития с учётом экологических факторов наследующее столетие.

Форум в Рио-де-Жанейро учредил для проведения текущей работы по «Повестке дня XXI в.» Комиссию ООН по устойчивому развитию (ЮНКУР).

С учётом указанных проблем необходима переориентация структур производства и потребления во всех странах мира так, чтобы они соответствовали новым глобальным требованиям - устойчивости и экологической безопасности. Этого можно достичь усилиями всего человечества, но начинать движение к данной цели каждая страна должна самостоятельно с учётом тех нарушений природы, которые произошли на её территории, экономических возможностей, социальных и демографических условий.

Особенно важна эта проблема для России, т.к. именно здесь пока сохранилась огромная территория, способная стать местом возобновления естественных экосистем, обеспечивающих устойчивость ОПС.

При этом несомненно, что экологические проблемы России носят глобальный характер и затрагивают интересы всего мира. Например, в последние годы в результате массовых вырубок и пожаров на больших площадях под угрозой оказались сибирские и дальневосточные леса, играющие важную роль в поддержании стабильности глобального климата и др. составляющих биосферы.

Глава 3.

Биологические повреждения как эколого-технологическая проблема

Биоповреждения - реакция окружающей среды на то новое, что вносит в нее человек. Создаваемые человеком материалы и изделия вовлекаются в естественные процессы, протекающие в биосфере, включаются в естественные биоценозы. Во всех ситуациях, связанных с биоповреждениями, взаимодействуют, с одной стороны, организмы и окружающая среда, с другой - творения человеческих рук. Изучая взаимодействие этих компонентов прежде всего с точки зрения их хозяйственной деятельности и существования человека, проблема биоповреждений основывается на комплексных эколого-технологических подходах.

Комплексные подходы учитывают взаимодействие живых организмов - биоповреждающих агентов - между собой, особенно в тех случаях, когда они принадлежат к разным систематическим группам, видам и популяциям или экологически далеки друг от друга. Особое значение имеют связи биоповреждающих организмов с ландшафтно-географическими и зональными факторами. Характер биоповреждающего действия, эффективность применяемых средств защиты зависят от того, в какой среде протекает процесс.

Эколого-технологические подходы предусматривают прогнозирование биоповреждающего действия, позволяющее эффективно защищаться от него, например, путем внесения в структуру создаваемых полимеров элементов с биоцидными свойствами, пропитки древесины и изделий.

3.1. Предмет и понятия

Задачи по проблеме биоповреждений, поставленные перед учеными практикой народного хозяйства сегодня, и главным образом те из них,

которые поставит завтрашний день, требуют конкретизации предмета исследований, сферы интересов, основных понятий, которыми необходимо оперировать при рассмотрении специальных вопросов. Сделать это непросто не только потому, что официальная история проблемы слишком непродолжительна и, видимо, недостаточна для того, чтобы говорить о традиционно сложившихся понятиях, но еще и потому, что проблема и на сегодняшний день все еще складывается из большого числа частных задач, отражающих интересы многих заинтересованных участников, каждый из которых имеет свои подходы, цели и свою терминологию. Объединение их едиными терминами и понятиями очерчивает проблему в целом, устанавливает ее границы, намечает взаимоотношения с заинтересованными партнерами.

Термин «биоповреждения» применительно к проблеме возник одновременно с ее официальным оформлением и созданием Научного совета АН СССР, возглавившего исследовательские работы в этом направлении. Он соответствовал английскому слову *Biodeterioration*, которое появилось для обозначения международных координирующих организаций, например *The Biodeterioration Society*- Международное общество по биоповреждениям.

Первоначально оба термина использовались для обозначения отрицательного влияния организмов на функциональные и структурные характеристики материалов и изделий или технического сырья. В последующие годы эта формулировка неоднократно трансформировалась, сужалась и расширялась в соответствии с пожеланиями специалистов, представляющих различных отрасли хозяйства и разные науки. В частности, на определенном этапе в это понятие стали включать и полезную деятельность организмов, направленную на разрушение и утилизацию отживших материалов и изделий. Особенно отчетливо эта тенденция стала выявляться после III Международного симпозиума по биоповреждениям, состоявшегося в 1975 г. в Кингстоне (США) с участием советских ученых.

Неоднократно высказывались мнения о включении в сферу внимания проблемы ущерба, наносимого со стороны организмов урожаю сельскохозяйственных и садовых культур, пищевым продуктам и т. д. В ряде публикаций и сводок, в особенности относящихся к 70-м годам, эти объекты рассматриваются наряду с традиционными, материаловедческими. В то же время этими вопросами давно занимаются другие отрасли хозяйства и области науки, поэтому расширение за их счет круга объектов, относящихся к проблеме биоповреждений, не является бесспорным.

Известный ученый Ван дер Керк (1971) дает следующее определение биоповреждениям: биоповреждение - это любое нежелательное изменение в свойствах материалов, вызванное жизнедеятельностью организмов. Советский учёный Г. И. Каравайко (1976) расширил это определение и предложил называть биоразрушение более широким термином - это любое желательное и нежелательное изменение в свойствах материалов, вызванное жизнедеятельностью организмов. Оба определения не охватывают всего многообразия объектов, повреждаемых организмами.

Учитывая это, будем относить термин «биоповреждения» к ситуациям, когда живые организмы своей деятельностью и присутствием вызывают изменения (нарушения) структурных и функциональных характеристик у объектов антропогенного происхождения или природных объектов, используемых в качестве сырья.

Не считая эту формулировку исчерпывающей, можно рассматривать ее как наиболее общую, охватывающую многообразие биоповреждающих явлений, а потому отражающих сферы интересов и предмет проблемы в целом. Естественно при этом учитывать дополнения, проистекающие из специфических задач каждого из направлений, развивающихся в рамках проблемы и имеющих дело со «своими» объектами, воздействующими на них организмами, применяемыми против них средствами защиты. В этом смысле специалист в области защиты морских судов от обрастаний даст свое определение биоповреждениям, а орнито-лог, отпугивающий птиц от

аэродромов,- свое, и оба они выскажутся по этому поводу иначе, чем энтомолог, имеющий дело с молями, кожеедами и термитами. Однако общим в определениях будет главный предмет их внимания - творение человеческих рук, повреждаемое организмами и потому нуждающееся в защите.

Вместе с тем каждый из специалистов, давая свое определение термина «биоповреждения», дополняющее и конкретизирующее главное, основное, самое общее, непременно выскажется в пользу того важного для него обстоятельства, что биоповреждения возникают в экологической среде и, следовательно, тесно связаны и зависят от многих сопутствующих природных явлений. Так, специалист по обрастаниям обратит внимание на специфические особенности водной среды, специалист по термитам - почвы, орнитолог - воздушной среды. И в каждом случае эти особенности найдут свое отражение в тех биоценотических контактах, которые непременно возникнут, установятся между объектом, повреждающими его организмами и окружающей средой. Эти контакты могут усилить или ослабить действие организмов на объект или даже полностью заблокировать его. Это обстоятельство не может не учитывать специалист в области защиты от биоповреждений.

Отсюда следует, что биоповреждения - это биоценотическое, ландшафтно-зональное и, в широком смысле, биосферное явление, основанное на взаимодействии экологических и антропогенно-технологических факторов, вызванное заполнением (загрязнением) биосферы результатами человеческой деятельности.

Возникая в результате взаимоотношения многих экологических и антропогенно-технологических факторов, биоповреждающие воздействия высокодинамичны и развиваются во времени и пространстве в виде сложного процесса, включающего различные этапы, отрезки замедления и ускорения, попятные движения и т. д. Этот сложный процесс называют биоповреждающим. Хотя конечным результатом его является изменение структурных, и функциональных свойств объекта, эти изменения в объекте

могут происходить и на промежуточных этапах, в одних случаях в большей, в других в меньшей степени. При этом необходимо учитывать и обратные связи, проявляющиеся в воздействии объекта на организм.

Таким образом, биоповреждающий процесс - не односторонне направленный процесс, он характеризуется активным взаимодействием организма и объекта. Биоповреждающий процесс двусторонне направлен, причем в определенные периоды, на определенных этапах преобладает одна или другая его направленность.

Биоповреждающая ситуация, возникающая вследствие одновременного присутствия всех необходимых компонентов и факторов как предпосылок для возникновения и протекания биоповреждающего процесса, представляет собой одно из наиболее важных понятий проблемы биоповреждений. Это понятие предполагает потенциальную возможность возникновения биоповреждений и поэтому важно в разработке терминологических схем, связанных с прогнозированием биоповреждений.

Важнейшими компонентами, присутствие которых создает биоповреждающую ситуацию, являются живые организмы, которые могут стать источником биоповреждающего воздействия на объект, защищенный или не защищенный специальными средствами. Хотя присутствие этих компонентов в пространственной сфере дистанционно доступно для их взаимодействия, определяет потенциальную возможность биоповреждающего воздействия и, следовательно, создает биоповреждающую ситуацию, но оно еще не запускает биоповреждающий процесс, возникновение которого связано с началом воздействия организма на повреждаемый организм.

Источником биоповреждений называется организм, атакующий материал, изделие, сооружение, природное сырье и вызывающий изменение его свойств в нежелательную для человека сторону. Такие организмы называют также агентами биоповреждений или повреждающими организмами.

Сооружения, изделия, материалы, сырье, повреждаемые организмами, теряют полезные свойства. Их называют объектами биоповреждений или биоповреждаемыми объектами.

В понятие объектов биоповреждений включаются средства защиты изначально в виде биоцидов, заложенных в них человеком или приданных объектам позднее, в момент, когда опасность биоповреждающего воздействия стала более реальной и потребовала действенных, а не только профилактических мер.

Таким образом, понятие источник (агент) биоповреждений относится к экологической категории, а биоповреждаемый объект и средства защиты - к антропогенно-технологическим. Все они имеют прямое отношение к пониманию причин возникновения биоповреждений как эколого-технологического явления.

3.2. Причины возникновения и двойственная природа биоповреждений. Эколого-технологическая концепция

В вопросе о причинах возникновения биоповреждений нет единой точки зрения. Существуют взгляды, отдающие предпочтение экологическому фактору как главному и ведущему. Согласно мнению других специалистов, решающим фактором является антропогенно-технологический, целиком зависящий от деятельности человека. В пользу тех и других говорят серьезные аргументы, позволяющие рассматривать биоповреждение то как экологическое явление, то как антропогенно-технологическое. Если рассматривать биоповреждения с позиций эколога, то в его распоряжении будут следующие аргументы. Биоповреждения всегда, так или иначе, прямо или косвенно связаны с окружающей средой, в одних случаях не затронутой человеком, в других - сильно им измененной и, наконец, в третьих - им созданной. Окружающая среда является фоном, на котором протекают биоповреждающие процессы, подверженные, кстати, ее постоянному влиянию. Вне среды биоповреждения не возникают и не существуют.

Биоповреждения имеют в окружающей среде свои аналоги - экологические прототипы, свидетельствующие о том, что сходные явления возникали и протекали в природе и до появления человека и, что особенно важно, имеют место сейчас, когда человек, непрерывно насыщая среду изделиями и материалами, создает условия для возникновения биоповреждений.

Так, одно из биоповреждений - обрастание судна водорослями, ракообразными и моллюсками - имеет в природе свои экологические прототипы в виде обросших этими же организмами плавающих предметов естественного происхождения, например упавших в воду деревьев и т. д. При этом реакция организмов на новый предмет, попавший в среду, в частности благодаря деятельности человека, подчас бывает такой же, как на экологически им хорошо знакомый.

Процессы биоповреждений не только испытывают влияния со стороны окружающей среды, но и в свою очередь влияют на нее, меняя все находящееся в ближайшем окружении. Сам по себе объект, созданный человеком и внесенный им в окружающую среду, является мощным экологическим фактором, который в одних случаях активно используется организмами, в других - действует на них отрицательно, в третьих - косвенно открывает для них новые возможности в отношении местообитаний и расселения.

Во всех этих случаях атакующий объект организм меняет свойства и добавляет новые, важные в экологическом отношении качества, одновременно выполняя роль своеобразного гида, вводящего этот объект в биоценотические цепи, существующие в природе или вновь возникающие под влиянием деятельности человека.

Тесные связи биоповреждающих процессов с окружающей средой проявляются в том, что объекты, будучи внесенными человеком в природу, включаются в естественные биоценозы чаще всего с помощью атакующих их организмов, которые связаны с другими членами биоценоза и тем самым предоставляют имеющиеся в их распоряжении, сложившиеся контакты вновь

рекрутированным членам, ими же «приведённым». В других случаях вокруг объекта и атакующего его организма складывается новый, искусственный биоценоз с новыми биоценотическими связями и взаимоотношениями, в этом случае решающим фактором будут экологическая «полезность» объекта, возможность его использования организмами в экологических целях, вовлечения объектов в естественные биоценозы, а также роль объектов в создании новых биоценозов и биоценотических связей. Таким образом, рассматривая биоповреждения с экологической точки зрения, мы видим, как серьезны и аргументированы позиции специалистов, отдающих предпочтение экологическому фактору в возникновении и развитии биоповреждающего процесса. Однако вполне ли исчерпывающими и до конца аргументированными являются взгляды экологов на природу биоповреждений? Ведь нельзя не учитывать того, что существование антропогенного фактора в виде человека и результатов его деятельности является необходимым условием биоповреждений как явления. Необходимо всегда помнить, что к проблеме биоповреждений имеет отношение только та его часть, которая уже добыта, складирована и в какой-то степени обработана, т.е. включена в производство. Тем более это относится к сырью, находящемуся в стадии перевозки с использованием любых транспортных средств. Если же оценивать роль антропогенного фактора в возникновении и развитии биоповреждающего процесса более конкретно, то человек фиксирует начало и конец воздействия живых организмов на объект, который он сам производит и вносит в природу, а затем по мере необходимости удаляет из нее. В то же время он может сдвинуть начало биоповреждающего процесса, используя для этой цели специальные защитные средства. Ограничив или сняв вообще действие защитных средств, человек в состоянии открыть дорогу биоповреждающему воздействию, сделав свой объект доступным для организмов.

Не менее важными и существенными для понимания роли антро-

погенного фактора в возникновении биоповреждений являются функции, регулирующие биоповреждающий процесс, меняющие его силу, ускоряющие или замедляющие его, вплоть до временной остановки.

Этими возможностями человек также располагает, имея в своем распоряжении все те же защитные (в этом случае назовем их регулирующие) средства. Существует еще одно направление, связанное антропогенными факторами и основанное на использовании биоповреждений в целях утилизации отработавших материалов и изделий. Эта важная задача также решается на основе регулирующих функций и зависит от умения человека управлять биоповреждающим процессом, регулировать и направлять его действие.

Таким образом, биоповреждение - это одновременно и экологическое, и антропогенно-технологическое явление. Именно это принципиально важное положение составляет основу эколого-технологической концепции биоповреждений (В. Д. Ильичев, 1978, 1979), основные положения которой сводятся к следующему. Биоповреждение возникает и существует в результате взаимоотношения двух начал; одного, связанного с экологическими факторами, и другого - с антропогенно-технологическими. Если мы исключим какое-либо из них, то тем самым, исказим реальную картину и наши представления не смогут претендовать на полноту и законченность, ибо при этом мы потеряем главное свойство биоповреждений.

Сложное взаимодействие экологических и технологических компонентов в динамике, ход и направление которой определяются этим взаимодействием, характеризует биоповреждение как явление. При этом человек и результаты его деятельности выступают в этом взаимодействии и как часть окружающей среды, тогда как сама среда, опосредуясь через важнейшие для биоповреждений экологические факторы, становится участником биоповреждающего процесса.

Человек в результате своей деятельности меняет окружающую среду, заполняя её изделиями своих рук и, невольно не желая того, провоцирует

биоповреждения. Активно включаясь в этот процесс, он в одних случаях регулирует его, в других - допускает его стихийное протекание, в третьих - лишь частично оказывает на него влияние, стремясь уменьшить наносимый организмами ущерб, сократить материальные потери.

Биоповреждение возникает на острие отношений человека с биосферой как конфликт, требующий своего разрешения прежде всего в интересах человека. С этой точки зрения причиной биоповреждающей реакции со стороны биосферы является заполнение среды объектами антропогенного происхождения, ее загрязнение и, как следствие, ответ в виде «самоочищения».

Экологические и антропогенно-технологические компоненты при этом настолько тесно взаимодействуют друг с другом, взаимопроникают друг в друга, что их невозможно рассматривать изолированно как альтернативную причину возникновения биоповреждений. Причиной является взаимодействие этих компонентов, и именно оно обеспечивает целостность наших представлений о биоповреждениях как сложном явлении, имеющем экологическую и одновременно антропогенную природу.

Учитывая двойственную природу биоповреждений, эколого-технологическая концепция акцентирует внимание на следующих важных явлениях, сопутствующих их возникновению и протеканию.

1. Состав повреждаемых объектов постоянно меняется так же, как и перечень повреждающих их видов. Одни из них становятся индифферентными по мере того, как исчезают объекты их нападения, тогда как другие, напротив, обнаружив новый, экологически полезный для них объект, активно нападают на него. Некоторые объекты меняют свои качества, становясь в одних случаях менее важными для биоповреждающих видов. В природе всегда имеется значительный резерв видов, потенциально готовых атаковать новые объекты, но их биоповреждающие свойства проявляются в зависимости от многих сопутствующих обстоятельств и, таким образом, потенциально биоповреждающих видов всегда оказывается больше, чем ре-

ально проявивших свои свойства в данный момент.

2. В силу ситуативных факторов в каждый данный момент биоповреждающие свойства проявляют лишь отдельные популяции вида, тогда как другие могут оставаться индифферентными. В другой ситуации картина может меняться, и тогда первые перейдут в разряд скрытых агентов биоповреждений, а вторые выступят в роли явных вредителей.

3. Важным условием проявления биоповреждающих свойств является окружающая среда во всем многообразии экологических факторов, начиная от природно-зональных и климатических и заканчивая проявлениями сезонных и суточных биоритмов организмов. Существенное место в ряду этих факторов занимает деятельность человека в освоении природы её загрязнение отходами, заполнение новыми материалами и изделиями. Загрязнение среды человеком, в значительной степени определяющее динамизм экологических факторов, стимулирует биоповреждающую деятельность отдельных организмов популяций и биоценозов, создавая сложную и подвижную мозаику проявления биоповреждающих свойств.

3.3. Экологические аналоги биоповреждений и их использование в поисках средств защиты

Присутствие всех компонентов биоповреждения создает биоповреждающую ситуацию как предпосылку. Если воздействие компонентов начинает осуществляться, то будет положено начало биоповреждающему процессу. Для начала взаимодействия организм и объект должны встретиться друг с другом. Это может произойти, если заинтересованный в этой встрече организм воспринимает объект, отслеживает его перемещение в пространстве и, наконец, выходит на контакт с ним. Но в других случаях организм не ищет встречи с объектом и контакт между ними устанавливается под действием посторонних сил, необязательно с информационно-сигнальным контролем. Так, семена березы заносятся ветром на каменную

стену и из них вырастают деревья, а птицы сталкиваются с самолетами, вызывая их повреждения.

Во всех случаях биоповреждающий процесс начинается только в случае непосредственного контакта организма с объектом, контакт этот достигается целенаправленно (со стороны одного из компонентов или обоих вместе), под действием управляющего ими мониторинга (или природных сил) или же случайно. Организм, будет активно «искать» объект в случае, если он в нем заинтересован. Он может проявлять к нему нейтральную реакцию, если объект не имеет для него никакого экологического или информационного значения.

Эта схема в значительной степени относится к животным, однако их вклад в биоповреждения значителен. Существенна способность животных воспринимать объекты на значительных расстояниях, вне непосредственного контакта, и затем уже активно сближаться с ними или избегать их. В этом случае вероятность возникновения и развития биоповреждающего процесса будет зависеть от установления дистанционной связи, односторонне направленной от объекта к животному. Эта связь установится в том случае, если органы чувств животного окажутся способными воспринимать объект. Если же такая связь не установится, то инициатива со стороны животного уже не окажет влияния на возникновение биоповреждающего процесса.

В то же время сам по себе факт восприятия организмом объекта еще не означает непереносимой биоповреждающей реакции с его стороны. Для этого животное должно быть заинтересовано в объекте как в знакомом, полезном ему ориентире, если объект ему таковой напоминает. Или, по крайней мере, животное должно проявить к незнакомому объекту исследовательский интерес. Нейтральная поведенческая реакция или тем более репеллентная реакция избегания и бегства не дадут возможности агенту и объекту сближаться, вступить во взаимоотношения и тем самым начать биоповреждающий процесс.

Таким образом, в возникновении значительной части биоповреждающих процессов, связанных с животными, важным фактором является способность последних воспринимать объекты и положительно, аттрактивно реагировать на них.

Принцип экологического подобия объекта и природных ориентиров указывает на то важное обстоятельство, что большинства создаваемых человеком материалов, изделий и сооружений становится объектом биоповреждающего воздействия в первую очередь в том случае, если они экологически Подобны (полностью или частично сходны, похожи) и напоминают природные ориентиры. При этом особое предпочтение оказывается тем из них, которые напоминают экологически важные, полезные для организма природные ориентиры. Если же эти полезные свойства при непосредственном контакте агента и объекта подтверждаются, то связи между ними приобретают характер постоянных и прочных и закрепляются в поведенческих реакциях. Если контакты организма с объектом осуществляются на основе исследовательской реакции или они вообще случайны, то дальнейшее поведение организма будет зависеть также от экологической полезности объекта, и в зависимости от этого материал или изделие будет подвергаться постоянным и усиленным атакам или же последние будут носить случайный характер.

Для большинства биоповреждений существуют свои природные аналоги, основанные на сходстве материала и изделия с природными, давно известными и используемыми различными организмами в своих жизненных целях. В отдельных случаях сходство ограничивается экологически несущественными параметрами, в других материалы или изделия оказываются сходными по экологически важным характеристикам и тогда они становятся объектом регулярного нападения и использования (т. е. биоповреждения) со стороны организма (организмов). При этом в экологическом освоении этого объекта организм использует те же адаптивные приемы, что и в отношении его экологического прототипа, к

которому он уже адаптирован. Наличие таких адаптаций как бы «преадаптирует» организм к объектам, позволяет их осваивать, пользуясь проторенными путями. Другое дело - новые для вида материалы и изделия, не имеющие аналогов и не знакомые организму, выходящие за пределы его адаптивной настройки. Здесь все будет зависеть от видовых характеристик организма, их способности перестраиваться или меняться. В одних случаях это удастся, и тогда новый материал и изделие также становятся объектами биоповреждающего действия, в других - нет, и организмы перестают реагировать на них.

Таким образом, наиболее повреждаемыми объектами становятся материалы и изделия, имеющие в природе экологические прототипы, прежде всего потому, что организмы как бы «преадаптированы» к ним, во-первых, с точки зрения их восприятия, во-вторых, освоения и использования в жизненно важных целях. По каждому из этих направлений можно строить защиту, блокируя восприятие и уничтожая сходные параметры и полезные свойства.

Существование прототипа - путь в поиске средства защиты. И если природа избрала то или иное средство, направленное против атакующего организма, вооружив, например, им жертву против хищника, то можно быть уверенным, что это средство в процессе эволюции прошло длительную шлифовку и поэтому действует эффективно и надежно. Сама природа в этом случае как бы подсказывает не только отдельные приемы, но и стратегию защиты от биоповреждений, направляя по такому пути, каким пользуются в своих взаимоотношениях биоценотические партнеры, защищаясь друг от друга. Конечно, подражание природе не следует понимать буквально - это всего лишь использование принципа, подсказка исследователю, которая может существенно облегчать его поиски и в какой-то степени застраховать от ошибочных действий.

Одним из наиболее перспективных путей в поиске и разработке новых методов защиты от биоповреждений, подсказанных самой природой,

является использование этологических средств и, в частности, средств отпугивания от объектов. В основе этологических средств защиты от биоповреждений лежит имитация природного ориентира, которая подкрепляется действием экологически важного фактора, содержащего жизненно важные для организма компоненты. Так, например, имитация криков бедствия птиц, предупреждающих об опасности, одновременно подкрепляется демонстрацией макета хищника, человека, стреляющего из ружья, и т. д., только тогда действие этих средств становится эффективным и долговременным. Звук стреляющего ружья как этологическое средство отпугивания птиц эффективно только в том случае, если при этом демонстрируется и ружье, и подраненная выстрелом, бьющаяся в судорогах птица. Полезным фактором, существенно повышающим эффективность отпугивающих средств, является одновременная демонстрация привлекательного для животного аттрактивного ориентира, имеющего для него жизненно важное значение. Жизненно важные ориентиры, подкрепляющие этологическое средство, должны быть представлены не только опознавательными признаками, имитирующими их и создающими эффект мнимого присутствия, но и натуральными раздражителями, демонстрирующими своё активное действие на животное.

3.4. Основные закономерности в возникновении и защите от биоповреждений

Характер взаимоотношений между основными компонентами биоповреждающего процесса может быть представлен следующим образом. Организм - биоповреждающий агент - воздействует на объект (материал, изделие, устройство, сооружение), вызывая изменение его характеристик в нежелательную для человека сторону, в свою очередь, испытывая обратные воздействия со стороны объекта, главным образом за счет защищающих его средств. Последние могут активно воздействовать на организм вплоть до его элиминации, в одних случаях биоциды, в других репелленты. Специальные

средства блокируют механизм биоповреждающего воздействия, т. е. ограничивают взаимодействие между организмом и объектом, или вообще изолируют объект, тем самым, предотвращая биоповреждающий эффект.

Факторы, влияющие на взаимоотношения основных компонентов и, следовательно, на биоповреждающий процесс, распадаются на две большие категории. В первую включаются эколого-географические и популяционно-биоценотические факторы, во вторую - социально-экономические. Эколого-географические и популяционно-биоценотические факторы влияют преимущественно на организмы - источники биоповреждений, в меньшей степени и частично на средства защиты (не все) и лишь косвенно и опосредованно - на объекты биоповреждающего воздействия, например, определяя их характеристики при изготовлении в зависимости от климатических условий. Социально-экономические факторы действуют главным образом на объект, определяя при конструировании и изготовлении не только его полезность для человека и удобства эксплуатации, но и защищенность от биоповреждений. Эта категория факторов может влиять на организмы путём сокращения их численности и даже элиминации, т.е. радикальным способом. И хотя эти влияния также значительны, на биоповреждающий процесс они действуют опосредованно и косвенно, уступая в этом своём воздействии на объект, который от начала до конца создаётся человеком и поэтому находится под его контролем и зависит от социально-экономических факторов.

За каждым из звеньев предложенной блок-схемы стоит огромное разнообразие видов животных, растений и микроорганизмов, повреждающих множество материалов, изделий, устройств и сооружений, защищённых многими средствами.

Если дать описанную схему для конкретного вида и повреждаемого им объекта, защищённого специальным средством, то таких схем получается немного, но они будут существенно осложнены, причём в роли

осложняющих факторов выступят ещё и эколого-географические, популяционно-биоценотические и социально-экономические влияния.

В результате перед нами предстанет сложная мозаика взаимоотношений и ещё более сложная мозаика биоповреждающих процессов, непрерывно меняющаяся в силу пополнения биосферы новыми материалами и изделиями, вовлечения новых видов в круг биоповреждающих агентов.

Это явление названо В.Д. Ильичевым принципом мозаичности в возникновении биоповреждений.

Представим себе участие в биоповреждающих процессах основных групп живых организмов, их связь с основными категориями материалов, изделий, устройств и сооружений, которые ими повреждаются. Агентами биоповреждений могут быть различные бактерии, грибы, лишайники, водоросли, высшие растения, простейшие, кишечнорастворимые, черви, мшанки, моллюски, членистоногие, иглокожие, рыбы, птицы, млекопитающие; биоповреждаемыми объектами кирпич, камень, здания, сооружения, древесина и изделия из нее, металл и металлоизделия, бумага, документы, фотографии, книги, музейные коллекции, краски, клеи, кожи, шерсть, одежда, обувь, нефть, нефтепродукты, стекло, силикаты, оптика, пластмассы, полимеры, рентгеновское и электрооборудование, транспортные средства, дорожные покрытия; биоповреждения могут осуществляться в водной и воздушной средах, почве и грунтах.

3.5. Принцип мозаичности

Принцип мозаичности проявляется уже на уровне высших систематических категорий животных, растений и микроорганизмов, классификационных подразделений объектов и средств защиты. Однако наиболее всестороннее и полное его проявление мы видим, прослеживая эти связи на более низких уровнях. Так, биоповреждающих представителей мы встречаем не во всех, а только в некоторых, мозаично рассеянных в системе

класса отрядах, в отряде- не во всех семействах, а лишь в некоторых, в семействе - не во всех родах, а в некоторых, в роде - биоповреждающими оказываются не все виды, а некоторые.

В то же время современные данные свидетельствуют о необходимости продления этого принципа до уровня популяции, поскольку у многих видов по разным причинам участвуют в биоповреждениях не все популяции, а лишь некоторые. Если же попытаться связать биоповреждающие виды (популяции) с повреждающими их объектами и используемыми при этом средствами защиты, то общая картина осложнится за счет следующих, реально проявляющихся зависимостей:

один вид (популяция) повреждает многие, классификационно близкие объекты, защищенные одним средством;

один и тот же вид (популяция) повреждает один или немногие классификационно близкие объекты, защищенные одним средством;

один и тот же вид (популяция) повреждает многие классификационно дальние объекты, защищенные классификационно далекими средствами;

один вид (популяция) защищает многие классификационно далекие объекты, защищаемые одним или немногими классификационно близкими средствами;

один вид (популяция) повреждает классификационно близкие многие объекты, каждый из которых защищается одним и тем же набором средств;

один вид (популяция) повреждает многие классификационно близкие объекты, каждый из которых защищается различным набором средств;

один вид (популяция) повреждает многие классификационно далекие объекты, каждый из которых защищается одним и тем же набором средств;

один вид (популяция) повреждает классификационно далекие объекты, каждый из которых защищается различным набором средств;

один и тот же объект повреждается многими систематически близкими видами, чувствительными к одному и тому же защитному средству;

один и тот же объект повреждается многими систематически далекими видами, чувствительными к многим классификационно различным средствам;

один и тот же объект повреждается многими систематически далекими видами, чувствительными к одному и тому же или немногим классификационно близким средствам;

один и тот же объект повреждается многими систематически далекими видами, чувствительными к одному и тому же или немногим классификационно близким средствам;

один и тот же объект повреждается многими систематически далекими видами, чувствительными к одному и тому же или немногим классификационно близким средствам;

один и тот же объект повреждается многими систематически далекими видами, чувствительными к немногим классификационно далёким средствам.

Используя несложные расчеты, можно оценить возможное число таких сочетаний и показать, что оно достигает значительной величины. На практике же имеют дело со значительно меньшим - реальным числом, оно интересно, прежде всего, как показатель многообразия мозаичного распределения не только внутри одного систематического или классификационного ряда агентов, объектов или средств защиты, но и в отношениях между рядами.

Таким образом, принцип мозаичности проявляется, по крайней мере, в виде нескольких феноменов: автономно в систематических и классификационных рядах (агенты, объекты) и опосредованно через реально существующие связи и взаимоотношения между отдельными представителями каждого ряда. Мозаичное проявление биоповреждающих свойств определяет направленность и общую стратегию защиты от биоповреждений и, что особенно важно, диктует необходимость системных подходов.

3.6. Эколого-географические и популяционно-биоценотические факторы в возникновении и развитии биоповреждающего процесса

Присутствие вида там, где есть объект, еще не означает начало биоповреждающего процесса, так как многие факторы могут препятствовать установлению контактов между ними, необходимых для возникновения и развития биоповреждений. Таким ограничивающим фактором могут быть эколого-географические явления. Во-первых, потому, что связанные с возможностью экологически использовать объект факторы могут неодинаково проявляться по ареалу вида; во-вторых, для того чтобы агент и объект нашли друг друга, они должны быть достаточно многочисленны и равномерно распределены настолько, чтобы объект, по крайней мере, оказался в зоне действия органов чувств организма; в-третьих, организм должен принадлежать к биоповреждающей популяции, склонной к контактам с данным объектом и уже имеющий опыт таких контактов; в-четвертых, время осуществления контактов должно благоприятствовать в погодном и сезонном отношении биоповреждающей активности агента.

Поскольку все эти факторы в пределах обширного ареала биоповреждающего вида, а большинство таких видов занимают значительные ареалы, пересекающие многие природные зоны, существенно различаются, вероятность возникновения биоповреждений неодинакова в географически удаленных местностях. Вместе с тем влияние географического фактора проявляется и на основе различий в видовых комплексах. Опыт защиты от биоповреждений показывает, в частности, что в возникновении и развитии биоповреждений большое значение имеет видовой состав местной фауны и флоры. Так, в разных местностях одни и те же виды могут вести себя неодинаково по отношению к объекту и средствам защиты.

В определении роли эколого-географического фактора необходимо учитывать и связанные с ним различия в хозяйственной деятельности и жизни человека в условиях различных природных зон, его численности и

отношении к природе. Таким образом, социально-экономические факторы в одних случаях проявляются независимо, в других - опосредуются через экологические и географические условия и зависят от них.

Популяционно-биоценотические факторы, проявляющиеся географически различно, являются одними из непосредственных механизмов биоповреждающего воздействия окружающей среды.

Есть все основания считать популяцию той минимальной единицей биоповреждающего воздействия, которая осуществляет его, одновременно замыкаясь на собственные биоценотические связи, вовлекая последние в биоповреждающие процессы.

Через популяцию и биоценоз виды реально участвуют в осуществлении биоповреждающего процесса. Именно биоценоз независимо оттого, естественным или искусственным путем он сложился, осуществляет непосредственный контакт созданного человеком и вынесенного в окружающую среду материала и изделия с биосферой, контакт, в конечном счёте, приводящий к возникновению и развитию биоповреждающего процесса. И на острие этого контакта располагается популяция биоповреждающего вида, замкнутая на биоценотические связи и сама по себе являющаяся частью биоценоза. Если популяция «вводит» созданный человеком материал и изделие в биоценоз, то сам биоценоз включает их в сложные биосферные отношения, замыкая цепь материал (изделие)- популяция - биоценоз - биосфера.

Не следует думать, что вовлечение материала (изделия) в эти отношения не влияет на развитие и направленность биоповреждающего процесса, его силу. Напротив, биоценотические связи - один из самых существенных факторов, которые могут ускорить или затормозить, даже блокировать возникновение биоповреждающего процесса, изменить его характер и направленность, продолжительность и, конечно, повлиять на его последствия.

Благодаря своим связям с популяцией биоповреждающего вида остальные члены биоценоза также вольно или невольно вовлекаются в биоповреждающий процесс и становятся косвенными, а иногда и прямыми его участниками. В известном смысле весь биоценоз становится своеобразным макроисточником биоповреждения. Эти обстоятельства приходится учитывать при разработке стратегии защиты от биоповреждений и выборе конкретных защитных мероприятий.

Завершая рассмотрение биоповреждений как сложного явления двойственной природы, укажем комплекс вопросов, которые решаются в настоящее время учеными и практиками.

1. Изучение систематики, биогеографии и экологии организмов, вызывающих биоповреждения. Изучение их адаптивных свойств и возможностей, обеспечивающих приспособляемость на разных стадиях жизненного цикла, освоение новых биотопов (в том числе созданных человеком), расселение в другие регионы.

2. Изучение биоповреждающей (и биоразрушающей) деятельности организмов в зависимости от ландшафтно-зональных условий и микроклимата, технологических режимов получения сырья, изготовления, хранения и эксплуатации материалов, изделий, устройств и сооружений.

3. Испытание биостойкости материалов, изделий, устройств и сооружений с использованием существующих способов защиты, в том числе и профилактического действия, в различных природных и антропогенных средах.

4. Выявление экологических аналогов и создание на их основе новых эффективных средств защиты от биоповреждающей деятельности организмов (животных), включая отпугивание, отвлечение или привлечение в сочетании с ловушками.

5. Разработка безопасных для полезных организмов, человека и окружающей среды, экологически оправданных методов регуляции

численности (или снижения продуктивности) биоповреждающих организмов и их сообществ.

6. Изучение возможностей организмов разрушать отходы производства и продукты загрязнения окружающей среды, разработка методов биологического разрушения с использованием биоповреждающих средств.

Таковы теоретические подходы к решению проблемы и основные пути их практической реализации на сегодняшний день.

3.7. Участники и партнеры

Сложность и многоплановость решения проблемы естественно отражаются на составе заинтересованных участников и партнеров - смежных наук и сфер практической деятельности человека. Одни из них стоят на ближайших подступах к решению проблемы, создавая как бы первый эшелон исследователей, тогда как другие располагаются в отдалении и их участие менее выражено. И, наконец, последние эшелоны составляют науки, сравнительно мало вкладывающие в решение проблемы, но получающие многое от ее решения. Все они делятся на две категории.

К первой категории относятся фундаментальные науки, имеющие дело с источниками биоповреждений. Таковы систематика, зоогеография, морфология, физиология и, конечно, экология биоповреждающих групп. Ко второй - прикладные науки и сферы человеческой деятельности. В результате их взаимодействия проблема получает важные сведения о видовой принадлежности, численности, распространении и образе жизни микроорганизмов, растений и животных, вызывающих биоповреждения. Популяционная экология, помощь которой становится все более ощутимой, решает эти вопросы применительно к отдельным популяциям.

Материаловедение изучает результаты биоповреждающего действия и степень влияния на характеристики объекта. Совместно с химиками, с одной стороны, биологами - с другой, разрабатываются средства защиты, с

помощью которых нарушается, блокируется взаимодействие между организмом и объектом, направляется в безопасную для человека или даже полезную для него сторону (биоразрушение отходов и отбросов).

Выполняя роль своеобразного «мозгового центра», экология оценивает результаты этого взаимодействия в широком биоценотическом, ландшафтно-зональном и даже биосферном масштабе, перспективы этого взаимодействия, возможность управлять им в интересах человека.

В решении проблемы биоповреждений каждый из партнеров занимает своё особое место, привнося свои методы и подходы и получая все необходимое и нужное.

Глава 4.

Микроорганизменные биоповреждения (древесина и целлюлозосодержащие материалы)

Древесина и целлюлоза являются наиболее распространенными материалами, которые легко подвергаются разрушительной деятельности микроорганизмов. Внимание исследователей к этой проблеме объясняется огромным ущербом, который причиняют микроорганизмы. Утилизирующие их организмы являются возбудителями биоповреждений конструкций, сооружений, изделий из дерева и материалов на основе целлюлозы. Активному нападению микроорганизмов подвергаются хлопчатобумажные, лубяные, джутовые и некоторые другие волокна растительного происхождения, а также ценнейшие памятники культуры, включая архивные материалы, редчайшие книги, бесценные полотна старых мастеров, деревянные скульптуры и строения. К проблеме биоповреждений имеет отношение только та часть материальных ценностей, которая уже добыта, обработана, складирована, т.е. включена в производство. Сюда же относится и сырье, находящееся в стадии перевозки.

Древесина и целлюлозосодержащие материалы, будучи органическими субстратами природного происхождения, служат источниками углерода для

питания многих живых организмов. Основными агентами биоповреждений древесины и целлюлозных материалов являются микроорганизмы, преимущественно грибы. Воздействие микроорганизмов на природные материалы приводит к появлению пятен различной окраски и формы либо плесневению материалов, характерному для грибного поражения, а также возникновению трещин, фибрилляции волокнистых материалов, снижению прочности. Кроме того, развитие грибов на изделиях из дерева и целлюлозосодержащих материалов может служить причиной кожных аллергических заболеваний.

В этой связи биоповреждающая деятельность микроорганизмов и защита от нее является серьезной проблемой, в легализации которой заинтересованы различные отрасли промышленности, строительства, сельского хозяйства и др. Успешное решение столь важной проблемы заключается в разработке научно обоснованной системы практических мероприятий, основанных на всестороннем и полном изучении механизмов биоповреждающего воздействия, использовании профилактических мер, учитывающих весь комплекс экологических, социально-экономических факторов и создании экологически безопасных, эффективных средств защиты.

4.1. Эколого-технологическая концепция биоповреждений

Под биоповреждением понимают нежелательное изменение свойств какого-либо материала, вызванное жизнедеятельностью различных организмов. По своей природе эти изменения могут быть механическими, физическими, касаться эстетических свойств материала и не обязательно приводить к его химическому разрушению. Последний момент определяет различия между более широким термином «биоповреждение» и более узким, ограниченным термином «биодegradация» или «биоразложение», относящимся только к разрушению определенного субстрата.

Процессы биоповреждения и биоразложения протекают в одних и тех же экологических условиях, и задача заключается в том, чтобы защититься от одних и поставить на службу человеку другие.

Развиваясь как новое научное направление, проблема биоповреждений основывается на комплексных эколого-технологических подходах, учитывающих взаимодействие живых организмов - биоповреждающих агентов между собой и факторами среды, в которой протекает процесс. Между объектом, повреждающими его организмами и окружающей средой возникают биоценотические контакты, которые могут усилить или ослабить действие организмов на объект или далее полностью его заблокировать. Вне среды биоповреждения не возникают и не существуют. Эти процессы не только испытывают серьезное воздействие со стороны окружающей среды, но и сами оказывают большое влияние на неё, изменяя всё находящееся в ближайшем окружении.

Человек в результате своей деятельности меняет окружающую среду. Непрерывно насыщая ее материалами и изделиями, загрязняя отходами, он создает условия для возникновения биоповреждений, стимулирует биоповреждающую деятельность отдельных организмов, так как заполнение среды объектами человеческой деятельности вызывает со стороны биосферы биоповреждающие реакции как ответ в виде «самоочищения». Объекты, созданные человеком и внесенные в окружающую среду, являются мощными экологическими факторами, которые в одних случаях активно используются организмами, в других - действуют на них отрицательно, в третьих - косвенно открывают для них новые возможности в отношении местообитания и расселения. Под действием живых организмов объекты меняют свои исходные свойства и приобретают новые, благодаря которым вступают в биоценотические цепи, существующие в природе или вновь возникшие под влиянием деятельности человека.

При этом состав повреждаемых объектов и перечень повреждающих их видов постоянно меняются. Одни из них становятся индифферентными по

мере того, как исчезают объекты их нападения, а другие, обнаружив новый, полезный для них объект, повреждают его. Потенциально биоповреждающих видов в природе всегда больше, чем реально проявивших свои свойства в данный момент. Биоповреждающие свойства находятся в зависимости от многих сопутствующих обстоятельств, из которых основными являются экологические факторы окружающей среды и деятельность человека.

Взаимодействие экологических и антропогенно-технологических компонентов характеризует биоповреждение как явление. В этом взаимодействии человек и результаты его деятельности выступают как часть окружающей среды, а сама среда и ее важнейшие факторы являются участниками биоповреждающего процесса. Двойственная природа биоповреждений составляет основу эколого-технологической концепции биоповреждений (Ильичев, 1987). Согласно этой концепции, биоповреждения возникают и существуют в результате взаимоотношения двух начал: одного, связанного с экологическими, и другого - с антропогенно-технологическими факторами. При исключении одного из них реальная картина будет искажена и потеряно главное свойство биоповреждений.

Человек в одних случаях может ограничить или прекратить повреждающее воздействие живых организмов на объекты, используя специальные защитные средства (биоциды), а в других допускает протекание биоповреждающего процесса. От знаний и умения человека управлять, регулировать и направлять действие биоповреждающего процесса зависит решение ряда задач, связанных с защитой сырья, материалов, технических устройств от биоповреждений, как в условиях длительного хранения, так и при перевозке и эксплуатации.

Проблема биоповреждений не может решаться вне общеэкологических и технологических подходов, направленных на защиту окружающей среды от загрязнений. Защищая нужные материалы и изделия от биоповреждений, человек какой то степени загрязняет этими средствами окружающую среду.

Создание новых, химически модифицированных, более устойчивых к биоповреждениям материалов и растущее загрязнение среды этими материалами рекрутирует в число биоповреждающих агентов все новые виды и популяции, требующие специальных защитных мер. Очевидным источником новых биоповреждающих ситуаций будут экологические аналоги, имитирующие биоповреждающие взаимоотношения в природе. Для того чтобы предусмотреть и использовать характер обновления, необходимо всесторонне изучить многие аспекты биоповреждающего процесса, в том числе и биоценотические, используя для этой цели природные аналого-экологические прототипы.

Микроорганизмы являются активными биоповреждающими агентами. Повреждение материалов происходит под действием группы микроорганизмов. При этом одна группа микроорганизмов своей деятельностью готовит субстрат для другой. В результате формируются взаимосвязанные ассоциации, обеспечивающие выживание и адаптацию каждого вида в отдельности. Этот процесс обусловлен рядом факторов среды. Из них главенствующее значение имеет субстрат, на котором происходит формирование микробной ассоциации или биоценоза. «Популяционные и биоценотические отношения оказываются подчас решающим фактором, вызывающим и направляющим биоповреждающее взаимодействие живого организма с материалом или техническим устройством» (Ильичев, 1987). Среди микроорганизмов, повреждающих материалы растительного происхождения, главенствующее положение занимают грибы благодаря широкому набору ферментов, их лабильности и высокой активности.

4.2. Грибы - основные агенты повреждений древесины и целлюлозосодержащих материалов

Грибы относятся к числу наиболее активных агентов, повреждающих древесину и целлюлозные материалы. Вызываемое грибами разрушение растительных материалов имеет место в самых различных экологических

условиях. Для грибов привычными субстратами являются пни, щепа, сучья, листья. Они хорошо развиваются на древесине, деревянных конструкциях и изделиях, бумаге, хлопчатобумажных тканях. В природе и очагах повреждения указанных материалов возникают экосистемы, где происходит круговорот веществ и обмен энергией организмов друг с другом и окружающей средой. Однако для подобных экосистем характерны укороченные пищевые цепи и ослабленная саморегуляция, вследствие чего преимущественное развитие нередко получают отдельные организмы.

Грибы, осуществляющие повреждение материалов растительного происхождения, относятся к сапротрофам. Они тесно связаны с растительным субстратом, обладают большой поверхностью всасывания и через продукты метаболизма оказывают серьезное влияние на окружающую среду. По отношению к субстрату грибы-сапротрофы делятся на две группы: специфические и неспецифические сапротрофы. К неспецифическим относятся грибы-полифаги, которые встречаются на различных растительных субстратах: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Alternaria*. Их активная биохимическая деятельность обусловлена образованием разнообразных ферментов и зависит от условий внешней среды.

Специфические сапротрофы, встречающиеся на поврежденных растительных материалах, состоят из специализированных организмов. Они сформировались в процессе приспособительной эволюции к тем или иным субстратам. Специфическим сапротрофом является домовый гриб, развивающийся на деловой древесине. Целлюлозоразрушающие грибы менее специфичны. У них способность разрушать целлюлозу может быть выражена в разной степени - от сильной до слабой. Большинство грибов, вызывающих повреждение материалов, характеризуется высокой энергией размножения. Многократная смена половых и бесполовых циклов размножения способствует увеличению жизнеспособности вида у грибов. Каждое спороношение приводит к образованию огромного числа спор, что способствует быстрому заселению субстрата и закреплению на нем популяции. Большую роль при

заселении материалов играет способность спор грибов адсорбироваться на поверхности субстрата. Именно адгезия является первым этапом биоповреждений твердых нерастворимых субстратов. Благодаря малым размерам споры могут проникать в невидимые глазом трещины и поры. В благоприятных условиях (влажность, температура) споры грибов прорастают, образуя мицелий. Мицелий захватывает значительные площади субстрата и вызывает его постепенное разрушение, благодаря, главным образом, воздействию внеклеточных ферментов и органических кислот.

В разрушении материалов участвуют многие ферменты и органические кислоты группы грибов, образующих биоценоз на материале. Из ферментов большое значение имеют те энзимы, которые расщепляют основной тип связей в повреждаемом материале. Органические кислоты, являются агрессивными метаболитами грибов, играют важную роль в разрушении целлюлозосодержащих материалов. К наиболее активным относятся пировиноградная, уксусная, щавелевая, глюконовая, лимонная кислоты. Органические кислоты, пигменты грибов и другие метаболиты являются факторами повреждения произведений искусства. Конкуренентоспособность грибов за субстрат обусловлена не только высокой энергией размножения, активностью ферментов, органических кислот, но и их способностью синтезировать токсические продукты и расти в биологически экстремальных условиях.

Особенности обмена веществ грибов, их потребности в источниках углерода и энергии оказывают большое влияние на последовательность заселения растительных субстратов. Так, на мертвых древесных субстратах первыми являются грибы, использующие легкодоступные углеводороды: сахара гемицеллюлозы. Эту группу составляют формы, способные быстро захватывать пространство. Они характеризуются быстрым прорастанием спор при наличии подходящего субстрата и ускоренным ростом мицелия. К ним относятся мукоровые грибы, грибы из родов *Penicillium*, *Aspergillus*. и незначительное число других форм. Многие из представителей «сахарных»

грибов образуют антибиотики, что способствует более и активному захвату субстрата.

По мере использования легкодоступных источников питания группу «сахарных» грибов сменяют более медленно растущие целлюлозоразрушающие грибы: *Chaetomium* sp. *Humicola grisea*, *Mycogone nigra*. Целлюлозоразрушающие грибы родов *Trichoderma* и *Fusarium* могут параллельно развиваться с «сахарными» грибами или опережать их. Последние сменяются медленно растущими целлюлозоразрушающими грибами, а затем грибами, разрушающими лигнин. Лигнинразрушающие грибы начинают развиваться тогда, когда легкодоступные углеводы использованы первичными поселенцами. В эту группу входят преимущественно медленно растущие базидиомицеты, которые завершают деструкцию древесины.

Схема видов на субстрате определяется широким набором ферментов, благодаря которым грибы осуществляют разнообразные химические превращения сложных органических веществ, не доступные другим микроорганизмам. Наличие изоферментов у грибов, функционирующих в разных диапазонах условий, позволяет им существовать в довольно широких интервалах температуры, влажности, pH и других факторов. Доминирующий рост грибов на промышленных материалах в значительной степени определяется наличием внутри вида штаммов, различающихся по физиологическим, экологическим и другим признакам. Гетерогенность вида свойственна многим грибам. Представленность того или иного штамма в системе внутривидовых популяций (штаммов, рас) различается из-за изменений условий окружающей среды. В качестве примера можно привести криофильный штамм гриба *Aspergillus niger*, который был выделен с поврежденного субстрата, находящегося в промерзшей почве. Этот штамм растет при температуре 5-15°C, в то время как мезофильный штамм *Aspergillus niger* - при 22-26°C. Таким образом, гетерогенность вида можно наблюдать при попадании углеродсодержащих субстратов в иной тепловой режим, более влажные или сухие условия среды. При этом одни штаммы

погибают, а другие - развиваются. Одним из механизмов изменчивости грибов является гетерокариоз. В гетерокариотической мицелии в зависимости от условий среды число ядер того или иного типа может варьировать и обеспечивать этим адаптацию гриба к изменяющимся условиям. Возможно также возникновение новых штаммов, индукторами которых могут быть не только экстремальные экологические условия, но и применяемые для защиты материалов биоциды. Этот фактор имеет большое значение в связи с возникновением новых искусственно создаваемых биотопов.

На состав сообщества и отдельные стадии сукцессии большое влияние оказывают факторы окружающей среды. Известно, что для прорастания спор, вегетативного роста и образования репродуктивных органов требуется определенный уровень влажности.

Микроорганизмы используют только свободную или слабосвязанную воду субстрата. Рост грибов на бумаге наблюдается только после того, как общее влагосодержание бумаги достигнет 8-10%, так как при этом появляется свободная (капиллярная) вода. Минимальная влажность, при которой возможно развитие бактерий, колеблется в пределах 20-30%, а для грибов - 13-15%. При развитии на субстрате грибов влажность его возрастает. Это происходит за счет выделения воды, являющейся одним из конечных продуктов метаболизма. Так, гриб *Serpula lacrymans* при разрушении 1 м³ древесины выделяет до 139 л воды, а в процессе роста гриба *Coniophora puteana* исходная влажность древесины возрастает с 6,75 до 30-64%. Увеличение влажности материалов под действием грибов создает условия для заселения их новыми более влаголюбивыми видами микроорганизмов.

Таким образом, рост грибов на древесине, целлюлозосодержащих материалах обусловлен условиями той среды, в которой они находятся. На действие неблагоприятных факторов среды грибы быстро реагируют переходом к анабиозу и возможностью длительно пребывать в этом

состоянии, не теряя своей жизнеспособности. Гибель клетки наступает при потере примерно 7/8 количества связанной воды.

На рост грибов большое влияние оказывает температура, которая не только определяет возможность развития, но и регулирует энзиматические процессы клетки. Для грибов характерен рост в довольно широком диапазоне температур. Так, грибы, выделенные из слизи, образующейся на оборудовании бумажных фабрик, способны расти при температуре 60 - 62° С, а оптимальная температура развития домового гриба *Serpula lacrymans* составляет 23°С. При температуре ниже 8°С или выше 28°С гриб не в состоянии расти.

Условия, при которых наступает необратимая утрата способности грибов к размножению, применяются при разработке инструкций хранения материалов на складах, в музеях и книгохранилищах. Так, на чувствительности дереворазрушающих и деревоокрашивающих грибов к недостатку кислорода основано сохранение древесины методом дождевания.

Обычно защита от биоповреждений целлюлозосодержащих материалов, древесины, деревянных конструкций, сооружений и изделий осуществляются комплексно, включая мероприятия по профилактике биоповреждений, ограничивающих увлажнение материалов и действие других неблагоприятных факторов, а так же применение химических средств защиты - биоцидов, обладающих антимикробной активностью. В качестве биоцидов используют неорганические и различные органические соединения.

4.3. Механизм действия биоцидов

В настоящее время описано несколько тысяч биоцидов, относящихся к различным классам химических соединений.

Экологический подход определяет все более жесткие требования к современным антисептическим препаратам и веществам, входящим в их состав. Синтез и использование биоцидов должны осуществляться с уче-

том наименьшей опасности для лиц, работающих с этими веществами, и окружающей среды, а также знания структуры, свойств микробных клеток и первую очередь цитоплазматической мембраны, которая регулирует поступление в клетку молекул, ионов и выход их наружу.

Цитоплазматическая мембрана образует осмотический барьер на пути свободной диффузии малых молекул и контролирует внутриклеточные концентрации метаболитов с помощью специальных механизмов переноса. Барьерную функцию мембран значительно увеличивает прочная клеточная стенка. В состав клеточной стенки грибов входят полисахариды: хитин, глюканы, маннаны, а также липиды и белки. У бактерий клеточная стенка состоит из пептидогликана (муреина), полисахаридов, белков, липидов, липополисахаридов, тейхоевых кислот. Плазматические мембраны микроорганизмов построены из липидов, преимущественно фосфолипидов, белков, сахаров. Последние химически связаны с белками и липидами. Целостность мембраны зависит от взаимодействия белков и липидов. Нарушение (или деградация) липопротеидных структур приводит к утрате избирательной проницаемости. Для жизнедеятельности клеток важен транспорт веществ через мембраны, а многие биоциды (антибиотики, фенолы, поверхностно-активные вещества, ртутьорганические соединения) подавляют жизнедеятельность микроорганизмов в результате разрушения структуры и нарушения функций биомембран и клеточных стенок.

Препараты, действующие на цитоплазматическую мембрану, делятся на три группы: 1) вещества, вызывающие дезорганизацию структуры мембраны; 2) вещества, ингибирующие связанный с мембраной белок, участвующий в процессах транспорта; 3) вещества, обуславливающие специфические изменения проницаемости для определенных ионов.

Таким образом, барьерная роль мембраны определяется особой организацией составляющих ее липопротеидных слоёв, вследствие чего вещества, способные влиять на взаимодействия липидов и белков, обладают антимикробным действием.

На проницаемость биоцидов через мембрану микробных клеток большое влияние оказывают условия среды (температура, pH и др.). При увеличении температуры от 20 до 30°C скорость поглощения ионов Cu^{2+} , поступающих посредством активного транспорта внутрь клеток *Candida utilis*, возрастает более чем в 3 раза. Увеличение температуры до 42°C ингибирует процесс поглощения. Мицелий гриба *Aspergillus niger* при pH от 1 до 4 поглощает бихромат аммония в максимальном количестве, а при pH 10 его поступление снижается в 3 раза.

Проникнув в клетку, биоциды (фунгициды, бактериоциды) взаимодействуют с функциональными группами веществ микробной клетки, которые играют основную роль в метаболизме и образовании клеточных структур. Наиболее часто биоциды взаимодействуют с сульфгидрильными (тиоловыми) группами. Через сульфгидрильные группировки осуществляется функционирование кофермента А, липоевой кислоты, глутатиона, цистеина. К сульфгидрильным группам большое сродство имеют катионы тяжелых металлов (Hg^{2+} , Ag^+), хиноны, дитиокарбоматы и другие соединения. Соединяясь с сульфгидрильными группами активного центра тиоловых ферментов, они их необратимо ингибируют и нарушают обмен клетки.

Наряду с тиоловыми группами, акцепторами биоцидов в клетке являются аминокислотные, карбоксильные, альдегидные, спиртовые группы. Взаимодействие биоцидов с функциональными группировками может осуществляться по типу окислительно-восстановительного процесса, нуклеофильного замещения, образования хелатов и др. Токсичность многих биоцидов обусловлена подавлением активности ферментов. Биоциды могут ингибировать ферментные реакции, взаимодействуя с активным центром фермента, коферментами, субстратами. Так, грибостойкость хлопчатобумажным тканям придает используемый для их отбеливания метилолмеламин. Он реагирует с волокнами целлюлозы и предотвращает действие целлюлолитических ферментов.

Однако, не все ферменты и не всегда ингибируются биоцидами. В некоторых случаях, наоборот, может наблюдаться активация ферментов. Так, многие неорганические соли в малых концентрациях активируют ферменты, а в больших - ингибируют. У бактерий наблюдается явление субстратного индуцирования ферментов. В качестве примера можно привести действие пенициллина, который в малых дозах индуцирует синтез фермента пеницилلاзы, а она, в свою очередь, разрушает пенициллин. Индукция ферментов биоцидом (антибиотиком) в таких случаях представляет собой защитную реакцию бактерий.

4.4. Особенности повреждения древесины и способы её защиты

Порча древесины под воздействием микроорганизмов не потеряла своей актуальности и в настоящее время в связи с тем, что древесина, деревянные конструкции, сооружения и изделия подвержены микробиологической порче и нуждаются в защите. Кроме того, развитие микроорганизмов на перечисленных объектах представляют опасность для здоровья людей, так как микроорганизмы, повреждающие их, могут быть причиной кожных, аллергических заболеваний, источником сильнодействующих токсинов. В зависимости от характера и условий эксплуатации древесины различают быстрый и медленный тип ее повреждений. Быстрые повреждения протекают при плохой гидроизоляции от грунта недостаточной вентиляции, протечках кровли и т.п. Медленный тип биоповреждений можно наблюдать у древесины, находящейся в контакте с атмосферой и почвой.

Большинство повреждений древесины происходит в результате жизнедеятельности грибов и насекомых. Бактерии причиняют меньший ущерб и оказывают косвенное повреждающее действие. Из грибов наибольший ущерб древесине причиняют домовые, почвенные и аэровидные грибы. Домовые грибы обычно быстро развиваются в непроветриваемых подвалах отопливае-

мых построек, почвенные дереворазрушающие грибы вызывают гниение столбов, свай, шпал, деревоземляных сооружений, находящихся в условиях повышенной влажности, аэровидные дереворазрушающие грибы разлагают древесину сооружений и конструкций, систематически орошаемых водой, например кровли градирен.

Грибы развивающиеся на древесине, деревянных постройках, конструкциях, отходах производства как отмечалось ранее являются сапротрофными организмами, утилизирующими основные биополимеры древесной клетки. Многие сапрофитные грибы способны проникать в живые деревья через механические повреждения и их называют сапропаразитами или раневыми паразитами. Грибы - паразиты (ксилопаразиты), поражают живое дерево. Многие из них не нуждаются в живом субстрате и продолжают разрушение уже погибшего дерева, не отличаясь на этой стадии от сапрофитных афиллофоровых ксилотрофов, например (опенок осенний, ложный трутовик и др.). Способность преодолевать защитные механизмы живого дерева является основным отличием паразитов от сапрофитов.

Среди пород древесины выделяют биостойкие, среднестойкие, малостойкие и небиостойкие. К наиболее устойчивым относятся тисе, можжевельник; к устойчивым - некоторые виды лиственницы, дуб, отдельные сорта яблони и груши; среднестойким - ель, кедр, сосна, ясень, орех манчжурский, отдельные виды тополя, ивы, ольхи; к малостойким - пихта, клен, граб, осина и к нестойким - береза. Так на древесине березы обнаружено 236 видов грибов, на древесине сосны и ели более 200 видов грибов, а на древесине осины, тополя, кедра, клена, лиственницы - более 100. Для древесины таких деревьев как карагач, желтая акация характерно развитие только по одному виду ксилотрофных грибов. Наибольшее число разных пород деревьев разлагают трутовики *Fomitopsis pinicola* и *Phellinus ferruginosis*.

Процесс разложения древесины протекает через смену видов грибов. Живая древесина первоначально поражается паразитными формами

афиллофоровых грибов (ложным трутовиком, корневой губкой и др.) или агариковыми грибами (опенком осенним). Высохшая заболонная древесина после вторичного увлажнения, а также спелая древесина и ядро, в которых легкодоступных питательных веществ уже нет, заселяются сапротрофами и раневыми паразитами - сильными разрушителями, которые не испытывают действия быстрорастущих видов грибов - конкурентов, потребляющих в основном растворимые компоненты.

В распространении грибов активное участие принимают насекомые - жуки-короеды и дровосеки, которые разносят споры грибов и кусочки мицелия. В пораженной древесине грибы часто живут в сообществе с азотфиксирующими бактериями, обеспечивающими обогащение древесины доступным азотом. Благодаря способности образовывать разветвленную сеть гиф и их апикальному росту грибы легко проникают в заполненные водой или воздухом внутренние полости сосудов и трахеид в отличие от бактерий, отдельные клетки которых не могут продвигаться по заполненным воздухом и водой капиллярам. Они образуют колонии преимущественно в паренхимных клетках и в пространствах межклеточных пор, где растворяют благодаря действию целлюлаз, гемицеллюлаз и пектиназ мембраны первичной клеточной стенки, которые разделяют клетки. Разрушая мембраны пор в заболонной древесине, бактерии способствуют ее аэрации и этим стимулируют рост грибов. Грибы в благоприятных условиях быстро прорастают внутрь древесины, при этом переход от одной древесной клетки к другой происходит у разных видов грибов разными путями. Гифы могут проникать через простые, полуокаймлённые и не окаймленные поры в стенках клеток, а также вызывать деструкцию их клеточных стенок с помощью своих ферментов, образуя сквозные отверстия, либо распространяться в области срединных пластинок или вторичной клеточной стенки путем их последовательного расщепления. У некоторых грибов, например, опенка осеннего существуют специальные «транспортные гифы»-ризоморфы подобные сосудам растений.

Внеклеточные ферментные ксилотрофных грибов расщепляют полимеры клеточных стенок древесины и для сохранения их вблизи поверхности гиф и прикрепления к субстрату у грибов имеются особые структуры- гифальные чехлы, образованные слизистыми полисахаридами, которые называют особой «грибной зоной», где происходит наружный метаболизм грибов. У литинразлагающих грибов грибная зона отграничивается ксилостромой - черными линиями, которые, вероятно, образовались в результате отложения полимеризованных грибом полифенолов. К факторам, определяющим степень поражения древесины конкретным грибом, относятся скорость роста и устойчивость к соединениям древесины, блокирующим окислительное фосфорилирование у грибов. Например, в лубяной ткани ели содержится фунгистатическое вещество – катехин. К защитным механизмам дерева от ксилотрофных грибов следует отнести и повышенное содержание среди экстрактивных веществ антиоксидантов - лигнанов и других продуктов конденсации оксикоричных спиртов, а также флавоноидов и родственных им соединений. Антиоксиданты выступают в качестве ловушек свободных радикалов, образуемых грибами в процессе деструкции древесины.

Процесс разложения свежесрубленной листовенной древесины, не подвергавшейся сушке включает начальную стадию побурения, не связанную с деятельностью микроорганизмов. Этот процесс получил название прелости (задыхания) и выражается в потемнении древесины в результате окисления хромогенных компонентов собственными ферментами. Последующая стадия (подпар) обусловлена проникновением через сердцевинные лучи разных грибов, усваивающих легкодоступные питательные вещества паренхимных клеток. Появление белых пятен загнившей, но еще прочной древесины на буром фоне получило название мрамора, или мраморной гнили. Мраморная гниль является одной из стадий прелости, которая начинается с торцов и продвигается к центру, охватывая все бревно.

Ранним признаком заражения древесины грибами является появление красноватой или буроватой окраски без изменения ее состава и механических

характеристик. Изменение окраски связано с отложением в древесине темных пигментов—продуктов жизнедеятельности гриба.

У живых деревьев безъядровых пород наблюдается - изменение окраски центральной части ствола с преобладанием оттенков бурого и коричневого цветов, которое называется «ложное ядро». Ложное ядро с измененной окраской развивается и под влиянием процессов задыхания древесины, а изменение цвета, очевидно, связано с активностью грибных оксидаз гриба и/или древесины. Подобные изменения цвета можно наблюдать при искусственной активации древесины оксидазами, в частности при обработке лакказами, в результате действия которых образуются свободнорадикальные центры на поверхности лигнинового матрикса, что и приводит к изменению цвета древесины.

В живой древесине хвойных пород (как безъядровых, так и ядровых) можно наблюдать поражение называемое «краснина» - буровато-красная окраска, обусловленная скоплением светло-желтого пигмента в клетках сердцевинных лучей, по которым происходит первичное проникновение грибов. На поперечно спиленном стволе при этом видны красноватобурые, бурые или коричневые пятна разной величины и серповидные или кольцевые полосы, которые образуют подобие ложного ядра.

При продолжительном воздействии грибов становятся заметны различия в характере вызываемых ими изменений древесины. В соответствии с этими изменениями грибы, вызывающие биоповреждения древесины делят на: 1) деревоокрашивающие грибы; 2) грибы, вызывающие мягкую гомогенную гниль; 3) дереворазрушающие грибы, вызывающие бурую гниль деструктивного типа 4) грибы, вызывающий белую гниль коррозионного типа.

Первые два типа поражения древесины вызывают аскомицеты и несовершенные грибы, а третий и четвертый преимущественно базидиомицетами.

На древесине способны развиваться и другие грибы, например грибы поверхностной плесени. Появление плесени свидетельствует о нарушении условий хранения, эксплуатации древесины и изделий из нее. Плесневые грибы являются первичными сапрофитами, использующими запасы питательных веществ древесины и в меньшей степени ее структурные элементы, от которых зависят механические свойства древесины. Они могут окрашивать древесину и влиять на скорость разрушения древесины ксилотрофами путем антагонизма или стимуляции. Встречаются голубая, синяя, черная, желтая, коричневая и другие окраски пораженных пиломатериалов, конструкций, деревянной тары.

4.4.1. Деревоокрашивающие грибы

Деревоокрашивающие грибы, вызывающие голубое окрашивание древесины, заселяют преимущественно клетки осевой паренхимы, сердцевинные лучи дерева, не затрагивая структурообразующих элементов клеток и не снижая прочности материала. С помощью протеолитических ферментов, секретируемых этими грибами, происходит потребление белков паренхимных клеток, а при участии полисахаридаз они способны ограничено расщеплять полисахариды клеточной стенки.

Грибы родов *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Penicillium* вызывают окрашивание различных зеленых оттенков, грибы родов *Aspergillus*, *Altemaria* - появление черных пятен, а синеву древесины чаще всего вызывает *Ceratocystis pilifera*, откладывая пигменты в вакуолях мицелия. Образование пигментов свидетельствует о протекающих окислительно -восстановительных процессах, катализируемых ферментами грибов и/или защитными ферментными системами древесины. У многих деревоокрашивающих обнаружены целлюлазы, маннаназы и пектиназы и активность внутриклеточной лакказы, присутствием которой в большинстве случаев может определяться окраска.

Деревоокрашивающие грибы, как и грибы поверхностной плесени, являются первичными колонизаторами, заселяющими погибшие невысохшие деревья или свежеспиленную древесину. Гифы грибов проникают в паренхимные клетки сердцевинных лучей и питаются их легко усваиваемыми веществами. Роль первичных колонизаторов древесины заключается в более быстром по сравнению с базидиальными грибами развитии на древесине, и способностью подавлять рост базидиомицетов. При этом многие из первичных колонизаторов мало влияют на механические свойства древесины. Как только для них заканчиваются легкодоступные субстраты они вытесняются активными афиллофоровыми разрушителями древесины, имеющими преимущества в усвоении структурных компонентов древесины. При этом определенные роды несовершенных грибов и аскомицетов продолжают сопутствовать высшим грибам утилизируя продукты их жизнедеятельности.

Из мест инфекции грибы проходят сначала по сердцевинным лучам и только оттуда проникают в остальную древесину. Гифы могут проникать через простые, полуокаймленные или окаймленные поры. Окрашивающий гриб *Scorularia ficomyces* проникает путем механического разрыва торуса окаймленной поры трахеиды, а *Ceratosyctis coeruleum* проходит сквозь отверстия в клеточных стенках, образованные путем механического сверления. Для этого гифа образует транспрессорий - головку с очень тонким сверлящим концом - апексом, который проходит через поры диаметром 0.2-0.6 мкм, раздвигая фибриллы, оставляя в клеточной оболочке узкое отверстие, при этом не отмечают ферментативного гриба на оболочку клетки. Во внутренней полости соседней клетки гифа снова приобретает нормальные размеры.

При длительном действии некоторые деревоокрашивающие грибы - *Sctalidium lignicolum*, *Altemaria tenuis* способны вызывать разложение древесины по мягкой гнили, потребляя определенное количество целлюлозы пентозанов и лигнина при общей потере массы древесины в пределах 2%.

4.4.2. Возбудители мягкой гнили

Возбудители мягкой гнили, к которым относятся некоторые аскомицеты и несовершенные грибы способны разрушать древесину хвойных и лиственных. Характерным признаком мягкой умеренной, плесневой гнили является размягчение древесины. Окраска пораженной древесины может варьировать от светло-серой до темно-бурой. В качестве основных возбудителей этого типа гнилей являются сумчатые и несовершенные грибы: *Chaetomium globosum*, *Stachybotris atra*, *Trichoderma lignorum*, некоторые ЕИДЫ *Stysanus*, *Trichurus*, *Orbicula*, *Bispora*, *Rhizoctonia*, *Stemphylium*, *Coniothyrium*. Они распространяются внутри слоя S₂, вызывая первоначально образование полостей, которые постепенно сливаются и заполняются гумифицированным материалом темно-коричневого цвета. Проникновение гиф гриба в древесину начинается через сердцевинные лучи и сосуды, откуда они далее распространяются во внутренние пространства трахеид или волокон либриформа. Наиболее лигнифицированные слои S₃ и срединная пластинка клеточных стенок практически не затрагиваются. По появлению зон растворения вокруг гиф судят о разрушении материала клеточных стенок. Область растворения постепенно увеличивается и гифа проникает сквозь внутренний слой клеточной стенки. Во вторичную стенку трахеид хвойных грибы проникают с помощью сверлящих гиф и небольших отверстий, образуемых в продольном направлении. Внутри S₂-слоя гифы распространяются вдоль целлюлозных фибрилл, образуя каверны с коническими вершинами, которые располагаются друг над другом и соединены каналом, сохраняющимся после прохождения гифы. Каверны имеют гексагональную форму и острым углом направлены к оси фибрилл, ширина их колеблется от 0.6 до 13 мкм, а длина от 5 до 140 мкм. Острый апикальный угол в кавернах определяется видом древесины и особенности разложения зависят больше от структурных и топохимических свойств атакуемой клеточной стенки, чем от вида гриба.

В процессе гниения древесина изменяет свои физические и механические свойства. Трансформация морфологической структуры древесины существенно различается в зависимости от вида грибов -деструкторов, индивидуальных свойств их ферментных систем, анатомических особенностей пород древесины, условий среды, влияющих на физиологическую активность грибов.

В зависимости от вида грибов, участвующих в гниении, морфолого-анатомические изменения сводятся в основном к двум типам: деструктивному и коррозионному.

4.4.3. Возбудители деструктивной бурой гнили

Под действием грибов-возбудителей бурой гнили. древесина буреет, так как происходит накопление ароматических хромофоров в видимой области спектра (хиноны, хинонметиды, карбонильные группы, устойчивые феноксильные радикалы) и становится хрупкой, поэтому этот тип I пили также называют деструктивным. Деструкция сопровождается продольным сморщиванием и деформацией клеточных стенок. Возбудителями деструктивных гнилей относятся к базидиомицетам и большинство из них разрушает хвойную древесину. К ним относятся представители различных домовых грибов, трутовики, лиственничная губка, они наносят огромный ущерб строениям и заготовленной древесине.

При деструктивном типе разложения древесины, грибы вызывают растрескивание внутреннего слоя клеточной стенки и ее утончение изнутри, в объеме накапливается гумифицированный материал. В результате сокращения объема клеточного вещества в оболочках появляются различные многочисленные трещины, древесина становится трухлявой, распадается на отдельные кусочки, легко растирается в порошок. От клетки остается растрескавшаяся тонкая оболочка срединной пластины и певичной стенки.

По типу разрушения древесины выделяют трещиноватые, призматические, пластинчатые и порошкообразные гнили.

Грибы бурой гнили избирательно разрушают целлюлозную часть древесины, незначительно затрагивая лигнин. В поврежденной древесине остается лигниновый скелет. При разложении хвойной древесины маннан разлагается быстрее целлюлозы. После разложения основной части гемицеллюлоз, содержание целлюлозы в древесине начинает быстро снижаться. Из частично разрушенной бурой гнилями древесины выделяют остаточный лигнин, который становится растворимым в диоксане. При потере веса субстрата около 40% экстрагируется только лигнин из S₂-слоя, а при более высоких потерях массы экстрагируется и лигнин составной срединной пластины, который заметно модифицирован грибом. Из пораженной бурой гнилью древесины с большим выходом можно выделить лигнаноуглеводные комплексы, которые так же имеют отличия от нативной структуры в полисахаридной и лигниновой частях.

В процессе действия бурой гнили образуется большое количество гуминовых и гуматомелановых кислот, в то время как при воздействии белой гнили образуются преимущественно фульвокислоты. Было показано, что возбудители бурой гнили продуцируют лакказы, наличием которых можно объяснить небольшое в пределах 10% уменьшение общего содержания лигнина под действием грибов этой группы.

Возбудители деструктивных гнилей, разлагающие целлюлозу, проникают в клетки древесины из сердцевинных лучей отдельными разветвленным и гифами, а грибы разрушающие лигнин - пучком гиф, который затем обильно разветвляется. Для домовой бурой гнили *Merulius (Serpula) lacrymans* характерно проникновение сквозь клеточную стенку боковыми отростками гиф, которое определяется действием внеклеточных ферментов. У гриба *Inonotus hispidus* апикальные концы гиф приближаются к клеточной оболочке обычно под прямым углом и под действием ферментов в оболочке у их апикального конца образуется маленькое отверстие, через которое

прорастает тонкая гифа. Некоторые базидиомицеты могут также распространяться в области срединных пластин, богатых пектином, а аскомицеты и несовершенные грибы - в области вторичных клеточных стенок, путем их последовательного ферментативного переваривания.

4.4.4. Возбудители белой гнили

Возбудители белой гнили, поражают преимущественно лиственную древесину, вызывая её осветление вплоть до светло-желтой или белой окраски. Из древесины удаляются типичные ароматические хромофоры и лейкохромофорные группы типа метиленихинонов, фенантренихинонов, фенилнафталиндионов, диметиленихинонов. От грибов бурой и мягкой гнили они отличаются выраженной способностью к разложению и ассимиляции лигнина. Древесина становится мягкой, волокнистой, теряет в весе, но не уменьшает объема и не растрескивается на призмы, наблюдается равномерное побеление, светлые полосы или ямки, заполненные белой целлюлозой. Поэтому этот тип разрушения называют коррозионным. Различают трухляво-волокнистую (ямчатую), пеструю ситовую и губчато-волокнистую гнили, причем пестрая ситовая гниль в процессе развития может переходить либо в ямчатую и трухляво-волокнистую, либо в губчатоволокнистую. Структура белых гнилей настолько разнообразна, что порой по внешнему виду гнили трудно распознать, к какому типу она относится. В процессе деструкции по типу белой трухляво-волокнистой гнили в оболочках образуется множество сквозных отверстий, соединяющих соседние клетки, которые постепенно расширяются. Делигнификация начинается с менее лигнифицированного слоя S_3 , а затем захватывает и срединную пластину. В результате происходит разрушение целых групп клеток, а пространство, которое они занимали, заполняется волокнистой массой целлюлозы.

Грибы, вызывающие коррозионную гниль, в свою очередь, могут замещаться возбудителями деструктивной гнили. К переходному коррозионно-деструктивному типу иногда относят гниль, вызываемую трутовиками *Funaliatrogii* и ложным трутовиком *Phellinus iginiarius*. При разложении древесины *Phellinus iginiarius*, активным продуцентом пероксидазы, вокруг зоны деструкции образуется защитная кайма (ксилострома) в виде кольца на поперечном срезе дерева из плотных сильно хитинизированных гиф или псевдосклероций, которая окрашивается в темный цвет пигментом, характерным для гриба. Эта древесина характеризуется большой твердостью и плотностью, которые могут превышать таковые у исходной древесины. Образование черных и бурых линий, представляющих собой темноокрашенные гифы с отложениями конденсированных фенольных соединений меланинового или гуминового типа характерно для многих коррозионных гнилей.

В основе разных типов разложения лежат различия в степени деструкции грибами целлюлозы и лигнина. Возбудители мягкой и бурой деструктивной гнилей предпочтительно потребляют целлюлозу, а возбудители белой коррозионной гнили - лигнин. Поэтому термин «возбудители белой гнили» часто применяют в качестве синонима «лигнинразрушающие грибы».

К лигнинразрушающим грибам, Рипачек (1966) относит *Ganoderma applanatum*, *Inonotus hispidus*, *Phellinus iginiarius*, *Stereum liustulosum*, *Phellinus pini*, *Fomesannosus*, и др., многие из которых - опасные ксилопаразиты.

Решетникова (1997) выделяет 6 групп лигнинразрушителей:

Грибы, развивающиеся на неразрушенной древесине и вызывающие:

1) белую гниль (*Bjercandera adusta*, *Cerrena unicolor*, *Dedaleopsis confragosa* var. *tricolor*, *Trametes hirsutus*, *Trametes versicolor*, *Trametes /onalus*, *Flammulina velutipes*, *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus squamosus*);

2) светло-желтую, затем белую гниль (*Ganoderma applanatum*, *Inonotus lie.ides*);

- 3) белую ли слегка желтоватую гниль с черными линиями (*Fomes fomentarius*, *Inonotus hispidus*, *Phellinus ignarius*, *Phellinus robustus*);
- 4) желтовато-белую гниль (*Abortiporus biennis*, *Phellinus tremulae*). Грибы, развивающиеся на разрушенной древесине и вызывающие:
- 5) белую активную гниль (*Funalia trogii*, *Phellinus punctatus*, *Kuehneromyces mutabilis*, *Polyporus arcularius*);
- 6) белую слабо активную гниль (*Ceraporia viridans*, *Liopopilus nidulans*, *Hericium coralloides*, *Schizophyllum commune*, *Trichaptum pergamenum*, *Naematoloma fasciculare*).

Грибы (*Trametes hirsuta*, *Trametes pubescens*, *Trametes versicolor*, *Begonia adusta*; *Flammulina velutipes*, *Pleurotus ostreatus*) осуществляют деградацию целлюлозы и лигнина на 30-45%. Ксилотрофы *Ganoderma applanatum*, *Inonotus rheades* при воздействии на древесину вызывают светло-желтую гниль и характеризуются незначительным штаммовым разнообразием в проявлении, как гидролитических, так и окислительных ферментов. Для грибов *Fomes fomentarius*, *Phellinus robustus*, *Phellinus irni.iiiiius*, *Inonotus hispidus* характерна высокая активность целлюбогидролазы, Мп-зависимой пероксидазы. Характерной особенностью грибов *Phellinus tremulae*, *Abortiporus biennis* является активность по пероксидазе, лакказе и штаммовая вариабельность по гидролитическим ферментам. Грибы *Kuehneromyces mutabilis*, *Polyporus arcularius*, *Phellinus punctatus*, *Funalia trogii*, *Polyporus varius* характеризуются высокой активностью фенолоксиляющих ферментов, а так же высокой активностью эндоглюканазы, эндоксилазы. Слабыми деструкторами, встречающимися на стволах и валежных ветвях многих лиственных пород древесины, являются грибы *Schizophyllum commune*, *Hericium coralloides*, *Liopopilus nidulans*, *Ceraporia viridans*, *Naematoloma fasciculare*, *Trichaptum pergamenum*. Из них высокий коэффициент вариабельности по целлюбо- гидролазе и пероксидазе отмечается у *Schizophyllum commune* и *Naematoloma fasciculare*.

По соотношению скорости разложения целлюлозы и лигнина, потребление которых представляет сопряженный процесс, грибы белой гнили обычно делят на три группы. Первая группа представлена видами, у которых разложение лигнина по сравнению с целлюлозой идет с опережающей скоростью. К грибам этой группы относят: *Coriolus (Trametes) versicolor*, *Pleurotus stipitis*, *Trametes pini*. Так под действием *Coriolus versicolor* в буковой древесине сначала разлагается лигнин, затем целлюлоза, а потом - пектин срединной пластинки. Древесная масса превращается в тягучие вещества, вначале нерастворимые, в последующем растворимые, состоящие в основном из ксилана с небольшим количеством галактана и маннана.

Во вторую группу входят возбудители, у которых разложение целлюлозы идет быстрее разложения лигнина. К представителям второй группы относится *Armillaria mellea* (осенний опенок), который сначала разлагает целлюлозу и связанные с ней пентозаны, а затем лигнин и свободные пентозаны.

В третью группу отнесены грибы, у которых скорости процессов одинаковы. Последняя группа рассматривается как смешанная гниль, к возбудителям которой относятся *Ganoderma applanatum*, *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная), *Fomes annosus*.

При параллельной деструкции лигнина и целлюлозы первоначально в клеточных оболочках образуются отверстия, которые постепенно расширяются и увеличиваются, соединяясь с отверстиями в оболочках соседних клеток. В результате исчезают целые группы клеток и в древесине возникают заметные простым глазом ямки и пустоты (пестрая или ямчатая гниль).

Грибы, вызывающие делигнификацию на начальной стадии не образуют сквозных отверстий, процесс распространяется изнутри, начиная со слоя S, клеточной стенки, и сопровождается набуханием и отслоением внутренних частей клеточной стенки, постепенно захватывая все остальные слои до

срединной пластины. Делигнифицированная целлюлоза набухает и отслаивается внутрь, заполняя люмен. Завершается процесс растворением склеивающего пектинового слоя срединной пластины и мацерацией древесной ткани.

Так *Pleurotus stipitis* наряду с делигнификацией клеточных стенок и высвобождением набухшей целлюлозы, вызывают растворение срединной пластины и мацерацию клеток, в результате процесса наблюдается растворение клеток целиком. В местах растворения оголяются и утончаются целлюлозные фибриллы, которые на более поздних этапах деструкции разрушаются. Распад вторичной стенки протекает более быстро, в то время как разрушение срединной пластины запаздывает до определенной степени, в зависимости от вида гриба.

У *Trametes villosus* обнаружена способность избирательно делигнифицировать слои клеточной стенки со стороны люмена и со стороны срединной пластины. Основным результатом действия гриба является деструкция в направлении от гифы вглубь клеточной стенки, делигнификация слоя S_2 с освобождением целлюлозных фибрилл, разрушение срединной пластины, расслоение волокон и дезинтеграция ксилемы. Для гриба *Phanerochaete chrysosporium* характерна высокая скорость утилизации всех компонентов клеточной стенки, начиная со слоя S_3 , при этом разложение происходит на значительном удалении от гиф.

Гриб *Phanerochaete sariguinea* преимущественно разлагает лигнин древесины осины и лиственницы, вызывая на ранних этапах поражения набухание клеточных стенок, а в древесине лиственницы - их истончение и нарушение ячеистой структуры трахеид. Разрушению сначала подвергаются трахеиды лиственницы с однорядным расположением окаймленных пор, т.е. поздние трахеиды в пределах годовичного кольца. Ранние трахеиды при этом сохраняют свою структуру неизменной. Это связано с различием химического состава весенней и осенней древесины и присутствием в первой компонентов, препятствующих на начальном этапе грибному поражению.

Гриб преимущественно распространяется через поры, поэтому лигнин из окаймления пор утилизируется в первую очередь, а целлюлоза остается нетронутой. Лигнифицированные клетки кучевой паренхимы также разрушаются грибом в первую очередь. Действие гриба характеризуется мацерацией клеток по причине разрушения срединных пластинок.

Воздействие *Phanerochaete. sanguinea* на древесину березы и осины проявляется в сильном набухании клеточных стенок волокон вовнутрь и полости клеток частично закрываются. Набухшие клетки долгое время | охраняют первоначальную форму, что свидетельствует о равномерном удалении лигнина и гемицеллюлоз по всей толщине вторичной оболочки при одновременном ее расслоении на отдельные ламеллы. В полостях клеток обнаруживаются единичные гифы гриба, что свидетельствует о действии делигнифицирующего агента, способного диффундировать в глубь клеточной оболочки. Срединная пластина быстро растворяется, и при потере массы 36% наблюдается мацерация волокон с образованием орт истов между ними.

Таким образом, в зависимости от вида возбудителя наблюдают несколько вариантов действия грибов на структурные компоненты древесины - целлюлозу и лигнин. В первом случае эти структурные компоненты только окрашиваются грибами синевы, и в отдельных случаях медленно разлагаются по типу мягкой гнили. Во втором - идет разложение типичными возбудителями мягкой гнили, при котором основная часть структурных компонентов превращается в гумус, а небольшая часть используется для дыхания гриба и синтеза его биомассы. Третий путь реализуется возбудителями бурой гнили, которые превращают структурные компоненты древесины в гумус, но образуют и биомассу в виде плодовых тел. При разложении структурных компонентов возбудителями коррозионной гнили конечными продуктами являются биомасса в виде плодовых тел или мицелия и углекислый газ. Промежуточным продуктом лигнинразрушающих грибов является целлюлоза и связанные в основном с биомассой гуминоподобные

вещества, которые составляют незначительную долю образуемых продуктов. Считают, что оксидазы этих грибов, осуществляющие трансформацию лигнина и гуминовых кислот, очевидно, разлагают и промежуточно образуемые грибом фульвокислоты. Цветовые различия в характере разложения древесины разными грибами определяются тем, какой продукт доминирует - гумус или углекислота.

Поврежденная древесина значительно отличается по химическому составу от здоровой. Нарушения в химическом составе приводят к изменениям ее элементарного состава. В поврежденной ксилотрофными грибами древесине наблюдается значительное увеличение содержания минеральных веществ и веществ, растворимых в горячей воде и 1 %-ном NaOH. Водные экстракты содержат значительное количество дубильных и минеральных веществ. В их составе находятся различные органические кислоты: уксусная, муравьиная, масляная, янтарная, молочная и пр. Содержание метоксильных групп зависит от количества лигнина, оставшегося в разложившейся древесине и, следовательно, от вида деструктора. В связи с разложением пентозанов древесина теряет часть ацетильных групп. Содержание углерода при деструктивном типе, в зависимости от стадии гниения увеличивается до 61 %, а при коррозионном уменьшается до 41 %. В соответствие с этим снижается теплопроводность древесины.

Процесс полного разложения растительных остатков (гумификация) на заключительной стадии сопряжен с процессом фиксации азота и закреплением его в гумусе путем взаимодействия деструкторов целлюлозы и лигнина с азотфиксирующей микрофлорой.

4.5. Средства защиты древесины от биоповреждений

Защита древесины, деревянных сооружений и изделий от биоповреждений осуществляется: 1) путем рационального использования соответствующей

щих пород древесины и разработки оптимальных конструктивных решений; 2) за счет профилактических мероприятий, ограничивающих увлажнение и действие других неблагоприятных факторов; 3) вследствие применения химических средств защиты - биоцидов.

Использование биоцидов осуществляется в случае применения древесины в наиболее жестких условиях, например, при постоянном или периодическом контакте с почвой, влажной атмосферой и т.п. Обработке биоцидами подвергается 5-10% потребляемой в промышленных целях и строительстве древесины. В результате в несколько раз увеличивается срок службы сооружений и изделий.

Биоциды, используемые для защиты от биоповреждений, должны быть высокоактивными против повреждающих агентов и безопасными для человека, окружающей среды. Важно также, чтобы применение биоцидов не оказывало влияния на физико-химические, физико-механические и другие свойства древесины, не ускоряло ее старение и не усложняло технологический процесс получения изделия. Кроме указанных, к биоцидам предъявляют специальные требования, которые обусловлены конкретными особенностями защищаемого материала и условиями его эксплуатации.

Методы защитной обработки древесины основаны на пропитке древесины биоцидами. Пропитка осуществляется погружением древесины в раствор, нанесением кистью антисептика или его распылением. При погружении древесины в жидкий антисептик или раствор твердого антисептика происходит его проникновение в поры, трещины, щели. Лучшую защиту и пропитку обеспечивает сначала обработка горячим растворителем, а затем холодным раствором антисептика. В процессе выдержки с горячим растворителем находящийся в порах древесины воздух расширяется и частично выходит. После этого горячий растворитель сливается и ванна заполняется холодным раствором антисептика, который проникает глубоко в поры благодаря вакууму, создающемуся в результате сжатия воздуха при охлаждении.

Для повышения глубины пропитки антисептиками вакуумирование древесины проводится в специальных автоклавах. Этот дорогой и сложный способ широко применяют в промышленных масштабах.

Защита древних памятников архитектуры и ряда других деревянных сооружений осуществляется простыми способами поверхностной обработки антисептиками, растворы которых наносятся кистями, распылением или другими приемами.

В качестве биоцидов применяются водорастворимые антисептики и антисептики, растворимые в органических растворителях. Водорастворимые антисептики представляют собой твердые сыпучие порошки, которые используются в виде водных растворов, суспензий, паст. К недостаткам водорастворимых антисептиков относится необходимость просушки древесины, которая сопровождается образованием трещин и усадкой. Кроме того, водорастворимые антисептики могут вымываться водой, поэтому обработанная ими древесина применяется только в закрытых помещениях.

Для защиты древесины от биоповреждений используются бихромат натрия в сочетании с сульфатом меди, фтористый, кремнефтористый натрий и аммоний. Это токсичные соединения для теплокровных животных. Летальная доза (LD) для мышей кремнефторида натрия (Na_2SiF_6) составляет 50 мг/кг, сульфата меди - 43 мг/кг, фторида натрия - 100 мг/кг. Сильно ядовит для человека и животных бихромат натрия, его летальная доза для мышей - 7-8 мг/кг.

К антисептикам, растворимым в органических растворителях, относят пентохлорфенсли нафтенат меди, Пентохлорфенол получают прямым хлорированием фенола и его хлорпроизводных в присутствии катализатора (сурьма, алюминий и их хлориды) при повышенной температуре или щелочным гидролизом гексахлорбензола в воде, метаноле и смесях различных растворителей. Этот препарат раздражает слизистые оболочки верхних дыхательных путей, летальная доза для мышей - 210 мг/кг.

Нафтенат меди издавна используется для пропитки древесины и хлопчатобумажных изделий технического назначения. В последнем случае он снижает прочность текстильных материалов, особенно при воздействии солнечного света. Получают нафтенат меди обработкой щелочных солей нафтенновых кислот сульфатом меди в водной среде.

Для защиты древесины от разрушения микроорганизмами широко применяется креозот, главной составной частью которого являются ароматические углеводороды: нафталин, аценафтен, фенантрен, антрацен, флюорен. Кроме них содержатся соединения кислотного характера: фенол, крезолы, ксиленолы, нафтолы, а также гетероциклические азотистые основания: пиридины, хинолины и акридины. Креозот используется для защиты железнодорожных шпал, столбов, эстакад, градирен и других гидротехнических сооружений.

В качестве биоцидов для защиты изделий из древесины применяются синтезированные на основе отходов мочевинового производства полиалкиленгуанидины (ПАГ), а также отходы нефтехимических и других производств.

Многие известные фунгицидные препараты портят внешний вид древесины и довольно токсичны, что особенно опасно в сочетании со способностью к вымыванию с поверхности обрабатываемых материалов. В этой связи часто требуется дополнительная гидрофобизация поверхности или перевод токсичных соединений в нерастворимое состояние. Для придания водостойкости изделиям и материалам применяются кремнийорганические гидрофобизаторы, сущность защитного эффекта которых заключается в образовании гидрофобной пленки в порах и на поверхности защищаемого материала. Они не изменяют внешнего вида, цвета, не ухудшают паро- и воздухопроницаемость поверхностей, не оказывают вредного воздействия на организм человека. Кремнийорганические композиции на основе тетраэтоксисилана (ТЭС) и продукты его неполного гидролиза проявляют фунгицидную активность к грибам *Coniophora cerebella*, *Fomes formentarius*,

Coriolus hirsutus, *Trichoderma lignorum*. Исследование поражения древесины до и после обработки ТЭС с помощью микроскопа показало, что обработка растворами ТЭС препятствует проникновению гиф грибов в глубь древесины. В образцах древесины, не обработанных растворами ТЭС, наблюдается процесс деструкции древесины под воздействием грибов. При этом наиболее сильные изменения происходят под действием гриба *Coriolus hirsutus*. Изучение влияния продуктов неполного гидролиза ТЭС на проявление целлюлазной активности грибов показало, что растворы с концентрацией 0,5-2,0% значительно снижают активность целлюлаз, а 5,0%-ная концентрация продуктов неполного кислотного гидролиза ТЭС ингибирует целлюлазную активность (Саловарова и др., 1998).

Защиту древесины от биоповреждений обычно совмещают с защитной от возгорания, применяя препараты, в состав которых наряду с антисептиками включаются антипирены - бура, карбонат натрия, хлорид цинка. Эффективным огнезащитным средством является противопожарная пропитка для дерева «Огнестоп-20». Обработанная этим средством древесина становится трудновоспламеняемым и трудносгораемым материалом.

4.6. Повреждение бумаги, книг, текстильных волокон и материалов

Бумага, книги, волокна хлопчатника, различных лубяных культур, сети, канаты и другие целлюлозосодержащие материалы легко подвергаются разрушительной деятельности микроорганизмов на различных стадиях изготовления и использования.

Основными агентами, повреждающими бумагу, книги, текстильные волокна и материалы, содержащими целлюлозу, являются грибы. Наиболее интенсивное их развитие наблюдается в условиях повышенной влажности и температуры. Прорастание спор и развитие грибов происходит при содержании в бумаге 8-10% воды, что соответствует значению относительной влажности воздуха помещения выше 65%.

В процессе жизнедеятельности грибов выделяется вода, вследствие чего бумага становится влажной и на ней начинается размножение бактерии. Повышение влажности в книгохранилищах способствует увеличению общего числа микроорганизмов. Количество клеток микроорганизмов в воздухе в зависимости от температурно-влажностных условий колеблется от 700-1200 в 1 м³, а на поверхности книги документов - от 1500- 8000 на 1 м². Как правило, на поверхности новых, не бывших в употреблении книг количество клеток микроорганизмов незначительно. При использовании книг содержание клеток микроорганизмов, в том числе спор грибов, резко возрастает. Развиваясь на бумаге, они способны под действием секретруемых целлюлолитических ферментов разрушать ее волокнистую структуру.

Среди грибов, развивающихся на бумаге и книгах, имеются типичные, случайные, сильные и слабые доминанты. Выделяют следующие основные группы:

- а) грибы, постоянно встречающиеся на бумаге и разрушающие ее волокно, - *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus flavus*, *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium macrocarpum*, *Altemaria alternata*, *Penicillium roqueforti*, *Penicillium parpurodenum*, *Trichoderma viride* и др.;
- б) грибы, постоянно встречающиеся на бумаге и вызывающие отдельные поверхностные повреждения, - *Aspergillus candidus*, *Aspergillus niger*, *Chaetonium elatum*, *Penicillium canescens* и др.;
- в) грибы, утилизирующие вспомогательные компоненты: воск, парафин, канифоль и др., - *Botryotrichum piluliferum*, *Qidium diohamii*, *Qidium rubiginosum* и др.;
- г) специфические виды грибов, характерные для данного региона или биотопа. Иногда грибы этой группы преобладают в микоценозе.

Среди бактерий в книгохранилищах наиболее часто встречаются аэробные спорообразующие палочки рода *Bacillus*: *Bac. subtilis*, *Bac. licheniformis*, *Bac. coagulans* и др. Повреждение бумаги термофильными

бактериями можно наблюдать на самой первой стадии ее получения. На целлюлозно-бумажных комбинатах при переработке древесной щепы в бумажную массу при температуре 70-80°C развиваются термофильные бактерии. Для борьбы с ними к бумажной массе добавляют различные биоциды, например пентохлорфенолят натрия и буру.

Сложные сообщества микроорганизмов, обнаруженные в бумажной пульпе, получаемой при производстве бумаги, образуют сгустки комков и слизи, резко снижающие ее качество. Использование таких биоцидов, как диметилдитиокарбонат кальция, катании, этилмеркурфосфат, позволяет предотвратить слизееобразование. Обработка бумаги синтетическими полимерными смолами с гидрофобными свойствами, например полиэтиленом, приводит к образованию защитного барьера, который предохраняет бумагу от повреждений микроорганизмами.

Соблюдение определенных санитарно-гигиенических правил при производстве, хранении и эксплуатации позволяет значительно снизить возможность поражения бумаги, книг, архивных документов. Эффективным способом их защиты является уменьшение влажности до 8-10%. Поддержание постоянной температуры в пределах 17°C ($\pm 3^\circ\text{C}$) и относительной влажности 55% ($\pm 10\%$) позволяет исключить развитие грибов и бактерий. В помещениях, где хранятся книги, следует производить очистку воздуха от пыли, а в случае необходимости и обеззараживание воздуха с помощью ультрафиолетового света.

В случаях, когда с помощью перечисленных мероприятий нельзя предотвратить биоповреждения, применяются биоциды. Биоциды используются для поверхностной обработки пораженных книг, архивных документов, бумаги или производства антисептированной бумаги. Для защиты бумаги применяются салициланилид, пентохлорфенолят натрия, полигексаметиленгуанидин, полиэтиленимин. При реставрации книг используются такие фунгициды, как п-оксидифенилметон, п-хлор-м-крезол,

трилан, гексабутилдистанноксин, нипагин (метилловый эфир п-оксибензойной кислоты).

Значительный ущерб деятельность микроорганизмов наносит текстильным материалам и волокнам. В тропических регионах в годы Второй мировой войны погибло большое количество военного снаряжения различных стран. Так, в Новой Гвинее микроорганизмами было приведено в полную негодность все военное снаряжение (тенты, брезент, одежда, обувь и т.п.). Легко подвергаются разрушительной деятельности микроорганизмов текстильные материалы на основе волокон хлопчатника, лубяных, джутовых волокон, так как хлопковые волокна содержат 90% целлюлозы от их массы, а лубяные волокна - льняные, конопляные - около 70% целлюлозы, которая является для микроорганизмов источником углерода и энергии. Сравнительное изучение устойчивости волокон различных растений показало, что волокна из конопли и льна быстро разрушаются бактериями, а волокна кокосовой пальмы, канатника более устойчивы к их действию.

В условиях повышенной влажности и температуры наблюдается быстрое повреждение текстильных материалов. При этом биоповреждения фиксируются на разных этапах их изготовления, применения и хранения. Интенсивность повреждения волокон и тканей микроорганизмами возрастает при контакте с водой и почвой. В странах с тропическим и субтропическим климатом материалы и изделия повреждаются в большей степени и в более короткий срок, чем в странах с умеренным и холодным климатом. Загрязнение материалов частицами пыли усиливает биоповреждающий процесс. Материалы с гидрофобной поверхностью поражаются микроорганизмами меньше, чем материалы и изделия, у которых поверхность смачивается водой. Такие технические ткани, как брезент, тенты, а также палатки, паруса, канаты, рыболовные сети и др. нестойки к биологическому фактору. Разрушение брезента, палаточного полотна активно осуществляют грибы. Среди грибов, повреждающих текстильные

материалы, наиболее часто встречаются представители родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Fusarium* и др.

Основными агентами, повреждающими рыболовные хлопчатобумажные сети и сети из кендыря, являются аэробные и анаэробные бактерии. Биоповреждения волокон, тканей и нетканых материалов в почве вызывают грибы, актиномицеты и бактерии *Achromobacter* sp., *Cellvibrio fulvns*, *Cellulobacillus mitogenes*.

Биоповреждения текстильных материалов характеризуются появлением затхлого запаха и цветных пятен желто-оранжевых, красно-фиолетовых, зеленовато-коричневых оттенков, в зависимости от цвета пигмента, вырабатываемого преимущественно грибами.

Для защиты волокон и текстильных материалов используются обработка биоцидами и химическая модификация волокон с нанесением на них защитных покрытий, предохраняющих от воздействия микроорганизмов.

Устойчивости к микроорганизмам хлопчатобумажных тканей достигают их обработкой 2-3 % -ным медно-аммиачным раствором. В результате набухания и поверхностного растворения волокна медь проникает в глубь волокна и обеспечивает защиту.

Брезентовое и (или) палаточное полотно для повышения биостойкости обрабатывают медно-хромово-таннидным препаратом. Содержание на ткани 0,5-1 % меди и 0,3-0,8 % хрома повышает не только стойкость, но и устойчивость к действию света и влаги.

К эффективным биоцидам относятся салициланилид (ширлан), стеарат меди (медное мыло), нафтенат меди, 8-оксихинолят меди, органические соединения олова, хлорированные фенолы и их производные: пентахлорфенолят натрия, эфир пентахлорфенола и лауриновой кислоты и т.д. В качестве средства защиты от микробиологического повреждения хлопчатобумажных, льняных тканей. А так же для изготовления биостойкой бумаги и картона используется трилан (4,5,6- тирхлорбензоксазолинон).

Вещества, применяемые для защиты текстильных материалов не безопасны для человека и окружающей среды. Поэтому большое внимание уделяется исследованиям, направленным на изменение химической структуры соединений, составляющих основу материалов, для придания им большей стойкости к воздействию микроорганизмов. Например, ацетатные волокна получают из ацетилцеллюлозы - продукта этерификации целлюлозы уксусным ангидридом. Они более устойчивы к повреждающему действию целлюлолитических ферментов микроорганизмов, так как в отличие от обычных целлюлозных волокон, имеющих боковые гидроксильные группы, макромолекулы ацетатных волокон имеют боковые ацетатные группы, которые оказывают стерические препятствия взаимодействию макромолекул с целлюлазами. Значительно меньше поражаются грибами метилцеллюлоза и цианэтилцеллюлоза.

Таким образом, на сегодняшний день для защиты от микробиологических повреждений существует достаточно разнообразный спектр средств, обладающих биоцидным действием. Однако, не смотря на значительные успехи в создании эффективных средств защиты целлюлозосодержащих материалов и древесины, проблема их микробиологического разрушения не решена и требует изучения адаптивных свойств и возможностей биодеструкторов в зависимости от технологических режимов получения сырья, изготовления, хранения, эксплуатации материалов и изделий с использованием существующих способов защиты. При разработке стратегии защиты от биоповреждений и выборе конкретных защитных мероприятий необходимо учитывать биоценотические связи, так как через популяцию и биоценоз виды реально участвуют в осуществлении биоповреждающего процесса по цепи: материал, изделие - популяция биоценоз - биосфера. Биоценотические связи относятся к одним из самых важных факторов, которые могут ускорить или затормозить биоповреждающий процесс, изменить его характер и продолжительность, оказать влияние на его последствия. В биоповреждающий процесс, благодаря своим связям с

популяцией повреждающего вида, вовлекаются опальные члены биоценоза, становясь при этом косвенными или прямыми его участниками. Проявление биоповреждающих свойств у новых видов требует в свою очередь создания новых средств защиты.

Глава 5

Биоповреждения, вызванные птицами

Характеризуя высших позвоночных животных с точки зрения их биоповреждающей деятельности, мы должны учитывать их высокое положение к эволюции, с одной стороны, большое значение в биоценологических процессах, особое место в биосфере, с другой. В то же время необходимо и, подчеркнуть что основную роль в качестве источников биоповреждений выполняют представители классов птиц и млекопитающих, а среди них - отдельные цельные представители отрядов воробьиных, чаек и грызунов. Главные биоповреждающие виды практически всегда являются массовыми, синатропными, космополитически распространенными, прогрессирующими в своей численности. Точно так же характерными особенностями, объединяющими их, является то, что они, как правило, не используют, повреждаемые ими объекты в биологических целях и главными средствами защиты от многих из них являются воздействующие на поведение этологические средства.

5.1. Птицы. Общая характеристика

Птицы - специализированная группа высших позвоночных животных, приспособившихся к полету. Они характеризуются следующими основными признаками. Тело покрыто перьями, а передние конечности преобразованы в крылья. В отличие от всех других наземных позвоночных птицы - двуногие животные, использующие задние конечности для передвижения по твердому субстрату. Для них характерны также высокоразвитые полушария головного мозга и органы чувств, постоянная и

высокая температура тела, четырехкамерное сердце и полное отделение венозной крови от артериальной. Птицы обладают высоким общим уровнем жизнедеятельности за счет интенсификации обмена веществ и усложненного поведения, связанного с разнообразными формами заботы о потомстве и сложными взаимосвязями с окружающей средой. Обособление птиц от пресмыкающихся, видимо, произошло в конце триаса- начале юры.

Класс птиц представлен в настоящее время 27 отрядами, 270 семействами и 8800 видами. Из них на территории СССР обитают представители 18 отрядов, 75 семейств, 750 видов.

Общее число птиц, населяющих земной шар, насчитывает около 100 млрд, особей. Они встречаются везде, за исключением внутренних частей Антарктиды, населяют высочайшие горные системы мира на высотах, превышающих 7 тыс. над уровнем моря, пустыни и степи., леса, морские побережья и океаны.

В нашей стране птицы населяют все природные зоны и достаточно многочисленны всюду.

Наибольшее количество видов птиц встречается в Центральной и Южной Америке - около 2 тыс., в Центральной Африке - более 1 тыс., по мере удаления от тропиков количество видов уменьшается, насчитывая в таежной зоне около 250 видов. В Англии их число составляет 120 млн. (около 400 видов), в том числе зябликов и черных дроздов 10 млн., скворцов 7 млн., домовых воробьев 3 млн., грачей около 2 млн.

В процессе эволюции птицы освоили различные местообитания и в настоящее время встречаются в различных типах ландшафта. Так, древесно-кустарниковые птицы гнездятся и кормятся в кронах деревьев и кустарников, некоторые виды используют для гнездования дупла (славки, синицы, кукушки, колибри, дятлы, трогоны, мамоты, рожеклювы). Наземно-древесные птицы собирают корм как в кронах, так и на земле, устраивая гнезда на поверхности почвы и в кустарниках (тетеревиные, голуби, дрозды, крапивники, вьюрки, овсянки). Наземные птицы приспособились к

гнездованию на поверхности субстрата и наземному питанию (коньки, трясогузки, чеканы, каменки, тинаму, авдотки, дрофы, тиркушки, рябки). Околоводные птицы населяют заросшие и открытые берега водоемов, где находят пищу и места для гнездования (кулики, цапли, пастушки, фламинго). Водные птицы добывают пищу, плавая и ныряя, устраивая свои гнезда на побережьях морей, океанов или внутренних водоемов {пингвины, гагары, поганки, бакланы, чистиковые). Для птиц, охотящихся на лету, характерны длинные и узкие крылья, способствующие маневренному полету и длительному планированию на разной высоте над водой (чайки, крачки, фрегаты, поморники, веслоногие), или, напротив, широкие крылья, как у орлов, грифов и других парителей.

Некоторые виды, такие, как сипуха и скопа, морской зуек, деревенская ласточка, распространены на земном шаре чрезвычайно широко, встречаясь на всех или почти всех материках, ареал других видов охватывает континенты или их части. Только на Таймыре и Ямале гнездится краснозобая казарка, на Чукотке - кулик-лопатень. Отдельные виды по разным причинам, в том числе связанным с деятельностью человека, резко расширяют свой ареал, как, например, кольчатая горлица, канареечный выюрок, майна, в то же время ареалы других видов резко сокращаются, а численность падает. Если численность зяблика превышает 200 млн. особей, кайр - около 60 млн., то калифорнийских кондоров - всего 60 особей, американских журавлей - 50, белоспинных альбатросов - 30. В настоящее время 181 вид и 77 подвидов птиц согласно Международной Красной книге являются редкими и исчезающими. На территории СССР таких видов насчитывается 80.

За период с 1600 г. на земном шаре исчезло 94 вида птиц. Это обстоятельство заставляет быть особенно внимательным при проведении практических мероприятий, направленных на защиту технических устройств от биоповреждающей деятельности птиц, - во всех случаях эти мероприятия не должны противоречить природоохранным принципам, полностью

исключая возможность какого-либо отрицательного воздействия на охраняемые виды птиц, занесенные в Красную книгу СССР.

Среди биологических особенностей птиц, определяющих их роль в создании биоповреждающих ситуаций, наибольшее значение имеет их способность мигрировать на различные расстояния, создавать массовые концентрации в непосредственной близости от хозяйственно важных объектов. Поскольку не во всех случаях миграции и создаваемые за счет них повышенные концентрации носят периодический и сезонный характер и значительная часть пространственных перемещений относится к категории нерегулярных, то создаваемые птицами биоповреждающие ситуации не всегда предсказуемы.

Другой биологической особенностью птиц, существенной с точки зрения создаваемых ими биоповреждений ситуаций, являются высокоразвитые ориентационные способности, возможность обучаться на новые ориентиры и экстраполировать их перемещения в пространстве, сигнализировать своим популяционным и биоценотическим партнерам о сложившейся ситуации и оптимальной стратегии поведения в данных условиях. Огромное значение имеет синантропизм птиц, обеспечивающий тесные связи с человеком и результатами его деятельности, позволяющий активно реагировать на новые объекты и материалы антропогенного происхождения, использовать их в своих экологических целях.

Около 2/3 видов птиц совершают длительные сезонные миграции, отличающиеся строгой периодичностью. Во время сезонных перелетов птицы способны преодолевать значительные расстояния, например полярные крачки в течение нескольких недель - до 15 тыс. км, перемещаясь от мест гнездовий (северные побережья Азии, Европы и Северной Америки) до зимовок, расположенных в южных водах Тихого, Атлантического и Индийского океанов. Мелкие птицы пролетают в среднем около 300 км, при этом они летят около 6 ч и остальное время отдыхают. После двух миграционных суток птицы останавливаются на 2-3 суток отдохнуть и

покормиться. Большинство птиц во время сезонных перелетов летит на высоте до 1,5-2 тыс. м, хотя крупные птицы залетают на высоты 6 тыс. м и выше. Максимальная скорость мигрирующих птиц составляет 11,5 м/с у перепелятника, 14,6 м/с у зяблика, 20,6 м/с у скворца.

В межмиграционный период пространственные перемещения птиц менее продолжительны и масштабны, хотя, как правило, периодичны. У многих видов существуют регулярные суточные перелеты на кормежку. Зимующие птицы нередко совершают регулярные кочёвочные миграции, скапливаясь многотысячными стаями в удобных для ночевки местах. Осенью молодые птицы, покинувшие гнезда, совершают кочевки иногда на значительные расстояния. В летний период водоплавающие мигрируют в укромные места, где интенсивно линяют, теряя способность к полету (миграции на линьку крыла). Массовые выселения (инвазии) за пределы ареала совершают виды, экологически связанные с семенами древесных растений и зависящие от их урожая.

Открытый образ жизни, постоянные перемещения способствовали развитию у птиц совершенной ориентации, сигнализации и общения. Определяя свое местоположение в пространстве, птицы используют в качестве опорных ориентиров солнце и звезды, магнитные поля, барические градиенты, поляризованный свет, инфразвуковое излучение, ландшафтное окружение, партнеров по виду и биоценозу. Информацию об этих ориентирах птицы получают благодаря совершенным органам чувств, среди которых зрение является уникальным и во многих отношениях непревзойденным в животном мире. Слух птиц хотя и уступает в отношении общего диапазона восприятия таковому млекопитающих (летучие мыши, дельфины), однако превосходит их в отношении разрешающей способности, восприятия деталей и распознавания сложных звуковых образов, кодирования биологически важной информации. Новые данные свидетельствуют о возможности птиц ориентироваться по запахам. Так, ученые Пизанского университета установили, например, способность

почтовых голубей отыскивать свою голубятню с помощью «запаха» той части города, где она расположена.

Важным источником информации о пространстве являются сигналы популяционных и биоценотических партнеров (опосредованная ориентация). С помощью оптических и акустических сигналов птицы передают и воспринимают значительные объемы информации, касающейся пространственных характеристик окружающей среды и самих источников информации.

Совершенная ориентация позволяет птицам успешно решать широкий круг экологических задач и в том числе совершать регулярные и нерегулярные миграции, спасаться от врагов, отыскивать подвижную добычу, воспитывать птенцов, осуществляя поведенческие акты высокой степени сложности с использованием элементов рассудочной деятельности.

Способности к счету и количественным оценкам, экстраполяции пространственных перемещений природных ориентиров дают им значительные преимущества перед другими классами животных. Вместе с высокоразвитыми коммуникативными способностями они обеспечивают важнейшее приобретение класса - групповое поведение, коллективный, стайный образ жизни, дающие им дополнительные преимущества в защите от врагов, поисках и добывании пищи. В скоплениях птиц благодаря обучению и передаче опыта создаются благоприятные условия для лучшей ориентации в пространстве (эффект групповой ориентации), непрерывного пополнения группового опыта и групповой памяти, его биологически целесообразной реализации за счет обучения молодых особей.

В сложную мозаику распределения птиц все более активно вмешивается человек, меняя и преобразуя лик планеты, создавая значительные территории новых для птиц биотопов. Расширяются площади под городскими кварталами, сельскохозяйственными землями, транспортными магистралями, аэродромами. В настоящее время на земном шаре насчитывается свыше 130 городов с миллионным населением, 30% поверхности суши заняты

сельскохозяйственными землями. Ежегодно десятки тысяч гектаров земной поверхности покрываются асфальтом. Птицы по-разному реагируют на эти изменения. Численность одних резко падает, других-увеличивается, и они становятся обитателями вновь созданных местообитаний.

В новых экологических условиях создаются новые сообщества и в некоторых из них вовлекаются созданные человеком устройства и сооружения в качестве объекта биоповреждающего действия. Летательные аппараты, энергетические установки, промышленные сооружения, памятники культуры все чаще оказываются в положении повреждаемых птицами объектов, - одни как экологически используемые птицами, другие - в результате случайных, но крайне нежелательных по своим последствиям коллизий.

Человек в любом случае не может игнорировать эти ситуации и вынужден учитывать синантропных птиц как один из факторов своего существования. В свою очередь, обитая рядом с человеком, синантропные птицы вынужденно меняют свои биоритмы, поведение, репродуктивные циклы, питание и другие экологические характеристики.

Экологическая пластичность птиц, их «свободное» отношение к пространству расширяют зону контактов птиц с человеком, увеличивают многообразие этих контактов. Начиная эти контакты как вынужденные, в дальнейшем птицы ведут себя по отношению к человеку как экологические экспансионисты, используя человека и создаваемую им среду как выгодную для себя и в дальнейшем - необходимую. И создаваемые человеком технические устройства и сооружения все чаще становятся для птиц экологически важными компонентами этой новой среды.

Перечисленные биологические особенности, способствующие проявлению повреждающей деятельности и свойственные классу птиц в целом, неодинаково выражены в различных группах. Из 170 семейств представители чайковых, голубей, врановых, скворцовых и ткачиковых наиболее часто фигурируют среди источников биоповреждающего действия,

в то же время в каждом из этих семейств не все, а лишь немногие виды. На территории СССР это речная, сизая и серебристая чайки, сизый голубь, грач и серая ворона; обыкновенный скворец, домовый воробей. Все они характеризуются способностью создавать огромные концентрации на огромной площади, терпимым отношением к человеку и результатам его деятельности (большинство - облигатные синантропы), групповым образом жизни. Их численность, значительная в настоящее время, неуклонно растет, делая взаимоотношения с этими видами одним из серьезных факторов экологии человека.

5.1.1. Систематический статус повреждающих групп

Среди 8800 населяющих земной шар видов птиц примерно 1%, т. е. около 100 видов, относятся к биоповреждающим, наносящим вред сырью, материалам, технике и сооружениям. Одни виды регулярно сталкиваются с самолетами, другие, поселяясь на опорах линий электропередач, вызывают аварии энергосети, третьи пачкают пометом памятники и крыши, способствуя усиленной коррозии металла. К биоповреждающим видам у нас относятся озерная, сизая и серебристая чайки, сизые голуби, скворцы, грачи и серые вороны, представляющие отряды ржанкообразных, голубеобразных и воробьинообразных.

Отряд ржанкообразные (Charadriiformes) насчитывает 289 видов, в СССР - 133 вида. Птицы средних и мелких размеров, ведущие водный или околоводный образ жизни, с редуцированным задним пальцем и слабо пневматизированным скелетом, заостренными крыльями, яйца с окрашенной скорлупой и пятнистостью, птенцы выводкового типа. Широко распространены по земному шару.

Семейство чайковые (Laridae), включающее основные биоповреждающие виды (в СССР - озерную, сизую и серебристую чайку), объединяет птиц белой или серебристо-серой окраски (редко с черным), с легким, маневренным

полетом, гнездящихся колониально на земле, уступах скал, сплавинах, на крышах зданий. Откладывают 2-3 пестрых, яйца, инкубация длится от 2 до 4 недель, через 1-2 дня после вылупления птенцы хорошо бегают и плавают, но держатся вблизи гнезда, поднимаясь на крыло в возрасте 2 -4 недель. Большинство ведут мигрирующий или кочевой образ жизни. Крупные виды питаются рыбой, падалью, грызунами, мелкие-насекомыми и другими беспозвоночными, мальками. В питании все большее значение приобретают пищевые отбросы, подбираемые на свалках и помойках. Многие виды охотно контактируют с человеком, поселяясь на окраинах городов и в городах. Численность таких видов всюду непрерывно растет. Наносят значительный ущерб, сталкиваясь с самолетами, выедавая корм из клеток на зверофермах, загрязняя крыши жилых и промышленных сооружений. В семействе- 78 видов, из них на территории СССР встречается 31 вид.

Отряд голубеобразных (Columbiformes) насчитывает 310 видов, широко распространенных в тропиках и умеренном поясе, из них на территории СССР встречается 16 видов. Мелкие и средней величины с плотным оперением и удлинёнными, заостренными крыльями. Основной биоповреждающий вид - сизый голубь - представитель семейства голубиных - Columbidae, включающий 285 видов мелких и средней величины птиц с тонким удлинённым и вздутым у основания клювом и восковицей у основания надклювья. Некоторые виды ведут оседлый образ жизни, тогда как другие совершают протяженные миграции. Хорошо ходят, быстро и маневренно летают, пьют, всасывая воду, не поднимая головы. Гнезда в виде рыхлой кучки прутиков устраиваются на деревьях в развилках ветвей, в дуплах, жилых и промышленных постройках. В кладке - 2, реже 1 яйцо белого или кремового цвета, насиживаемые обоими родителями от 2,5 до 5 недель. Слепых, покрытых редким нитевидным пухом птенцов выкармливают оба родителя «зобным молочком», в возрасте 2,5-4 недель птенцы приобретают способность к полету и покидают гнездо. Наиболее массовый вид - сизый голубь обитает как облигатный синантроп в городах и

населенных пунктах, делая по 4-5 кладок в году и питаясь на помойках и свалках, а также используя подкормочные площадки, устраиваемые населением в жилых кварталах. Наносят существенный ущерб городскому хозяйству, памятникам и сооружениям, загрязняя пометом и вызывая ускоренную коррозию металлических поверхностей.

Отряд воробьинообразных (Passeriformes) относится к числу самых многочисленных, объединяя больше половины всех ныне живущих видов птиц. Включает 5100 видов, из которых на территории СССР встречается 323.70 семейств этого отряда представлены мелкими и средней величины птицами, обитающими всюду, кроме Антарктики. Все они имеют плотно прилегающее или рыхлое оперение, четырехпалые ноги с острыми когтями (один палец направлен назад), хорошо летают и быстро передвигаются по субстрату. Для них характерна моногамия и участие обоих родителей в насиживании и выкармливании потомства, развитие по птенцовому пути.

Слепые и голые птенцы не покидают гнездо, пока не оперятся и не достигнут размера взрослых, родители кормят птенцов, вкладывая пищу в раскрытый клюв. Вылетевшие из гнезда птенцы некоторое время держатся с родителями.

Основные биоповреждающие виды в фауне СССР относятся к семействам вороновых и скворцовых.

Серая ворона и грач, наносящие значительный ущерб техническим устройствам, сооружениям и энергетическим установкам,- представители семейства вороновых (Corvidae). Семейство объединяет 100 видов, из которых в СССР встречается 16, широко распространенных всюду по земному шару большеголовых и большеклювых птиц, в основном оседлых и кочующих, иногда перелетных, гнездящихся одиночно и колониями на деревьях, в зарослях кустов, постройках. В массивные гнезда из веток с мягкой выстилкой нередко вплетают проволоку; гнезда все чаще устраивают на технических сооружениях и опорах. Откладывают 2-4, иногда 7-9 голубоватых с коричневым крапом яиц, которые насиживаются 16-22 дня,

птенцы вылетают через 3-5 недель после вылупления. Всеядны, в последнее время всё чаще используют пищевые отбросы, собираемые на свалках и мусорных кучах. Охотно контактируют с человеком, многие виды колониальны и ведут стайный образ жизни вне периода размножения. Обладают высокоразвитыми способностями к сигнализации и звукоподражанию, сложным формам поведения и аналитико-синтетической деятельности.

Обыкновенный скворец, наносящий значительный ущерб техническим устройствам, сырью и городскому хозяйству, представляет многочисленное (1 10 видов) семейство скворцовых (Sturnidae). Мелкие и средней величины птицы плотного телосложения имеют крепкий, удлинённый заострённый книзу клюв, сильные ноги с острыми когтями, густое оперение окрашено в чёрные, коричневые и белые тона (иногда красные и синие) с металлическим блеском, у некоторых видов на голове - хохол, а пространства около глаз и клюва - голые. Большинство видов ведут колониальный образ жизни (стайный вне периода размножения). Рыхлые гнёзда устраиваются в укрытиях, иногда норах, зданиях, сооружениях различного назначения: Откладывают 4-6 беловатых или голубоватых яйца, которые насиживают самка или оба родителя, выкармливают птенцов всегда оба родителя. Через 2-4 недели птенцы покидают гнездо и кочуют со взрослыми, вплоть до начала миграций. Некоторые виды ведут оседлый образ жизни. Питаются насекомыми, моллюсками, червями, семенами, ягодами, плодами, кормятся в скверах и парках, используют пищевые отбросы. В садах и виноградниках уничтожают значительную часть урожая. Охотно контактируют с человеком, поселяются в городах, где гнездятся в зданиях и искусственных гнёздовьях, часть популяций становится оседлой. Численность некоторых видов непрерывно растёт и защита от биоповреждающей деятельности скворцов становится важной задачей.

Помимо чаек, врановых и голубей в биоповреждающих ситуациях участвуют дневные хищники, голенастые, пластинчатоклювые, стрижи и

дятлы, однако их участие не столь значительно и в большинстве случаев носит нерегулярный характер, поэтому мы не относим их в категорию облигатных и массовых «биоповрежденцев», требующих специальных мер борьбы и защиты.

5.1.2. Повреждаемые птицами объекты

Невозможно охватить весь перечень материалов, технических устройств, архитектурных и промышленных сооружений, памятников, наконец, сырьевых ресурсов в стадии добычи, хранения, транспортировки и переработки повреждаемых птицами, поэтому мы остановимся лишь на главных, наиболее важных.

Повреждение пушно-мехового сырья. Птицы являются косвенными источниками биоповреждений пушно-меховых изделий и снижения их качества, поскольку съедают на зверофермах значительную часть корма, предназначенного зверькам. Этот вред наносят главным образом серые вороны, трудно поддающиеся в этих условиях отпугиванию и тем более уничтожению. Насильственное изъятие части ворон путем отлова и отстрела сопровождается быстрым пополнением за счет городских популяций. И хотя количественные выражения этих потерь пока еще трудно оценить, их значительность несомненна. Действенных мер защиты от птиц в условиях звероферм пока еще не существует. Одним из наиболее перспективных в этом отношении методов должны стать дрессированные хищники.

Повреждение энергетических установок. В последнее десятилетие грачи, аисты и другие птицы перешли к гнездованию на опорах линий электропередач, устраивая свои гнезда на металлических конструкциях. Используя при этом для строительства гнезд наряду с обычным материалом обрезки проволоки, в изобилии валявшиеся под опорой, грачи вызывают аварийные отключения, лишая энергопитания заводы, фермы, больницы и т. д. Устраивая тяжелые гнезда на железнодорожных станциях, аисты начали

создавать помехи эксплуатации транспорта. О том, насколько ощутимы эти помехи возникающие по вине птиц, свидетельствуют следующие цифры. Поданным А. М. Болотникова и его сотрудников (1981), грачиные гнезда, расположенные на опорах ЛЭП (до 55 на одной опоре), вызывают аварийные отключения энергосети (до 15 аварий на каждые 6 опор в сезон гнездования). Один только поиск места такого отключения обходится в сотни рублей, но последствия его несоизмеримо более весомы и в сумме наносят огромный ущерб.

Наряду с гнездостроительной деятельностью птицы стали создавать существенные помехи энергосети благодаря использованию опор в качестве мест отдыха и приезды. Источником аварии в этом случае был жидкий помет, струя которого становилась проводником и вызывала замыкание, убивающее птицу и одновременно отключающее ток. О том, как часто это происходит, свидетельствует количество трупов птиц под линиями электропередач. Только в Калмыкии на каждые 30 км линий можно насчитать до 70 трупов птиц, главным образом орлов (Б. М. Звонов, Г. А. Кривоносов, 1981).

Сравнительно недавно возникла и существенно возрастает величина ущерба, вызываемого большими пестрыми дятлами, повреждающими вершины деревянных опор энергосети в условиях сельской местности. Дятлы раздалбливают оголовки опор, чаще всего поблизости от изоляторов. Возникают глубокие щели, в которых развивается грибная флора. Вершина опоры загнивает, чаще всего в районе изоляторов, которые в некоторых случаях даже выпадают. Ремонт и замена опор сопровождаются значительными расходами и чрезвычайно трудоемки, учитывая условия сельской местности. Таким образом, повреждение дятлами деревянных опор линий электропередачи в масштабе страны приносит значительный ущерб и также требует внимания ученых и практиков.

Повреждение памятников культуры, архитектурных и промышленных сооружений. Посещая крупные города с давней историей и многочислен-

ными памятниками, представляющими огромную культурную ценность, мы нередко бываем свидетелями их плачевного состояния. Скульптуры и здания густо обсажены сизыми голубями, облиты их пометом, покрывающим поверхность подобно плотному белому панцирю, а там, где он отпал, уже видны следы сильной коррозии материала, из которого сделан памятник. Искусствоведы и специалисты затрачивают большие усилия на то, чтобы предохранить каменные постройки и скульптуры, металлические памятники и крыши зданий от птиц и все же до сих пор эта задача остается актуальной. Большой ущерб наносят чайки западно-европейским городам, устраивая свои гнезда на плоских крышах домов и беспокоя прохожих своими криками. Вороны и галки, пытаясь присаживаться на маковки церквей, обдирают когтями позолоченную поверхность, способствуя усиленной коррозии и нанося значительный материальный ущерб.

Повреждение транспортных средств. Материальный ущерб, вызываемый столкновениями самолетов и вертолетов с птицами, очень значителен прежде всего из-за высокой стоимости авиационной техники.

В начале века были зарегистрированы первые случаи столкновений самолетов с птицами, лишь иногда сопровождающиеся серьезными авариями (в 1912 г. в США из-за столкновения с птицей разбился летчик-испытатель), к настоящему времени число таких столкновений перевалило за 4000, причем каждое десятое из «их сопровождалось тяжелыми последствиями. В швейцарских ВВС, например, на каждые 10 тыс. ч полета приходится 9,7 столкновений с птицами.

Так с 1946 по 1963г. в Англии столкнулись с птицами 145 гражданских самолетов, убытки некоторых авиакомпаний составили 100 тыс. фунтов стерлингов. В США с 1961 по 1963г. произошло 430 столкновений с чайками, утками и воробьиными. Если средняя стоимость ущерба, нанесенного в результате одного столкновения, в те годы достигала 6,5 тыс. фунтов стерлингов, то в настоящее время она еще более возросла, поскольку многократно увеличилась стоимость самолетов, достигающая десятков, а для

экспериментальных машин - сотен миллионов долларов. Кроме того, из-за возросшей скорости самолетов соответственно увеличилась опасность столкновений и тяжесть их последствий. Птицам стало труднее избегать столкновений. Сила удара тела птицы о самолет, летящий со скоростью 2000 км/ч, стала достигать 30 000 кг.

В 39,4% столкновений гражданских самолетов птицы попадают в двигатель, в 32,4% - в плоскости, в 16% - в остекление кабины, в 7% - переднюю часть фюзеляжа. Изучая последствия таких столкновений, конструкторы укрепляют соответствующие узлы, увеличивают их птицестойкость. Готовые самолеты испытывают на птицестойкость, обстреливая их на специальном стенде птичьими тельцами из крупнокалиберной пневмопушки. Однако конструкторы ограничены в своих возможностях защиты самолетов от птиц, так как повышение птицестойкости самолетных узлов неизбежно сопровождается их утяжелением и падением мощности двигателей.

Поэтому наряду с технологическими средствами используются другие пути. Авиационные метеорологи с помощью радиолокаторов прослеживают перемещение массовых скоплений птиц особенно в тех точках, где они пересекаются с трассами авиалиний. Во время массовых миграций птиц воздушные коридоры, заполненные птицами, закрываются для движения воздушных лайнеров. Так, одна из швейцарских авиакомпаний, терпящая убытки до 324 тыс. швейцарских франков в год из-за 60 столкновений самолетов с птицами (3,2-7,6 столкновений на каждые 10 тыс. часов полета), улучшила на 48% статистику столкновений, наладив отслеживание массовых скоплений птиц и изменив трассы взлетающих и садящихся самолетов. До этого 90% столкновений происходило на взлете и посадке главным образом по вине чаек (30%), ласточек и стрижей (20%), хищных птиц (15-20%). Поскольку большая часть (до 60% и выше) столкновений гражданских самолетов с птицами происходит во время взлета или посадки, район аэродрома занимает особое место в защите самолетов от птиц. Территория современного аэродрома, занимающего площадь до 10 км², используется под сельскохозяйственные и лесо-

хозяйственные работы. И хотя птицы испытывают здесь значительные нагрузки от шума работающих двигателей и химического загрязнения, они находят в районе аэродрома лучшие кормовые условия в виде многочисленных насекомых и грызунов, семян сорняков и культурных растений, пищевых отходов (свалки и мусорные ящики у аэродромных городков), удобные места для отдыха, ночевки и устройства гнезд. На водоемах, расположенных поблизости от взлетной полосы, охотно гнездятся чайки, останавливаются кулики, утки, в ангарах и крышах административных зданий поселяются сизые голуби и галки, на высоких деревьях устраивают колонии грачи.

Во время сезонных миграций и кочевочных перемещений молодняка в конце лета концентрация птиц на аэродромах особенно возрастает, увеличивая опасность столкновения самолетов с птицами, главным образом молодыми и неопытными, недавно покинувшими свои гнезда, не знающими местных условий. Встречая в районе аэродрома экологически благоприятные условия, определенные виды птиц вовлекаются в аэродромный биоценоз, становясь его активными и наиболее массовыми участниками. Так, на Уилтширском аэродроме (Англия) обитает 43 вида птиц, включая опасных для авиации и наиболее часто сталкивающихся с самолетами чаек, чибисов, голубей, грачей, скворцов.

Не все обитающие на аэродроме или посещающие его территорию во время кочевки и миграций виды опасны для самолетов. В зависимости от образа жизни, поведения и других факторов с самолетами сталкиваются в основном лишь вполне определенные представители аэродромной фауны, в то же время значительное число видов относится к категории случайных, столкновения которых с самолетами трудно прогнозировать и еще труднее предотвратить. Среди 2850 птиц, столкнувшихся с 1541 самолетом в Англии в 1966-1976 гг. (20% столкновений произошло на взлетнопосадочной полосе), основную массу составили озерная и сизая чайки (42,2%), чибисы (14%), стрижи (5,6%), вяхири (5,3%), скворцы (3,7%) и врановые (1,9%), все другие виды попадали в эту категорию случайно и единичными случаями.

Изучая статистику столкновений, орнитологи выявляют ее зависимость от времени суток, высоты и характера полета, скорости и т. д. (В. Э. Якоби, 1974). Поданным А. И. Рогачева и В. В. Ходченко (1981), в СССР с 1970 по 1979 г. столкнулось 1500 гражданских самолетов, причем большинство столкновений (28%) произошло в августе и сентябре, в светлое время суток (67%), на высотах до 100 м (46%), при скорости полета самолета 101-300 км/ч: (71%), сталкивались во время посадки (40%).

Значительное место в практических мероприятиях по защите самолетов от птиц занимает прогнозирование орнитологической обстановки в зависимости от сезона, времени суток, метеоусловий и т. д.

Изучая аэродромную фауну и сопоставляя ее со статистикой столкновений в районе аэродрома, орнитологи заботятся о ликвидации привлекающих птиц экологических факторов, направленном формировании аэродромной фауны, уменьшения численности видов, наиболее часто сталкивающихся с самолетами. При этом широко используются средства отпугивания птиц, основанные на пиротехнических и акустических устройствах, имитирующих тревожные крики птиц, сопровождающиеся звуками ружейных выстрелов и пиротехническими эффектами. Если гражданские самолеты повреждаются, сталкиваясь с птицами при взлете и посадке (их полет протекает на высотах до 9 тыс. м, на которые птицы практически не залетают или залетают очень редко), то самолеты военной авиации, летящие на низких высотах, захватывают коридоры, используемые мигрирующими птицами. В военно-морской авиации капиталистических стран большинство столкновений происходит на высотах до 300 м, в основном в марте - мае и сентябре - ноябре, в утренние часы. При этом в отличие от гражданских самолетов наиболее уязвимым оказывается двигатель, повреждаемый в 45% случаев.

Значительное место в повреждении птицами самолетов занимает порча их «а открытой стоянке и во время ремонта под крышами ангаров. Серые вороны засовывают остатки пищи в хвостовое оперение самолетов,

расклеивают брезентовую обшивку вертолетов, воробьи, трясогузки и большие синицы устраивают гнезда в отверстиях тяги элеронов. Базируясь на временных аэродромах, самолеты и вертолеты сельскохозяйственной авиации повреждаются птицами, устраивающими в них свои гнезда и нарушающими обшивку.

5.1.3. Основные направления в защите от биоповреждений, вызываемых птицами

Оценивая средства защиты с точки зрения их воздействия на организмы, вызывающие повреждения, их, вероятно, можно разделить на три категории. В первую категорию войдут средства, вызывающие гибель организмов при попытке нанести повреждение объекту или просто при контактах с ним (биоцидные средства). Вторую категорию составят средства, ухудшающие физиологическое состояние организма - обратимо и только в зоне непосредственной близости с объектом. Наконец, средства, входящие в третью категорию и получившие название этологических средств, способны влиять на поведение организма, вызывая у него реакцию бегства от объекта, его активного избегания.

Все три категории в разной степени используются против микроорганизмов, растений, беспозвоночных и позвоночных животных. Если для микроорганизмов в основном используются биоциды, то для высших животных, включая птиц, - в большей степени этологические средства. Преимущественное использование этологических средств против организмов, занимающих высшие ступени эволюционной лестницы, объясняется, в первую очередь, высокоразвитыми способностями последних к пространственной ориентации и сигнализации, позволяющими путем имитации естественных ориентиров и сигналов влиять на их поведение в нужном для человека направлении. И хотя в практике защиты от биоповреждений достаточно быстро совершенствуются все средства, в отношении высших животных отчетливо

смещаются акценты от биоцидных к этологическим средствам, которые приобретают все большее практическое значение.

Эти средства отпугивают или отвлекают животное от объекта, стимулируя его направленное перемещение в желательную для человека сторону. При этом животному не грозит гибель и это обстоятельство имеет огромное значение в тех случаях, когда биоповреждения вызываются видами, имеющими большую научную, хозяйственную или культурную ценность, затрудняя или делая невозможным использование в качестве средства защиты их прямое уничтожение.

Использование элиминирующих средств, основанных на уничтожении, крайне нежелательно в тех случаях, когда биоповреждающими агентами оказываются животные, поскольку их выпадение из биоценоза может иметь для последнего самые нежелательные последствия. Конечно, это полностью относится к растениям, но в отличие от животных они не могут управляться этологическими средствами и здесь приходится использовать биоциды и другие более жесткие методы защиты. В отношении микроорганизмов вопрос об ограничении биоцидных мер, имея в виду природоохранные и биоценотические аспекты, пока не стоит, хотя он, по-видимому, возникнет и в будущем приобретет свою актуальность.

Какими же преимуществами, помимо указанных, обладают этологические средства? По сравнению с другими средствами защиты от биоповреждений они более дешевы, экономичны, эффективны, надежны. Кроме того, они характеризуются также масштабностью и пролонгированностью действия, т. е. качествами, важными в осуществлении профилактических мероприятий. И, наконец, этологические средства хорошо вписываются в систему защитных мероприятий как составная часть будущего биосферного мониторинга.

Очевидные преимущества этологических средств перед другими делают их ускоренную разработку и внедрение одним из самых актуальных направлений в решении проблемы. При этом много полезного удастся почерпнуть из опыта, накопленного в этом направлении сельскохозяйствен-

ной энтомологией и териологией. Однако наиболее впечатляющие успехи достигнуты орнитологами и поэтому, рассматривая возможности и перспективы использования этологических средств в защите от биоповреждений, мы будем в основном опираться на орнитологический материал. Именно орнитологи, начав свои поиски с открытия в 50-е годы первых репеллентных сигналов и условно применив их для защиты от птиц аэродромов и посевов, впоследствии создали целое научно-практическое направление на стыке этологии с сельским хозяйством и авиацией - «управление поведением птиц».

Среди средств, наиболее часто используемых в настоящее время в целях защиты от биоповреждений деятельности птиц, наибольшее распространение получили акустические, оптические, химические, механические (защитно-изолирующие) и экологические средства, а также комбинированные средства, основанные на совместном использовании нескольких из них одновременно. Как мы видим, в основу такой классификации положена модальность действующего начала и отчасти способ его воздействия на птиц.

Акустические средства относятся к категории наиболее известных и широко применяемых в настоящее время. Однако первые свидетельства об их использовании мы встречаем уже на египетских фресках XVIII династии, созданных за 3000 лет до н. э. На одной из наиболее известных фресок изображен охотник, вспугивающий дичь (цапель, уток и других водных птиц, затаившихся в тростнике) с помощью птицы, которую он держит за ноги и которая кричит (судя по положению подклювья и надклювья). А поскольку птица, взятая за ноги, издает крики, называемые в настоящее время «сигналами бедствия», то у нас есть основания полагать, что в Древнем Египте уже знали об этих сигналах, о способе их получения и их влиянии на поведение птиц. Используя «живые» магнитофоны, египтяне получали тот же эффект, которого добиваются в настоящее время специалисты в области

защиты от биоповреждений с помощью современной звукозаписывающей и звуковоспроизводящей техники.

Репеллентное действие «сигналов бедствия» было вторично «открыто» в 1954г. американским исследователем Г. Фрингсом, работающим со скворцами и чайками. В настоящее время магнитофонные трансляции сигналов бедствия и других тревожных и предупреждающих сигналов используются в качестве основного средства, отпугивающего птиц от аэродромов, посевов зерновых, виноградников, садов, крупных жилых массивов, привлекающих птиц в период летне-осенних кочевок, миграций или зимовок.

Как правило, записи транслируют в виде коротких эмиссий длительностью 20-50 с. с интервалами 2-4 мин (до 30 эмиссий в 10-15 сеансах). Транслируя записи, оператор следит за поведением птиц и в случае слабой ответной реакции принимает необходимые меры. Эффект «привыкания», наступающий после многократного повторения записей, является адаптивной реакцией, которую можно преодолеть, сменив режим воспроизведения, некоторые характеристики записей или взяв новые записи. В садах и на виноградниках применяют стационарные акустические установки с подвешенными на столбах динамиками.

Успешно используются акустические методы для рассеивания крупных зимующих скоплений птиц в южных городах, где их присутствие не только пагубно сказывается на состоянии металлических покрытий архитектурных памятников и скульптур, но также доставляет большое беспокойство жителям.

Помимо трансляции магнитофонных записей «сигналов бедствия» используют, однако с меньшим успехом, низкочастотные шумы и чистые тоны высокой интенсивности, вызывающие неприятные ощущения (сенсорной дискомфорт) у человека и животных. В принципе возможно использование в качестве средства управления любых звуков, удобных для воспроизведения и восприятия слуховой системой, в случае, если на этот звук предварительно выработан условный рефлекс хотя бы у одной из

особей, присутствующей в скоплении. Своим поведением на этот хорошо знакомый ей по прошлому опыту раздражитель особь обучит остальных, ее паническое бегство будет воспринято последними как соответствующий сигнал и сыграет роль эффективно действующего репеллентного средства.

Оптические средства издавна применяются для отпугивания птиц от посевов, огородов и садов. По-видимому, задолго до нашей эры было открыто отпугивающее действие человеческой фигуры. Её имитант в виде различных чучел, силуэтов, просто деревянных каркасов с болтающейся верхней одеждой широко применяется владельцами садов и огородов до сих пор. Точно так же из далекого прошлого пришли к нам такие отпугивающие средства, как колеблющиеся гирлянды и флажки, подвески и т. д.

Применяемые в настоящее время оптические средства делятся на три категории. Первая включает натуральный раздражитель - человека, являющегося биоценотическим партнером птиц, опасным для них и хорошо знакомым. Помимо человека с ружьем, репеллентное действие которых высокоэффективно, для отпугивания птиц от аэродромов и хозяйственно важных объектов широко используются дрессированные соколы и ястребы, в некоторых странах применяют собак.

Ко второй категории оптических средств относятся имитанты биоценотических партнеров, опасных для птиц. Для отпугивания птиц от аэродромов с успехом применяют объемные макеты соколов, которые изготовлены из пластика, снабжены миниатюрным бензиновым моторчиком и управляются по радио. На радиоуправляемых моделях самолетов силуэты хищных птиц и эти модели также оказывают отпугивающее действие. Цапель отпугивают плоскими силуэтами орлов, подвешивая их вблизи рыбопродуктивных водоемов, из которых цапли в большом количестве выедают молодь ценных пород рыб. Контурные хищников, нанесенные темной краской на стеклянные галереи, защищают последние от ударов пролетных птиц, с большой силой ударяющихся о стекла и наносящих повреждения и себе и зданию.

Третья категория отпугивающих средств основана на использовании раздражителей, вызывающих неприятные ощущения в зрительной системе и тем самым создающих сенсорный дискомфорт. К ним относятся стеклянные или зеркальные шары, которые вращаются на подвеске и в солнечный день отражают луч и в виде многочисленных ярких вспышек, раздражают сетчатку глаза и путают птиц. Хотя действие стеклянных шаров было известно давно, в последние годы советский ученый А. Джабаров изобрел интересную и ещё более эффективную модификацию в виде зеркальных осколков неправильной формы, наклеенных на пластиковый шар небольшого диаметра. В настоящее время пытаются применить для отпугивания, птиц сканирующий луч лазера, действие которого основано на этом же принципе. Используя повышенную чувствительность птиц к некоторым оттенкам синего цвета, Б. М. Звонов применил синие шары для отпугивания птиц от опор линий электропередачи.

Химические средства применяются в тех случаях, когда возникает необходимость вызвать у одной из птиц дискомфортное поведение в виде судорог, рвоты и т. д., демонстрация которого на всех остальных, наблюдающих со стороны особей, должна оказать сильное репеллентное действие. Именно на этом принципе основано действие препарата альфа-хлоралозы, чаще всего используемого как снотворное средство при отлове диких животных, однако в небольших дозировках оказывающее сильный репеллентный эффект. Помимо альфа-хлоралозы для отпугивания птиц используются и другие препараты. Так, за рубежом широкое распространение

получили авитрол-100 и авитрол-200, избирательно действующие на птиц и малотоксичные для млекопитающих. Химические средства воздействия на поведение птиц занимают в настоящее время одно из ведущих мест в арсенале управляющих стимулов. Среди них наиболее часто используются 4-аминопиридин, метиокарб, полибутилен, линдан, эндрин, фентион, тиурам и др. Некоторые из них применяются в составе пищевых приманок, другие

распыляются в виде растворов и дустов, третьи вводятся в состав липких покрытий. Репеллентный эффект достигается за счет того, что пораженная птица бьется в конвульсиях, издавая судорожные крики, или умирает в неестественной позе на глазах окружающих ее птиц, вызывая у последних стойкий отрицательный рефлекс на место и охраняемый человеком объект.

Среди механических (защитно-изолирующих) средств наиболее известными являются липкие ленты и покрытия, металлические и пластиковые ерши, мелкоячеистые навесные сети и ряд других. Все они обладают не только первично-репеллентным действием, но оказывают значительный вторичный эффект. Хорошим репеллентным эффектом обладает натянутая вдоль карниза проволока, где она отпугивает голубей, по урезу воды - действует против цапель и т. д. Хотя промышленность в настоящее время выпускает широкий ассортимент клеев и клеевых покрытий для разнообразных целей, многие из которых могут быть использованы как отпугивающее средство против птиц, так называемый «птичий клей», свойства которого приклеивать и удерживать птичьи лапки, открытые птицеловами несколько веков назад, может с успехом использоваться в настоящее время. Технология изготовления птичьего клея (в кипящем подсолнечном масле растворяется канифоль) общедоступна и может быть осуществлена на базе любого предприятия.

Экологические средства основаны на использовании жизненно важных факторов, в частности мест для устройства гнезда, укрытий, пищи и т. д. Поскольку птиц привлекают именно такие факторы, то задача заключается в том, чтобы сделать эти объекты непривлекательными для птиц. Для этой цели в зоне отчуждения вокруг аэродрома и особенно поблизости от взлетно-посадочной полосы осушают водоемы, вырубают кустарники, распахивают луга и засаживают их картофелем. В некоторых странах вокруг взлетно-посадочной полосы сажают мелкий ельник, которого избегают птицы. В аэродромных постройках засетчивают окна и чердачные отверстия, привлекающие сизых голубей и галок, поблизости от аэродрома

ликвидируют свалки, собирающие десятки тысяч чаек, ворон и других птиц. Взлетная полоса, на которую выползают дождевые черви и разные насекомые, привлекающие птиц, обрабатывается инсектицидами. Комплекс мероприятий, направленных на оздоровление экологической обстановки в районе аэродрома, включает и использование средств, отвлекающих птиц от взлетно-посадочной полосы.

Комбинированные средства предусматривают использование раздражителей разных модальностей, например оптических и акустических, оптических и механических и т. д., и различного биологического значения. Важным принципом их объединения в репеллентный комплекс является сочетание сигнальных и экологически важных компонентов, воздействующих на птиц или демонстрирующих возможность такого воздействия. Такими экологически важными компонентами могут быть демонстрация человека со стреляющим ружьем и последствие выстрела в виде бьющихся подраненных птиц вид и голос хищной птицы или хищного зверя и т. д. Экологически важный компонент подкрепляет действие сигнального, создавая реальность ситуации, в которой используется репеллентный сигнал. Используя этот принцип (сигнал и экологическое подкрепление), удастся существенно усилить действие репеллентных средств, сделать их пролонгированными и надежными, более эффективными. В практике репеллентных работ освоены и широко используются акустико-оптические средства, сконструированные из «сигналов бедствия» птиц и подкрепляющего, действия стреляющего ружья. Эти средства дают более высокий эффект, чем при использовании «чистых» сигналов бедствия: Создание комбинированных репеллентов - одно из наиболее перспективных направлений в решении проблемы защиты от биоповреждений с помощью этологических средств.

Этологические средства защиты от биоповреждений имеют общее значение и с соответствующими уточнениями и коррективами могут быть использованы против биоповреждающих представителей других групп животных. Конечно, давние традиции и значительный опыт, накопленный в

обращении с птицами в прошлом (знаменитая «соколиная охота» наших предков -это тоже управление поведением), высокий уровень науки о поведении птиц, новые успехи в изучении их ориентации, сигнализации и общения - все это позволило орнитологии несколько опередить другие науки в разработке этологических средств защиты от биоповреждений. И все же зоология в этом направлении делает первые шаги, которые должны существенно ускоряться в будущем.

Глава 6.

Вредные вещества и их классификация.

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом человека может вызвать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдалённые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Вредные химические вещества (органические, неорганические, элементарноорганические) в зависимости от их практического использования классифицируются на:

- 1) промышленные яды, используемые на производстве, - органические растворители и топливо, красители;
- 2) ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве - пестициды, инсектициды и др.;
- 3) лекарственные средства;
- 4) бытовые химикаты, используемые в виде пищевых добавок, средства санитарии, личной гигиены, косметики и т.д.;
- 5) биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах, у животных и насекомых;
- 6) отравляющие вещества - зарин, иприт, фосген и др.

К ядам принято относить лишь те, которые своё вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах.

К промышленным ядам относится большая группа промышленных веществ и соединений, которые в виде сырья, промежуточных или готовых продуктов встречаются в производстве.

Яды обладают избирательной токсичностью. Их разделяют на:

- 1) сердечные с преимущественным кардиотоксическим действием (лекарственные препараты, растительные яды, соли металлов);
- 2) нервные, вызывающие нарушения психической активности (угарный газ, алкоголь, наркотики, снотворные лекарственные препараты);
- 3) печёночные (хлорированные углеводороды, ядовитые грибы, фенолы и альдегиды);
- 4) почечные соединения тяжёлых металлов, этиленгликоль, щавелевая кислота;
- 5) кровяные - анилин и его производные, нитриты, мышьяковистый водород;
- 6) лёгочные - оксид азота, озон, фосген и др.

В организм промышленные и химические вещества могут проникать через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт- и повреждённую кожу.

Бытовые отравления возникают при попадании яда в желудочно-кишечный тракт. Возможны острые отравления и заболевания при попадании яда непосредственно в кровь (при укусе змей, насекомых, при инъекциях лекарственных веществ).

6.1. Стратегические методы защиты человека от опасностей

Основу естественной системы защиты человека от опасностей составляет нервная система с её анализаторами.

В этом ему помогают и другие средства:

- знания;
- память;
- мышление;

- воображение.

Однако полагаться только на естественную систему защиты нельзя. Её необходимо дополнять надёжными техническими средствами, создаваемыми на основе практики с учётом новейших достижений науки и техники.

Современное состояние среды обитания (в особенности производственные условия и ЧС) нередко предъявляет к человеку такие жёсткие требования, которые значительно превосходят его естественные возможности.

Рассмотрим один из аспектов этой проблемы - обеспечение безопасности человека на примере безопасности труда. От безопасности труда зависит здоровье, а иногда и жизнь человека.

Существуют три стратегических метода защиты от опасностей на производстве.

Первый метод основан на пространственном или временном разделении пространства, в котором действуют те или иные опасности пространства, в котором находится человек. В инженерном отношении первый стратегический метод защиты от опасностей реализуется путём дистанционного управления опасными процессами, комплексной механизацией и автоматизацией тяжёлых и опасных работ, применения роботов и манипуляторов, создания гибких автоматизированных производств.

Второй метод состоит в обеспечении безопасного состояния среды, окружающей человека. Любое современное предприятие оснащено большим числом машин и механизмов, частодвигающихся с очень большой скоростью. Чтобы избежать опасных столкновений, предусматривается разграничение пространства, в котором работает машина, и пространства, в котором находится человек. Достигается это различными путями, например, ограждением или блокировкой вращающихся машин и механизмов.

Третий метод заключается в усилении естественных, защитных свойств человека. В настоящее время созданы средства индивидуальной защиты (СИЗ) для защиты как отдельных органов (головы, глаз, ушей, органов

дыхания, рук, ног), так и всего человека в целом. Они позволяют усилить естественные характеристики человека.

Наряду с СИЗ, третий метод защиты от опасностей предусматривает средства, обеспечивающие адаптацию человека в производственной среде. К таким средствам относятся:

- обучение работающих безопасным приёмам;
- инструктирование работников;
- обеспечение методическими средствами (инструкции, плакаты и т.п.), снижающими риск подвергнуться опасности до минимума.

Перечисленные три метода на практике применяются как напрямую, так и в различных комбинациях. При всём различии эти методы объединяет один общий принцип, т.е. предпочтение всегда отдаётся интересам человека.

Известно немало конструкций СИЗ органов дыхания, органов слуха, конструкций предохранительных поясов, касок и других защитных устройств, прошедших успешные испытания в лабораториях, но не получивших сколько-нибудь широкого применения на практике из-за того, что работать в них человеку неудобно.

6.2. Нормирование опасных и вредных Факторов

БЖД обеспечивается системой законодательных актов, социально-экономических, технических, организационных мероприятий, опирающихся на соответствующие нормативы.

Нормативы БЖД - это количественные показатели факторов окружающей среды, характеризующие безопасные уровни их влияния на состояние здоровья и условия жизни людей. Нормирование представляет собой процесс определения нормативов БЖД.

Перечень видов государственных нормативных актов, содержащих нормативные требования, в частности по охране производственной деятельности предусмотрен Постановлением Правительства РФ от 25 мая 2000г. № 399.

БЖД базируется на анатомо-психо-физиологических особенностях организма человека. В процессе взаимодействия человека с предметами, средствами труда и окружающей средой на него могут воздействовать неблагоприятные факторы.

Максимальный уровень или концентрация неблагоприятных факторов, не влияющих на состояние здоровья человека, называется предельно допустимым уровнем (ПДУ) или предельно допустимой концентрацией (ПДК) вредных воздействий.

При этом ПДК представляет собой количество загрязнителей в воздушной, водной среде или почве, которые при постоянном или временном воздействии на человека не влияют на его здоровье и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства.

В настоящее время в РФ действует более 1900 ПДК вредных химических веществ для водоёмов, более 500 для атмосферного воздуха и более 130 для почв. ПДК устанавливаются на основании комплексных исследований и постоянно контролируются органами Госкомсанэпиднадзора. ПДК периодически пересматриваются и уточняются.

Для атмосферного воздуха населённых пунктов нормируются максимально разовая и среднесуточная ПДК.

Максимально разовая ПДК является основной характеристикой опасности вредных веществ, не обладающих кумулятивным (суммарным) вредным действием. В случаях, когда в воздухе находится одновременно несколько вредных веществ, ПДК устанавливают с учётом того, что некоторые из них оказывают взаимоусиливающее действие.

При одновременном совместном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих суммацией действия, их безразмерная суммарная концентрация не должна превышать единицы:

$$C/ПДК_1 + C/ПДК_2 + \dots + C_n/ПДК_n \leq 1,$$

где C_1, C_2, \dots, C_n - концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе в одной и той же точке местности, мг/м³;

ПДК 1, ПДК2,..., ПДКп - соответствующие ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе, мг/м³.

Среди нормируемых факторов окружающей среды различают:

- допустимый выброс вредных веществ (ПДВ);
- предельно допустимый сброс вредных веществ (ПДС);
- ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязнённых веществ в атмосферном воздухе населённых пунктов и др.

Научному обоснованию ПДУ и ПДК уделяется исключительно большое внимание, и для усиления их значимости в практической работе по безопасности производственной деятельности они включены в систему стандартов безопасности труда (ССБТ), что придаёт им силу закона наряду с другими требованиями БЖД.

Кроме ССБТ в РФ действует целый массив нормативных правовых актов, устанавливающих требования по БЖД человека. Среди них межотраслевые и отраслевые правила и инструкции по безопасности, строительные нормы и правила (СНиП), государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СП), гигиенические нормативы (ГН), санитарные правила и нормы (СанПиН), санитарные нормы (СН).

Государственные нормативные требования безопасности обязательны для исполнения всеми юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности.

6.3. Взаимодействие организма и среды

На Земле существуют 500 млн. различных организмов, из них изучено и систематизировано около 3 млн. каждый вид живого организма занимает в биосфере Земли определённое место - экологическую нишу.

В земных условиях живые организмы освоили четыре основные среды обитания, сильно различающиеся по специфике условий.

Первой по времени была водная среда, в которой возникла и распростра-

нилась жизнь. На последующем этапе развития и эволюции живые организмы овладели наземно-воздушной средой. На дальнейших этапах эволюции жизни на Земле они создали и заселили почву. Четвёртой специфической средой жизни стали сами организмы, тела которых использовались паразитирующими организмами, или симбионтами (в условиях симбиоза).

Живой организм, испытывая потребность в притоке вещества, энергии и информации, полностью зависит от среды. Российским учёным К. Ф. Рулье открыт закон: «Результаты развития (изменений) любого объекта (живого организма) определяются соотношением его внутренних особенностей и особенностей той среды, в которой он находится».

Живой организм является начальной, основной единицей обмена веществ. Именно с организма и начинается цепочка взаимоотношений живой материи, её нельзя прервать ни на одном уровне. Совершенно очевидно, что существует глубокая связь между организмом и ОПС.

Среда - это комплекс природных тел и явлений, с которыми организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях. В широком смысле это материальные тела, явления и энергия, воздействующие на организм.

Радикальное неблагоприятное изменение среды обитания приводит к гибели и исчезновению живых организмов. Примером может служить сброс плохо очищенных сточных вод (промышленных и бытовых) в реки и водоёмы, в результате чего гибнет рыба, а также те организмы, которыми она питалась.

При этом организмы и сами способны существенно воздействовать на среду. Так, их жизнедеятельность сильно влияет на газовый состав атмосферы. Это связано, в частности, с тем, что в результате фотосинтеза зелёных растений в атмосферу поступает кислород. Диоксид углерода, напротив, извлекается из атмосферного воздуха растениями и вновь поступает туда в процессе разложения остатков погибших организмов.

Таким образом, организмы испытывают воздействие постоянно

меняющихся условий среды, но и сами способны изменять эти условия.

6.4. Организм как дискретная самовоспроизводящаяся

открытая система

Все живые организмы, обитающие на Земле, представляют собой дискретные самовоспроизводящиеся открытые системы, зависящие от поступления вещества и энергии извне.

Процесс потребления вещества и энергии называется питанием. Химические вещества необходимы для построения тела, энергия - для осуществления процессов жизнедеятельности.

Дискретность является всеобщим свойством материи вообще. Любая, в т.ч. биологическая система состоит из отдельных, но, тем не менее, взаимодействующих частей, которые образуют структурно-функциональное единство.

Живое существо, организм существует всегда дискретно, т.е. в форме обособленных друг от друга тел. Они характеризуются трёхмерной структурой, которая специфична для каждого вида. Именно по характеру этой структуры можно отличить, например, льва от собаки.

Очевидно, что без активных связей со средой обитания (окружающей средой) в виде обмена веществ, получения энергии от источников и информации самовоспроизводства организмов не происходило бы вообще.

Например, автотрофные организмы способны полностью самостоятельно синтезировать органические вещества из неорганических молекул, потребляемых из внешней среды.

Гетеротрофные организмы строят собственные органические вещества из органических компонентов пищи. При этом гетеротрофная ассимиляция сводится, по существу, к перестройке молекул, составляющих компоненты пищи.

Глава 7

Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду

Человек и другие живые существа в настоящее время живут в среде, которая является результатом действия антропогенных факторов. Она отличается от той классической среды, которая рассматривалась в общей экологии в ранге действия природных абиотических и биотических факторов.

Заметное изменение человеком среды началось с тех пор, когда он от собирательства перешёл к более активным видам деятельности, таким как охота, а затем одомашнивание животных и выращивание растений.

Именно с этого времени начал работать принцип «экологического бумеранга» - любое воздействие на природу, которое последняя не могла ассимилировать, возвращалось к человеку как негативный фактор. При этом человек всё больше отделял себя от природы, заключал в оболочку созданной им самим среды. Контакт человека с природной средой всё более и более уменьшался:

Так как современная среда и экологическая ситуация являются результатом действия антропогенных факторов, рассмотрим их специфику¹ в сравнении с факторами естественной природы, т.е. абиотическими и биотическими.

7.1. Специфика действия антропогенных факторов на организмы

Можно выделить несколько специфических, особенностей действия антропогенных факторов:

- нерегулярность действия и в связи с этим непредсказуемость для организмов, а также высокая интенсивность изменений, несоизмеримая с адаптационными возможностями организмов;

- практически неограниченные возможности действия на организмы, вплоть до полного их уничтожения, что свойственно природным факторам и

процессам лишь в редких случаях (стихийные бедствия, катаклизмы). При этом воздействия человека могут быть как целенаправленными (типа конкурентной борьбы с организмами, именуемыми вредителям и сорняками), так и непреднамеренными (типа промысла, загрязнений, разрушения местообитаний и т.п.);

- являясь результатом деятельности живых организмов (человека), антропогенные факторы действуют не как биотические (регулирующие), а как специфические (модифицирующие). Эта специфика проявляется либо через изменение природной среды в направлении неблагоприятном для организмов (температура, влага, свет, климат и т.п.), либо посредством привнесения в среду чуждых организмам агентов, объединяемых термином «ксенобиотики»;

- ни один вид не совершает никаких действий во вред самому себе. Эта особенность присуща только человеку, наделённому разумом. Именно человеку приходится в полной мере получать отрицательные результаты от загрязняемой и разрушаемой среды. При этом биологические виды одновременно изменяют и кондиционируют среду; человек, как правило, изменяет среду в неблагоприятном для себя и других существ направлении;

- человек создал группу социальных факторов, которые являются средой для самого человека. Действие этих факторов на человека, в большинстве случаев, не менее значительно, чем природных. Отметим, что интегральным проявлением действия антропогенных факторов является специфическая среда, созданная влиянием этих факторов.

7.2. Окружающая человека среда и её компоненты

В среде, окружающей человека, можно выделить четыре компонента:

1. Собственно природная среда («первая природа»). Это - среда либо слабо изменённая в такой степени, что она не потеряла важнейшего свойства - самовосстановления и саморегулирования. При этом собственно природная

среда близка или совпадает с той, которую в последнее время называют «Экологическим пространством».

К настоящему времени такое пространство занимает примерно 1/3 часть суши. Однако, это в основном мало пригодные для жизни людей земли с суровыми условиями (высокогорные районы, ледники, заболоченные местности севера и т.п.).

2. Преобразованная человеком природная среда («вторая природа»). Это - среда квазиприродная. Она неспособна к самоподдержанию в течение длительного времени. Сюда относится различного вида «культурные ландшафты» (пахотные земли, пастбища, сады, виноградники, парки и т.п.) Эта среда для своего существования требует периодически энергетических затрат со стороны человека (вложения энергии).

3. Созданная человеком среда («третья природа»). Это - артеприродная (искусственная) среда. К ней относятся жилые и производственные комплексы, застроенные части городов и т.п.

Такая среда может существовать только при постоянном вложении энергии. В противном случае она моментально рушится. В границах данной среды резко нарушены круговороты веществ. Для неё типично накопление отходов, загрязнений. Большая часть людей индустриального общества живёт в условиях именно такой природы.

4. Социальная среда. Эта среда оказывает всё большее и большее влияние на человека. Она включает взаимоотношения между людьми, психологический климат, уровень материальной обеспеченности, здравоохранение, общекультурные ценности, степень уверенности в завтрашнем дне и т.п. Отметим, что социальная среда опосредуется другими средами, равно как и наоборот.

7.3. Задачи и методы социальной и прикладной экологии

Знакомство со средой, окружающей человека, и её компонентами даёт основание для выводов, имеющих существенное значение в уточнении объёма, задач и методов социальной и прикладной экологии, а также её связей с другими науками:

- по мере развития цивилизации и научно-технического прогресса (НТП) человек всё больше изолирует себя от естественной среды. Приходится констатировать, что абсолютно неизменённой человеком природной среды практически на планете не осталось;

- человек вынужден интенсивно приспосабливаться либо, к существенно изменённой среде («вторая природа») или к искусственно созданной среде («третья природа»). Особенно интенсивно увеличивается зависимость человека от социально-психологической и социально-экономической среды:

- требуются большие затраты на сохранение первой и особенно поддержания второй и третьей сред, не способных к саморегулированию;

- чисто технологические меры (малоотходное производство, замкнутые циклы, рециклизация отходов, очистные сооружения и т.п.) не могут решить, проблему оптимизации взаимоотношений человека и среды обитания, если не будет решаться комплекс вопросов, относящихся к охране «первой природы» и улучшению социальной среды;

- сложность и многокомпонентность окружающей человека среды свидетельствует о комплексности и многоаспектности экологии как науки и учебной дисциплины, её мировоззренческой направленности. Современная экология, имея в качестве базиса науки естественнонаучного цикла, всё больше становится связанной с науками гуманитарного и технического профиля, приобретает интегративный характер.

7.4. Понятие о природно-технической системе

Располагаясь, как правило, компактно в градопромышленной зоне, промышленные и гражданские сооружения активно воздействуют на окружающую природную среду. Поэтому необходимо предвидеть и учитывать ответную реакцию природной и геологической среды на эти воздействия. Строительство и эксплуатация любых сооружений всегда вызывает те или иные отклонения от состояния природного экологического равновесия (ПЭР).

Здания и сооружения являются частью природно-технической системы. Другая составляющая этой системы - природная (геологическая среда). Задача проектировщика состоит в том, чтобы из этого разнородного материала (подсистем) создать единую природно-техническую систему (ПТС).

Это - единая система инженерного сооружения с частью геологической среды в зоне его влияния. ПТС должна одновременно обеспечить устойчивость инженерного сооружения и в то же время резко ограничить его негативное воздействие на окружающую природную среду.

В реальных условиях наблюдается значительно более сложное взаимодействие с геологической средой не отдельного сооружения, а комплекса инженерных сооружений (подземные водонесущие коммуникации, пути сообщения и др.).

Влияние промышленно-гражданского строительства (ПГС) на окружающую среду учитывается на всех этапах строительства и эксплуатации объектов.

Глава 8

Классификация факторов риска

По степени и характеру действия на организм все факторы условно делят на:

1) вредные (факторы в определённых условиях становящиеся причиной заболеваний или снижения работоспособности. При этом имеется в виду

снижение работоспособности, исчезающее после отдыха или перерыва в активной деятельности);

2) опасные (факторы, в определённых условиях приводящие к травматическим повреждениям или внезапным и резким нарушениям здоровья).

Эти факторы могут быть естественного (или природного) и антропогенного характера, т.е. создаваемые человеком (физическими, химическими, биологическими), и психофизиологическими.

К физическим факторам относятся:

1) естественные (все климатические показатели) - температура воздуха, влажность, скорость движения ветра, атмосферное давление, солнечная радиация;

2) антропогенные - запылённость воздуха рабочей зоны; вибрации (общие и локальные); акустические колебания (инфразвук, шум, ультразвук; статическое электричество); электромагнитные поля и излучения; инфракрасная радиация, лазерное излучение; ультрафиолетовая радиация, лазерное излучение, электрический ток, движущейся машины, механизмы, материалы, изделия, части разрушающихся конструкций и иное, высота, падающие предметы, острые отломки, повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования и материалов; оружие массового поражения.

Химические факторы:

1) естественные - химические вещества, поступающие в организм человека с воздухом, водой, пищей. К ним относятся аминокислоты, витамины, белки, жиры, углеводы, микроэлементы;

2) антропогенные - загазованность рабочей зоны; запылённость рабочей зоны; попадание ядов на кожные покровы и слизистые оболочки; попадание ядов в желудочно-кишечный тракт различных предприятий и транспорта или после поражения химическим оружием.

Биологические Факторы:

1) естественные - микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибки);

2) антропогенные - биологические средства защиты растений, выбросы предприятий пищевой промышленности, ферм, предприятий по производству белков, сывороток, вакцин, смазочно-охлаждающие жидкости, биологическое оружие.

Психофизические факторы: по характеру их действия на организм человека их делят на физические перегрузки (к ним относятся статические и динамические перегрузки) и на нервно-психологические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда и эмоциональные перегрузки).

8.1. Выносливость, устойчивость, гомеостаз

У одних организмов при отклонении значений фактора от точки оптимума сразу же изменяется и функция отклика. Они как бы покорно подчиняются ухудшению внешних условий.

Так, с понижением температуры среды понижается температура деревьев и замедляется в них обмен веществ. Но при этом всё время сохраняется способность восстановить экологическую потенцию при возвращении благоприятных условий.

Такие организмы называют обычно выносливыми (толерантными). К ним относятся растения и низшие животные, пассивно переносящие охлаждение, замерзание, высыхание, голод, дефицит кислорода и т.п.

Крайние проявления такой способности, наблюдаемые вблизи границ или даже за пределами биоинтервала, связаны со специальными приспособлениями: с гипобиозом - глубоким замедлением жизнедеятельности, состоянием спячки у животных, и анабиозом - полным, но обратимым замиранием, всех жизненных процессов, как это имеет место у спор, семян и многих низших животных.

Но во многих случаях нет простого подчинения функций организма изменениям среды; включаются различные механизмы защиты от не-

благоприятных воздействий, сопротивления им или их активного избегания. Реакции защиты и сопротивления обеспечивают большую или меньшую устойчивость (резистентность) организма по отношению к отклонениям от оптимума в какой-то части биоинтервала.

Примером высокой физиологической устойчивости служит постоянство температуры внутренних частей тела у птиц и млекопитающих при значительных изменениях температуры среды. Этот пример имеет отношение к понятию гомеостаза - постоянства внутренней среды биологической системы, поддержанию её жизненно важных констант. Гомеостаз поддерживается различными механизмами физиологической регуляции и поведения организма.

В общем случае биологическую устойчивость S_B можно представить выражением:

$$S_B = nk(1 - m_i), \quad (8.1)$$

где m_i - вероятность изменения i -го параметра биосистемы при изменении соответствующего фактора среды:

$m_i = d F_e / d f_e$ - отношение сдвига функции биосистемы к сдвигу фактора (например, изменение температуры тела при изменении температуры среды);

k - коэффициент, учитывающий взаимодействия между n факторами и/или функциями.

Функция (8.1) аналогична общему выражению надёжности системы (например, какого-либо технического устройства), если m_i - вероятность отказа (повреждения) системы при действии i -го фактора.

Разница (а в некоторых случаях и сходство) между техническим устройством и биосистемой - организмом или, тем более, экосистемой характерны неповреждающие, «упругие» отклонения от оптимальных состояний.

8.2. Физиологическая регуляция

Если поведение оказывается недостаточным для сохранения благо-

приятной экологической обстановки, сопротивление негативным воздействиям среды достигается с помощью физиологической регуляции. Так, например, при повышении температуры и снижении влажности воздуха у растений происходит смыкание устьиц; тем самым уменьшается потеря влаги листьями. Понижение концентрации кислорода в среде вызывает у животных усиление жаберной или лёгочной вентиляции и ускорение кровообращения.

Регуляция осуществляется путём передачи информации о состоянии среды от воспринимающих эту информацию клеточных структур - рецепторов, органов чувств - к центральному регулирующему устройству, а от него - к исполнительным структурам - эффекторам, выполняющим противодействие внешнему возмущению.

Обязательный элемент контура регулирования - обратная связь между производимым действием и установочным параметром регулирования. С помощью механизма отрицательной обратной связи реакция организма соизмеряется с внешним воздействием.

В результате регулируемый параметр (в приведённых примерах это влажность воздуха межклеточных полостях, листа растения, насыщение крови кислородом у животных, температура внутренних частей тела у птиц и млекопитающих) поддерживается на относительно постоянном уровне.

При этом информация в организме передаётся специальными веществами - медиаторами и гормонами, которые могут включать, стимулировать или тормозить физиологические реакции.

У растений регуляция осуществляется относительно простыми контурами подобных гуморальных связей. У животных к ним добавляются механизмы нервной передачи электрических концентрационных потенциалов, которые существенно повышают скорость, точность и адресность регулирования. Все технические регуляторы основаны на принципах физиологического регулирования.

8.3. Гомеостаз и принципы регуляции жизненных функций

Для нормального функционирования живого организма в меняющихся условиях ОПС необходимо внутреннее регулирование-саморегуляция различных процессов, полное подчинение их единому порядку поддержания постоянства внутренней среды - гомеостазу.

В основе механизма саморегуляции лежит принцип обратной связи, в соответствии с которым сигналом для включения того или иного регулирующего процесса может быть изменение состояния какой-либо системы, например, изменение температуры, концентрации веществ и т.д.

У живых организмов различают следующие механизмы терморегуляции:

1) химическая терморегуляция - осуществляется путём изменения теплопродукции за счёт изменения интенсивности обмена веществ;

2) физическая терморегуляция - связана с изменением величины теплопередачи;

3) этологическая (или поведенческая) терморегуляция - заключается в избегании условий с неблагоприятными температурами (воздуха, воды).

8.4. Возможности адаптации организмов к изменениям условий среды

Адаптация- это различные приспособления к среде обитания, выработавшиеся у организмов в процессе эволюции. Она проявляется на разных уровнях организации живой материи, обеспечивающих возможность её существования, причём развивается под действием 3 основных факторов:

- наследственность;
- изменчивость;
- естественный (а также искусственный) отбор.

При этом существуют следующие основные пути приспособления организмов к условиям ОПС:

1) активный - усиление сопротивляемости, развитие регуляторных процессов, позволяющих осуществлять все жизненные функции организма, несмотря на отклонение фактора от оптимума;

2) пассивный - подчинение жизненных функций организма изменению факторов среды. Например, переход при неблагоприятных условиях среды в состояние анабиоза (скрытой жизни), когда обмен веществ в организме практически полностью останавливается (зимний покой растений, сохранение семян и спор в почве, оцепенение насекомых, спячка позвоночных животных и т.д.);

3) избегание неблагоприятных воздействий - выработка организмом таких жизненных циклов и поведения, которые позволяют избежать неблагоприятных воздействий (например, сезонные миграции животных, птиц).

Из практики известно, что сам факт существования организма может определяться не минимальными значениями, а, наоборот, избытком любого из факторов.

Впервые мысль об этом высказал учёный В. Шелфорд (1913г.). Она легла в основу закона толерантности: фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору. Смысл закона толерантности очевиден - всё хорошо в меру.

Выносливость организмов к воздействиям в диапазоне между экологическими минимумами и максимумами называют пределом толерантности вида. Важным свойством организмов является резистивность – избирательность, которая близка по смыслу к адаптации организмов в отношении ОПС, среды обитания.

Глава 9

Управление безопасностью жизнедеятельности

Природные ресурсы - важнейшие компоненты окружающей человека среды, используемые для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества.

Эти ресурсы очень разнообразны, также как и возможности их использования человеком.

9.1. Цели и задачи рационального управления природными ресурсами

Установлено, что ограниченность ресурсов Земли становится в некоторое время одной из наиболее актуальных проблем человеческой цивилизации.

В связи с этим, ключевым моментом современности можно считать решение задач по рациональному управлению природными ресурсами.

Следует отметить, что выполнение этого требует не только обширных и глубоких знаний закономерностей и механизмов функционирования экологических систем, но и целенаправленного формирования определённого нравственного фундамента общества, осознание людьми своего единства с Природой, необходимости перестройки системы общественного производства и потребления.

В данном случае речь идёт о формировании такой стратегии развития человеческого общества которая позволяет гармонично сочетать его потребности с возможностями сохранения нормального функционирования биосферы. Таким образом, это означает не только широкое распространение производственных способов и технологий сбережения энергии и ресурсов, но и изменение характера потребностей людей.

В настоящее время мы живём в обществе, которое называют обществом одноразового потребления, для которого характерно не рациональное, расточительное использование природных ресурсов.

Поэтому для сохранения человеческой цивилизации необходимо построить природосберегающее общество, основой которого должно стать разумное использование природных ресурсов.

При этом общая задача рационального управления природными ресурсами состоит в нахождении наилучших (по определённым критериям) или оптимальных способов эксплуатации естественных и искусственных экологических систем.

Основными принципами рационального природопользования являются: изучение, охрана, освоение и преобразование природной среды.

Следует отметить, что ограниченность природных ресурсов, несовершенство технологии их добычи и переработки нередко приводят: - к разрушению биogeоценозов;

- к загрязнению окружающей среды;

- к нарушению климата и биогeохимических циклов.

Остановимся на некоторых рациональных подходах к извлечению и переработке природных минеральных ресурсов.

Создание новых технологий должно сочетаться с конкретной, грамотной экономической экспертизой всех (особенно широкомасштабных) проектов промышленности, строительства, на транспорте, в сельском хозяйстве и других отраслях человеческой деятельности.

Такая экспертиза позволяет избежать многих, просчётов и непредсказуемых последствий реализации этих проектов для биосферы.

9.2. Восстановление природных ресурсов

В целом охрана окружающей среды и задача восстановления природных ресурсов должны предусматривать следующие виды деятельности:

- локальный и глобальный экологический мониторинг (измерение и контроль состояния важнейших характеристик окружающей среды, концентрации вредных веществ в атмосфере, в воде, почве);

- восстановление и охрану лесов от пожаров, вредителей, болезней;
- расширение и увеличение числа заповедных зон эталонных экосистем, уникальных природных комплексов;
- охрану и разведение, разных видов растений и животных;
- широкое просвещение и экологическое образование населения;
- международное сотрудничество в деле охраны среды.

Для осуществления разумного управления состоянием биосферы необходимо не только знать устройства и механизмы этой сложной и огромной системы, но и иметь возможность влиять на её процессы в желаемом направлении.

Ключевым моментом является также формирование новой социальной и экологической нравственности.

В этой связи, на смену лозунгам: «Человек - царь природы», «Нельзя ждать милостей от природы, взять их у неё наша задача!», неизбежно придут установки на разумное и бережное отношение к нашему общему и единственному дому - планете Земля.

В эпоху ноосферы может вступить только высокообразованное общество, понимающее свои цели способное соизмерять свои потребности с теми возможностями которые даёт ему сама Природа.

Таким образом, осознание общих целей и трудностей, стоящих на этом пути, неизбежно будут рождать ощущение общепланитарного единства людей.

Поэтому нам необходимо научиться понимать, что единство человечества является одной из основ экологической нравственности и гуманизма.

9.3. Стратегия управления безопасностью жизнедеятельности

Каждой организации соответствует своя: структура, поэтому отметим лишь общие положения стратегии управления применительно к организации обеспечения безопасности.

При этом, объединение системы под общим руководством способствует повышению эффективности её работы.

Так, например, объединение различных функциональных отделов обеспечения техники безопасности (отдел метрологии, отдел качества, отдел техники безопасности и др.) под единым руководством вице-президента крупной компании позволит разрешить производственные конфликты и исключит перекалывание ответственности.

Однако, если подразделения по технике безопасности будут организационно разобщены, то эффективность системы безопасности упадёт.

Отметим, что распределение функций системы - должно производиться в рамках единой организации. При этом ответственность и полномочия должны представляться тому, кто больше всего для этого подходит.

Нередко сотрудники службы безопасности не способны оказывать должного влияния на работников всех уровней. В основном это объясняется психологией работников, каждый из которых уверен, что в его подразделении или с ним конкретно не произойдёт неблагоприятных случаев.

Корни этого лежат в способности человека забывать о каких-либо случаях или недостатках профессиональной подготовки (когда рассматриваются только инструкции по безопасности труда и отсутствует рассмотрение природы опасностей или вероятности их появления).

В этом случае требуется вмешательство более высокого руководства. При этом конфликт может быть разрешён установкой на принятие к исполнению рекомендаций должностного лица по безопасности и наложением взыскания на провинившегося, так как никогда не следует допускать пренебрежения к безопасности и здоровью людей.

9.4. Требования к окружающей среде с позиций безопасности деятельности человека

Основные требования по учёту рабочей среды следующие:

- факторы рабочей среды при их комплексном воздействии на человека, не должны оказывать отрицательного влияния на здоровье при профессиональной деятельности его в течение длительного времени;

- факторы рабочей среды не должны вызывать снижения надёжности и качества деятельности работника (его работоспособности) при действии их в течение дня.

Для выполнения этих требований, как правило, применяются специальные средства защиты работающих.

При учёте и нормировании факторов рабочей среды различают четыре уровня их воздействия на человека (согласно ГОСТ 21035-75):

- комфортная рабочая среда обеспечивает оптимальную динамику работоспособности, хорошее самочувствие и сохранение здоровья работника;

- относительно дискомфортная рабочая среда обеспечивает при воздействии в течение определённого интервала времени заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека субъективные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы;

- экстремальная рабочая среда приводит к снижению работоспособности человека и вызывает функциональные изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим нарушениям;

- сверхэкстремальная рабочая среда приводит к возникновению в организме работника патологических изменений или к невозможности выполнения работы.

Глава 10

Принципы обеспечения безопасности взаимодействия человека с окружающей средой

Целью развития системы «общество-природа» является обеспечение качества природной среды, т.е. такое состояние экологических систем, при котором постоянно и неизменно осуществляется обмен веществ и энергии внутри природы, между природой и человеком и воспроизводится жизнь.

Существуют следующие принципы обеспечения безопасности взаимодействия человека с окружающей средой:

1) обеспечение приоритета экологии над экономикой. Однако такое решение вопроса может ущемлять экономические интересы человека, т.к. не всегда предполагает необходимое качество жизни;

2) обеспечение качества природной среды путём приоритета экономики над экологией, но с учётом адаптации человека и саморегуляции природы. Подобный путь, как показывает опыт, ведёт к деградации природной среды, причиняет непоправимый вред здоровью и генетической программе человека, ведёт к вымиранию общества;

3) сочетание экологических и экономических интересов является единственным путём, эффективность которого подтверждает история. Но такое сочетание во избежание отклонений в сторону экономики должно базироваться на определённых принципах, закреплённых в законе.

Мерой, которая устанавливает предел хозяйственного воздействия на природу, становятся научно обоснованные нормативы, разработка и строгое соблюдение которых в хозяйственной деятельности человека является сутью охраны окружающей природной среды (ОПС).

Принципы взаимодействия человека с окружающей средой сформулированы в ст.3 Закона РФ «Об охране окружающей природной среды»:

1) приоритет охраны жизни и здоровья;

2) научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов;

- 3) рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов;
- 4) законность и неотвратимость наступления ответственности за экологические правонарушения;
- 5) гласность в работе экологических организаций и тесная связь их с общественными объединениями и населением в решении природоохранных задач;
- 6) международное сотрудничество в сфере охраны ОПС.

На эти принципы ориентированы все статьи закона; им должны соответствовать все нормы, которые регулируют экологические отношения между человеком и ОПС. В случае, когда правоприменительные органы встречаются с пробелом в регулировании экологических отношений, они обязаны руководствоваться общими принципами охраны ОПС, которые сформулированы в действующем законодательстве РФ.

10.1. Исходные понятия экологической безопасности

Экология - наука, изучающая закономерность взаимодействия организмов с окружающей средой обитания. Безопасность в природной среде является одной из отраслей экологии.

Среда обитания - это совокупность экологических факторов и элементов, воздействующих на организм (в нашем случае - организм человека) в месте его обитания.

Экологический фактор - это условие и элемент природной среды, оказывающий специфическое влияние на живой организм, хотя бы на одной из стадий его индивидуального развития.

Экологические факторы подразделяются на:

- абиотические;
- биотические;
- антропогенные.

Абиотические факторы - это все влияющие на жизнь и распространение организма факторы неживой природы (температура, свет, влажность, состав воздуха, почвы и т.д.). Среди них различают физические, химические и эдафические (почвенные) факторы.

Биотические факторы - это все возможные влияния, которые испытывает живой организм со стороны окружающих его живых существ.

Антропогенные - это факторы, связанные с воздействием человека на природную среду.

Адаптация - приспособление организмов к среде обитания.

Она всегда развивается под воздействием следующих основных факторов:

- изменчивости;
- наследственности;
- естественного отбора (равно как и искусственного, осуществляемого человеком).

Любой организм, популяция, сообщество испытывают на себе действие многих факторов, но лишь некоторые из них являются жизненно важными. Такие факторы называются лимитирующими (ограничивающими).

Сохранение определённого уровня биологической активности, несмотря на колебания интенсивности экологических факторов, обеспечивается гомеостатическими механизмами на уровне особи или популяции.

Сообщество живых существ (биоценоз) вместе с его физической средой обитания, состоящей из набора неорганических веществ (биотоп), составляет экосистему. Совокупность всех экосистем Земли называется биосферой.

Биосфера состоит из:

- атмосферы;
- гидросферы;
- литосферы.

Человек является частью биосферы, оказывающей влияние на отдельную особь и популяцию людей в целом и, в свою очередь, находящийся под его активным, зачастую негативным, воздействием.

10.2. Безопасность жизнедеятельности в бытовых условиях

Важной задачей экономического и социального развития нашей страны является повышение качества современной жилой (бытовой) среды.

Жилая (бытовая) среда - это совокупность условий и факторов, позволяющих человеку осуществлять свою непроизводственную деятельность при сохранении и укреплении здоровья в рамках системы «человек - жилая ячейка - здание - микрорайон - жилой район города».

В большинстве случаев факторы бытовой среды относятся к факторам малой интенсивности. На практике это проявляется в повышении общей заболеваемости населения под влиянием, например, неблагоприятных жилищных условий.

Особенно это касается маленьких детей, беременных женщин, пожилых людей и хронических больных, которые проводят в помещении порядка 80% своего времени.

Основными факторами, воздействующими на человека в быту, являются:

1) устройство жилища - тип жилища, строительные материалы, конструкция частей здания, внутренняя планировка, состав помещений и их размер, инсоляция и освещение, отопление, чистота воздуха и вентиляция, санитарное состояние жилища, его расположение относительно транспортных магистралей и промышленной зоны;

2) использование полимерных строительных материалов, мебели, ковров, покрытий, одежды из синтетических волокон, являющихся источниками вредных химических веществ;

3) использование бытовой техники--телевизоры, газовые плиты, электрические и СВЧ-печи, кондиционеры, стиральные машины, фены и др.;

4) социальный статус проживающих, материальное обеспечение, психологическая обстановка в быту.

Важнейшей среди проблем безопасности бытовой жизнедеятельности представляется загрязнение воздуха.

При этом источниками загрязнения воздуха в жилых помещениях являются:

- 1) курение;
- 2) разнообразные продукты, образующиеся при пользовании газовыми плитами, печами и каминами;
- 3) клеи, лаки и краски, в которых содержатся токсические вещества и которые обладают общетоксичным и специфическим действием на организм - аллергенным, канцерогенным, мутагенным и др.

Мебель, используемые строительные материалы дают до 70% загрязнения воздуха жилого помещения. Опасная концентрация токсических газов скапливается в закрытых шкафах и ящиках;

- 4) испарения жидкостей для мытья посуды и сантехники и др. моющих средств (препараты для купания). Эти испарения раздражающе действуют на слизистые оболочки глаз и дыхательных путей;

- 5) аэрозоли всех видов;

- 6) освежители воздуха, дезинфицирующие средства и хвойные ароматизаторы для ванн. При длительном их применении может учащаться сердцебиение, появляться нервозность, возникать воспаление лёгких;

- 7) растворители, относящиеся к пожаро- и взрывоопасным веществам. В состав, например, жидкостей для снятия лака с ногтей входит этилацетат, действующий как наркотическое средство;

- 8) ацетон, спирт нашатырный, уксусная кислота, ртуть, алкоголь, наркотики, средства от комаров, которые могут служить причиной отравления и даже смерти.

Эксперты особо выделяют курение как фактор, которым обусловлено около 30% смертей. Курение называют персональной формой загрязнения воздуха, особенно опасной для закрытых помещений, поскольку действие на человека некоторых веществ, содержащихся в табачном дыме, до сих пор изучено недостаточно.

Внутрижилищная и городская среда тесно взаимосвязаны. Именно в городах наиболее выражены негативные влияния на человека отрицательных факторов окружающей среды.

10.3. Развитие экосистем: сукцессия

Поступательные изменения в биоценозе (экосистемах) приводят постепенно к смене одного сообщества другим. Сукцессия - последовательная смена биоценозов (экосистем), выраженная в изменении видового состава и структуры сообщества.

Последовательный ряд сменяющих друг друга в сукцессии сообществ называется сукцессионной серией. К сукцессиям относятся:

- опустынивание степей;
- зарастание озёр;
- образование болот; и др.

В зависимости от причин, вызвавших смену экосистем (биоценоза), различают:

- 1) природные сукцессии - происходят под действием естественных причин, не связанных с деятельностью человека;
- 2) антропогенные - обусловленные деятельностью человека;
- 3) аутогенные сукцессии (самопорождающиеся) возникают вследствие внутренних причин (изменение среды под действием сообщества);
- 4) аллогенные (порождённые извне) - вызваны внешними причинами (например, изменением климата).

В зависимости от первоначального состояния субстрата, на котором развивается сукцессия, различают:

- первичные сукцессии развиваются на субстрате, не занятом живыми организмами (на скалах, обрывах, сыпучих песках, в новых водоёмах и т.п.);

- вторичные сукцессии происходят на месте уже существующих биоценозов после их нарушения (в результате вырубки, пожара, вспашки, извержения вулкана и т.п.)

В своём развитии экосистемы стремятся к устойчивому состоянию. Сукцессионные изменения происходят до тех пор, пока не сформируется стабильная экосистема, производящая максимальную биомассу на единицу энергетического потока.

10.4. Фундаментальные свойства живых систем

Существенным (фундаментальным) свойством живых систем (сущест, организмов) является обмен веществ, энергии и информации.

Живые системы (организмы) потребляют из ОПС энергию и вещества и используют их для жизненно важных реакций, а затем возвращают в ОПС эквивалентное количество энергии и вещества, но уже в другой форме.

При этом живые системы способны существовать только в потоке непрерывного обмена веществ, энергии и информации с окружающей средой.

Живые системы состоят почти на 98,8% из элементов, которые повсеместно присутствуют и в атмосфере, и в гидросфере:

- кислород;
- азот;
- водород;
- углерод.

Из оставшихся 1% приходится на кальций, калий, магний и кремний. Ещё 0.2% приходится на долю серы, фосфора, хлора, натрия, железа, алюминия и лишь 0,01% - на все остальные элементы.

Благодаря обмену веществ обеспечивается относительное постоянство химического состава всех частей живой системы. В.И. Вернадский

сформулировал закон физико-химического единства живых систем: «Всё живое вещество Земли физико-химически едино».

Каждая отдельно взятая биологическая система существует ограниченное время. Поэтому' поддержание жизни невозможно без воспроизведения себе подобных, в основе которого - образование новых молекул и структур, которое обусловлено информацией, заложенной в ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоте).

При этом способность к росту и развитию присуща любому живому организму, который с момента зарождения растёт, увеличиваясь в размерах и массе, но при этом сохраняет общие черты строения.

Рост сопровождается развитием, и в результате возникает новое качественное состояние живого организма. Изменчивость - противоположное наследственности свойство живого организма. Оно связано с его способностью приобретать новые признаки и свойства.

Глава 11

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В широком смысле слова, под чрезвычайной ситуацией (ЧС) понимается обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, нанесли ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

При этом каждая ЧС имеет свою физическую сущность, причины возникновения и характер развития, а также свои особенности: воздействия на человека и окружающую его среду обитания.

По причинам возникновения различают следующие типы ЧС

- природное (стихийное): бедствие;
- техногенные (производственные);
- экологические;

- социальные.

Природные катаклизмы характеризуются значительным уничтожением материальных ценностей, поражением и гибелью людей.

Подлинным бичом являются землетрясения, которые приводят к огромным разрушениям и человеческим жертвам. Наводнения, лесные и торфяные пожары, селевые потоки и оползни, бури, ураганы, смерчи, снежные заносы и обледенения - всё это спутники человеческой жизни.

По данным ООН, только за последние 20 лет на нашей планете стихия унесла более 3 млн. человеческих жизней.

Стихия вынуждает человечество учиться самосохранению, определять свои поступки, чтобы встречать стихийные бедствия осмысленно и без паники.

Неуклонно растёт число жертв и от аварий (катастроф) на транспорте, промышленных и других объектах. При этом особую опасность представляют объекты химической и нефтехимической промышленности, где возможны выбросы в атмосферу или разлив сильнодействующих ядовитых веществ (СЯВ).

Каждый год в России гибнут и получают увечья тысячи человек. Только в Москве автомобили уносят ежедневно 3...4 жизни и калечат 30...40 человек.

Техногенная деятельность общества и связанные с ней экологическая проблема, видоизменение среды обитания человечества и увеличивающаяся частота природных катаклизмов повлекли за собой необходимость более пристального изучения проблемы самосохранения и спасения пострадавших в ЧС.

При этом стало необходимым уметь приспособиться к изменившимся условиям обитания человечества, сохранять хладнокровие и психологическую устойчивость при природных катаклизмах, авариях (катастрофах) на транспорте, промышленных и других объектах, действовать в этих ситуациях четко, отлажено и осмысленно.

11.1. Безопасность в условиях техногенных ЧС и аварий

Зона ЧС - территория на которой сложилась чрезвычайная ситуация.

Приняты следующие типы классификаций ЧС:

- по причине возникновения: преднамеренные и непреднамеренные;
- по структуре возникновения: антропогенные, природные и комбинированные;
- по скорости развития: взрывные, внезапные, скоротечные и плавные;
- по масштабам распространения последствий: локальные (или частные), объектовые, местные, региональные, национальные и глобальные.

Для экологически опасных предприятий основными ЧС являются:

- локальные;
- объектовые;
- местные.

Локальные (частные) ЧС - это ситуации; действие которых ограничено производственным помещением (здание, сооружение). Такие ситуации могут возникнуть при авариях, связанных с нарушением герметизации отдельных узлов, технологических линий трубопроводов, при небольших протечках в хранилищах вредных веществ (ВВ), в частности, сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ).

Объектовые ЧС - это ситуации, действие которых ограничено территорией промышленных объектов. Они могут возникать при авариях на складах, разрыве технологических линий, и др.

Местные ЧС - это ситуации, распространение которых ограничено территорией города (района) или области. Последствия местных ЧС выходят за пределы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия и создают экологическую угрозу не только для производственного персонала предприятия, но также для населения и окружающей среды.

Основными количественными критериями, определяющими характер ЧС, являются:

- число пострадавших людей;
- материальный ущерб;
- кратность превышения ПДК;
- масса сбрасываемых вредных (ядовитых) веществ.

Режимы работы оборудования подразделяются на:

- регламентный (расчётный) - режим, в котором опасные параметры процесса находятся в расчётном диапазоне;
- аварийный - режим, в котором опасные параметры процесса выходят за расчётный диапазон и системой регулирования не могут быть возвращены в исходное состояние.

Катастрофой называется авария, сопровождающаяся гибелью людей.

Под инженерным объектом понимают сложный инженерно-технический комплекс, включающий в себя здания, сооружения, энергосистемы, оборудование, автоматизированные системы, электронную технику и т.п.

Под устойчивостью работы инженерного объекта понимают его способность выпускать установленные виды продукции в необходимых объёмах и номенклатуре (для организаций, не производящих материальные ценности - выполнять свои функции) в условиях ЧС, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

При этом необходимо помнить, что восстановлению объект подлежит, если он получил слабые или средние разрушения. Заметим, что при сильных и полных разрушениях, когда избыточное давление ударной волны $ДР_{\phi}$ на объект превышает 30 кПа, восстановление или ремонт экономически нецелесообразны.

В случае взрыва химического оборудования (трубопроводов) воздействие ударной волны её избыточного давления $ДР_{\phi}$ на незащищённых людей характеризуется следующими травмами или отравлениями:

- лёгкими;
- средними;
- тяжёлыми;

- крайне тяжёлыми.

Лёгкие поражения наступают при $ДР_{\phi} = 20...40$ кПа (проявления: звон в ушах, головокружение, головная боль).

Поражения средней тяжести наступают при $АР_{\phi} = 40... 60$ кПа (проявление: вывихи, конечностей, контузия головы, повреждение органов слуха, кровотечение из носа ушей).

Тяжёлые травмы возникают при $ДР_{\phi} = 60... 100$ кПа (проявление: сильная контузия всего организма, потеря сознания, возможное повреждение внутренних органов, и т.п.).

Крайне тяжёлые травмы возникают при $ДР_{\phi} > 100$ кПа (проявление: разрывы внутренних органов, переломы костей, внутренние кровотечения и другие повреждения, которые приводят, как правило, к смертельному исходу).

При этом характерными условиями возникновения экологических катастроф и аварий являются:

- наличие потенциальных источников риска (вредные и радиоактивные вещества или сырьё, высокое давление, легковоспламеняющиеся и горючие материалы);

- действие и последствия факторов риска (взрывы, выбросы газов, пожары);

- нахождением зоне аварии людей, продуктов питания, воды, сельскохозяйственных и т.п.

Следует отметить, что современная промышленность отвергла концепцию абсолютной безопасности и пришла к концепции приемлемого (допустимого) риска: суть её в стремлении к такой безопасности, которую приемлет общество в данный период времени.

Приемлемый риск сочетает в себе следующие аспекты:

- технические;

- экономические; социальные; политические.

Этот риск представляет некоторый компромисс между безопасностью и возможностями её достижения.

При этом максимально приемлемым уровнем индивидуального риска обычно считается 1×10^{-6} в год, а пренебрежительно малым - индивидуальный риск поражающих воздействий 1×10^{-8} в год.

Под риском понимается количественная оценка опасности. Риск события R_c характеризует частоту реализации опасности за определённое время, т.е.:

$$R_c = N_o / N_b \quad (11.1)$$

где N_o и N_b - количество реализованных и возможных опасностей соответственно.

Обычно в отечественной и мировой практике оборудование и процессы считаются безопасными, если вероятность травмы человека для данной отрасли промышленности не превышает $10^{-5} \dots 10^{-6}$ в год.

Согласно «Временным требованиям и критериям оценки риска при нормальной эксплуатации и авариях на промышленных объектах», приняты следующие нормативные значения индивидуального риска в расчёте на человека в год:

- персонал предприятий - 1×10^{-5} ;
- население, находящееся в санитарно-защитной зоне - 1×10^{-6}

При этом установлено, что более 80% аварий и катастроф на производстве носит антропогенный характер (64% аварий происходит за счёт нарушения правил эксплуатации техники и 16% - за счёт некачественного строительства и монтажа оборудования).

11.2. Принципы обеспечения экологической безопасности

Экологическая безопасность промышленных (инженерных) объектов при авариях и ЧС определяется вероятностью возникновения поражающих факторов и уровнем воздействия вредных веществ, которых проявляется в процессе эксплуатации.

При работе с нейтральными твёрдыми и жидкими веществами, парами и газами оборудование должно обеспечивать:

- санитарные и гигиенические нормы в рабочей зоне помещения (по температуре, запылённости, содержанию паров воды и других жидкостей) за счёт герметизации, при загрузке и разгрузке веществ и при проведении технологического процесса, а при необходимости за счёт отвода пыли и паров общеобменной или местной вентиляцией;

- защиту от разрушения под давлением сжатых нейтральных паров или газов (воздуха, азота, аргона и т.п.), внезапном нерегламентированном повышении давления в ходе выполнения технологических операций (например, за счёт перегрева и вскипания жидкости), а также при нерегламентированном повышении давления от внешних источников сжатого воздуха, азота, пара и т.д.

При эксплуатации оборудования с горючими жидкостями (масла, дистиллятов, диэтиленгликоль), легковоспламеняющимися жидкостями (спирты, бензины, гексан, гептан, изопрен, ацетон) и горючими газами, в том числе сжиженными (этан, этилен, пропан, бутан, бутилен, метан), наблюдается более высокий уровень опасности за счёт возможного пожара или взрыва этих веществ.

При этом оборудование при работе с этими веществами должно обеспечивать (в дополнение к указанным) исключение возможности:

- образования пожаро- и взрывоопасных концентраций веществ за счёт выбора соответствующих технологических режимных параметров, вентиляции, продувки или подачи флегматизаторов;

- появления источников загрязнения за счёт применения соответствующего уровня и вида взрывозащиты электрооборудования, исключения искр трения или удара;

- самовоспламенения окружающей взрывоопасной смеси от нагретых поверхностей;

- нерегламентированного подъёма температуры при нарушении условий проведения экзотермических реакций;

- разрушения оборудования под давлением при выполнении технологических операций нарушении правил эксплуатации.

Согласно ГОСТ 12.1.0.07-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности», вредные вещества делятся на следующие классы:

- I класс (вещества чрезвычайно опасные);
- II класс (вещества высокоопасные);
- III класс (вещества умеренно опасные);
- IV класс (вещества малоопасные).

Глава 12

Прогнозирование и моделирование условий возникновения опасных ситуаций

Опыт взаимодействия человека с техническими системами позволяет идентифицировать травмирующие и вредные факторы, а также выработать методы оценки вероятности появления опасных ситуаций. Это накопление статистических данных об аварийности и травматизме, различные способы преобразования и обработки статистических данных, повышающие их информативность.

Недостаток метода - ограниченность, невозможность экспериментирования и неприменимость к оценке опасности новых технических средств и технологий.

Здесь выступает теория надёжности. Надёжность-свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, позволяющих выполнять требуемые функции. При этом применяются вероятностные величины.

Основным понятием надёжности является «отказ» - нарушение работоспособности состояния технического устройства из-за прекращения функционирования или из-за резкого изменения его параметров. Здесь же оценивается и вероятность отказа в течение заданного времени работы. Теория надёжности позволяет определить технический ресурс средства - продолжительность непрерывной или суммарной периодической работы от начала эксплуатации до наступления предельного состояния.

Возможности электронно-вычислительной техники позволяют развивать метод моделирования опасных ситуаций, который оперирует формализованными понятиями: упорядоченное и специальным образом организованное представление исследуемых объектов с помощью различных физических и геометрических знаков. Формализации подвергаются статистические данные о происшествиях, структура и закономерности функционирования технических систем.

Для реализации происшествия необходимо одновременное выполнение трёх условий:

- наличия источника опасности;
- присутствия человека в зоне действия источника опасности;
- отсутствия у человека защитных средств.

Может быть рассчитана вероятность несчастного случая или аварии на производстве. При построении дерева причин несчастного случая с проведением анализа предшествующих событий следует выделить случайные предшествующие события, установить связь между ними, проанализировать факторы, носящие постоянный характер.

При этом могут быть выявлены потенциально опасные факторы, не проявившие себя. Для сложных систем анализ можно произвести методом дерева отказов, в котором диаграмма показывает события и условия как логические следствия других событий и условий.

12.1. Зоны действия негативных факторов

Опасная зона имеет внешне определённые, пространственные области проявления и характеризуется увеличением риска возникновения несчастного случая.

Различают следующие зоны действия негативных факторов:

1) зоны переработки сыпучих материалов, участки выбивки и очистки отливок и плазменной обработки, обработки пластмасс, стеклопластиков и др. хрупких материалов, участки дробления материалов и т.п.;

2) виброплощадки, транспортные средства и строительные инструменты, а также виброинструменты, рычаги управления транспортных машин, а также зоны около них;

3) зоны около технологического оборудования ударного действия, устройства для испытания газов, транспортных средств, энергетических машин;

4) зоны около ультразвуковых генераторов, дефектоскопов;

5) зоны около электротехнического оборудования на постоянном токе, зоны около линии электропередач, трансформаторов высокой частоты и индукционной сушки, электроламповых генераторов, телеэкранов, дисплеев, антенн, магнитов;

6) нагретые поверхности, расплавленные вещества, излучения пламени;

7) лазеры, отражённое лазерное излучение;

8) ядерное топливо;

9) электрические сети, электроустановки, распределители, трансформаторы, оборудование с электроприводом и др.;

10) зоны движения наземного транспорта, конвейеров, подземных механизмов, подвижных частей станков, инструмента, передач;

11) зоны около систем повышенного давления, ёмкостей со сжатыми газами, трубопроводов, пневмо- и гидроустановок;

12) строительные и монтажные зоны работ, обслуживание машин и установок;

13) зоны утечки токсичных газов и паров из негерметичного оборудования, испарения из открытых ёмкостей и при проливах, выбросы веществ при разгерметизации оборудования, окраска распылением, сушка окрашенных поверхностей;

14) зона сварки и плазменная обработка материалов с содержанием хрома и марганца, пересылка и транспортирование дисперсных материалов;

15) гальваническое производство, заполнение ёмкостей, распыление жидкостей и др.

12.2. Экологическая ситуация и здоровье человека

Человечество на современном этапе развития взаимодействует с природой по двум направлениям:

- экономическом;
- экологическом.

Суть экономической формы взаимодействия - в потреблении ресурсов природы; суть экологической - в охране природы с целью выживания человечества и сохранения среды его обитания.

Однако человечество в своих взаимоотношениях с природой до настоящего времени остаётся в основном в границах потребителя, получая дары природы практически бесплатно, не восполняя их в должной мере, что и привело к концу XX в. к экологическому кризису.

Негативная деятельность человека по отношению к ОПС проявляется в следующих направлениях:

- загрязнение ОПС;
- истощение природных ресурсов;
- разрушение природной среды.

Под загрязнением среды обитания понимают физико-химические измен-

ения состава природного вещества (воздуха, воды, почвы), которые угрожают состоянию здоровья и самой жизни человека, а также окружающей его естественной среды обитания.

Загрязнение природной среды бывает естественное (космическое), которое Земля получает из космоса или из-за извержения вулкана, и антропогенное, совершаемое в результате хозяйственной деятельности (промышленные предприятия, сельское хозяйство, транспорт).

Антропогенное загрязнение подразделяется на пылевое, газовое, химическое (в т.ч. загрязнение почвы химикатами), ароматическое и тепловое (изменение температуры воды, воздуха, почвы).

Среди веществ, загрязняющих атмосферу, 90% приходится на газы и 10% - на твёрдые частицы. Главные источники загрязнения атмосферы - автотранспорт (50%) и выбросы промышленных предприятий.

Окислы серы - основной загрязнитель, источником которого являются тепловые станции, котельные, комбинаты тяжёлой и металлургической промышленности.

Сернистый газ и окислы азота при взаимодействии с парами воды (облака) порождают кислотные дожди, которые уничтожают урожай, растительность, рыбные запасы, разрушают здания и сооружения.

Значительное негативное воздействие на состояние атмосферы оказывают углекислый и угарный газы, получаемые от сжигания углеводородов (уголь, нефть, торф и др.). Доля углекислого газа в атмосфере на начало XXI в. составляет около 30%.

Такое изменение атмосферы приводит к парниковому эффекту. Он выражается в повышении температуры, изменении погоды и климата. Последствиями парникового эффекта является рост опустынивания земель из-за интенсивного испарения влаги, содержащейся в почве.

С загрязнением атмосферы связано ухудшение состояния озонового слоя, предохраняющего человека и ОПС Земли от губительного

ультрафиолетового излучения из космоса. Озоноразрушающими веществами являются фреон, хлор, углерод.

Важнейшим объектом загрязнения являются водоёмы, реки, озёра, Мировой океан. В него ежегодно сливаются миллиарды тонн жидких и твёрдых отходов. Разлив, в частности, нефти, ведёт к гибели живых ресурсов моря, в т.ч. водорослей, планктона, вырабатывающих кислород.

Массовым источником загрязнения ОПС стали химикаты, применяемые в сельском хозяйстве, строительстве и быту, токсичность действия, которых ещё далеко не изучена.

Эти и другие последствия загрязнения ОПС отрицательно сказываются на физическом здоровье человека, его нервном, психическом состоянии, на здоровье будущих поколений.

Некоторые усреднённые данные:

- 1) 20% населения постоянно болеет аллергией;
- 2) 35% населения промышленных городов - разными болезнями в результате воздействия загрязнённой ОПС;
- 3) каждый день на планете умирают 25 тыс. человек из-за некачественной воды;
- 4) возрос процент рождаемости дефективных детей - до 11%;
- 5) увеличился рост онкологических заболеваний и т.д.

По обобщённым данным компетентных специалистов, почти **s** современных неизлечимых болезней связывают с неблагоприятной экологической обстановкой.

12.3. Уровни биологической организации

Уровень организации живой материи - это функциональное место биологической структуры определённой степени сложности в общей иерархии живого.

Выделяют уровни:

- молекулярный - на нём проявляются такие процессы жизнедеятельности, как обмен веществ и превращение энергии, передача наследственной информации;

- клеточный - клетка является элементарной структурой и функциональной единицей живого;

- тканевый, т.е. ткань - это совокупность сходных клеток, а также связанных с ними межклеточных веществ, объединённых выполнением определённых функций;

- орган - орган - это часть многоклеточного организма, выполняющая определённую функцию или функции;

- популяционно-видовой: популяция-это совокупность особей одного вида, образующих обособленную генетическую систему и населяющих пространство с относительно однородными условиями обитания. Вид-это совокупность популяций, особи которых способны к скрещиванию с образованием плодовитого потомства и занимают определённую область географического пространства (ареал):

- биоценотический, т.е. биоценоз - это совокупность организмов разных видов различной сложности организации, обитающих на определённой территории.

12.4. Формирование облика биосферы в процессе жизнедеятельности организмов

Биосфера - оболочка Земли, состав, структура и свойства которой в той или иной степени определяются настоящей или прошлой деятельностью живых организмов.

Термин «биосфера» впервые применил в 1875г. Э.Зюсс, понимавший её как тонкую плёнку жизни на земной поверхности, в значительной мере определяющую «лик Земли».

Учение о биосфере создано В.И.Вернадским. он развил представление о живом веществе как огромной биологической (биохимической) силе,

преобразующей свою среду обитания. Биосфера имеет определённые границы. Она занимает часть атмосферы, верхние слои литосферы и всю гидросферу. Границы биосферы в большой степени условны.

Биосфера делится на 3 подсферы как места современного обитания организмов вместе с самими организмами:

- геобиосфера - верхняя часть литосферы, населённая геобионтами;
- гидробиосфера - гидросфера без подземных вод, населённая гидробионтами;
- аэробииосфера - нижняя часть атмосферы, населённая аэробиионтами.

В.И.Вернадский рассматривая биосферу как область жизни, включающую наряду с организмами и среду их обитания. Формирование биосферы происходило на протяжении миллиардов лет.

В древнейшую архейскую эру, длившуюся около 1 млрд, лет, существовали бактерии, одноклеточные синезелёные и многоклеточные водоросли. Свойства этих древнейших организмов, т.е. биоты, определялись условиями внешней среды, в частности составом земной атмосферы.

Первичная атмосфера Земли содержала кислород, метан, сероводород, аммиак и водяные пары. Первичные микроорганизмы (биоты) постепенно сокращали запас водорода, аммиака, метана, сероводорода, а также углекислого газа (сероводород и углекислый газ выделялись из земных недр во время активной вулканической деятельности).

В слоях земной коры архейского возраста находят породы органического происхождения - известняки, мрамор, углекислые вещества, которые образовались в ходе жизнедеятельности древнейших обитателей Земли. Таким образом, в определённых условиях биота (отмершая) превращалась в косное вещество.

Пурпурные и зелёные бактерии, а затем синезелёные водоросли, усваивая из атмосферы углекислый газ, обогащали её выделяемым ими кислородом.

В конце архейской эры началось размножение живых организмов (биоты) и фотосинтез. Новый способ образования потомства был закреплён естественным отбором и стал господствующим в органическом мире.

Что же касается фотосинтеза, то он не только радикально изменил атмосферу Земли, наполнив её кислородом, но и положил начало разделению единого ствола жизни на две ветви - растения и животные.

Глава 13

Экологические факторы технологических процессов

Загрязнение природной среды происходит не только из космоса или из-за извержения вулканов, но и в результате хозяйственной деятельности, связанной с промышленными предприятиями, сельским хозяйством и транспортом.

Антропогенное загрязнение подразделяют на:

- пылевое;
- газовое;
- химическое (вт.ч. загрязнение почвы химикатами);
- ароматическое;
- тепловое (изменение температуры воды, воздуха, почвы).

Среди веществ, загрязняющих атмосферу, 90% приходится на газы и 10% - на твёрдые частицы. Главные источники загрязнения атмосферы - автотранспорт (50%) и выбросы промышленных предприятий.

Окислы серы - основной загрязнитель, источником которого являются тепловые станции, котельные, комбинаты тяжёлой металлургической промышленности.

Сернистый газ и окислы азота при взаимодействии с парами воды (облаками) порождают кислотные дожди, которые уничтожают урожай, растительность, рыбные запасы, разрушают здания и сооружения.

Значительное негативное воздействие на состояние атмосферы оказы-

вают углекислый и угарный газы, получаемые от сжигания углеводородов (угля, нефти, торфа и др.). Такое изменение атмосферы приводит к парниковому эффекту, который выражается повышением температуры, изменением погоды и климата.

Последствием парникового эффекта является рост опустынивания земель из-за интенсивного испарения влаги, содержащейся в почве.

Озоноразрушающими веществами являются фреон, хлор, углерод. Основными объектами загрязнения являются водоёмы, реки, озёра, Мировой океан. При этом в Мировой океан ежегодно сливаются миллиарды тонн жидких и твёрдых отходов. Разлив нефти ведёт к гибели живых ресурсов моря, в т.ч. водорослей, планктона, вырабатывающих кислород.

Массовым источником загрязнения ОПС стали химикаты, применяемые в сельском хозяйстве, строительстве и быту, токсичность действия которых ещё полностью не изучена.

Эти и другие последствия загрязнения ОПС отрицательно сказываются на физическом здоровье человека, его нервном, психическом состоянии, на здоровье будущих поколений.

Некоторые усреднённые данные:

- 1) 20% населения постоянно болеет аллергией;
- 2) 35% населения промышленных городов - разными болезнями в результате воздействия загрязнённой ОПС;
- 3) каждый день на планете умирают 25 тыс. человек от некачественной воды;
- 4) Возрос процент рождаемости дефективных детей до 11%;
- 5) Увеличился рост онкологических заболеваний и пр.

13.1. Безотходное производство

Активной формой защиты окружающей среды населённых мест от вредного воздействия промышленных предприятий является переход к

малоотходным и безопасным технологиям. Под безотходной технологией и производством, безотходной системой понимают не просто технологию или производство того или иного продукта, а принцип организации функционирования производства.

При этом рационально используются все компоненты сырья и энергия в замкнутом цикле (первичные сырьевые ресурсы - производство - потребление - вторичные сырьевые ресурсы), т.е. нарушается сложившееся экологическое равновесие в биосфере.

Переход к малоотходным технологиям позволяет осуществить проектирование и выпуск технологического оборудования с замкнутыми циклами движения жидких и газообразных веществ. Например, технологии с рециркуляцией газов внедрены в производстве удобрений, что резко сокращает выбросы вредных веществ в атмосферу.

Малоотходная технология является промежуточной ступенью при создании безотходного производства. Следует обратить внимание на то, что при малоотходном производстве вредное воздействие на ОПС не превышает уровня, допустимого санитарными органами, но по техническим, экономическим, организационным или др. причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

Основой безотходных производств является комплексная переработка сырья с использованием всех компонентов, поскольку отходы производства - это не использованная по тем или иным причинам часть сырья.

Большое значение при этом приобретает разработка ресурсосберегающих технологий.

Малоотходная и безотходная технология должна обеспечить:

- 1) комплексную переработку сырья с использованием всех его компонентов на базе создания новых безотходных процессов;
- 2) создание и выпуск новых видов продукции с учётом требований повторного использования;

3) переработку отходов производства и потребления с получением товарной продукции или любое полезное их использование без нарушения экологического равновесия;

4) использование замкнутых систем промышленного водоснабжения;

5) создание безотходных комплексов.

Так, например, в машиностроении разработка малоотходных технологических процессов связана с необходимостью увеличения коэффициента использования металла.

Увеличение его не только даёт технико-экономические выводы, но и позволяет уменьшить количество отходов и вредных выбросов в ОПС.

13.2. Экологическая экспертиза техники, технологий, материалов

Основными нормативными показателями технологичности техники, технологий, материалов являются предельно допустимые выбросы (ПДВ) в атмосферу и предельно допустимые сбросы (ПДС) в гидросферу.

К нормативным показателям экологичности технических систем относятся также допустимые уровни физических воздействий (шума, вибрации, электромагнитных полей и т.п.), обеспечивающие предельно допустимые условия в селитебных зонах.

Нормативные показатели являются основой для проведения экологической экспертизы, и достигается путём повышения экологичности проектов промышленных объектов, оборудования и технологических проектов.

Экологическая экспертиза техники, технологий, материалов, бывает:

- общественной;
- государственной.

Государственная экологическая экспертиза-это рассмотрение документации техники, технологий или материалов, проводимое экспертными подразделениями органов государственного управления в области

природопользования и охраны ОПС на федеральном, республиканском и региональном уровне.

Общественная экологическая экспертиза проводится общественными организациями, основным направлением деятельности которых является охрана ОПС, в т.ч. и проведение экологической экспертизы, и которые зарегистрированы в установленном порядке.

Главной задачей экологической экспертизы является:

1) определение полноты и достаточности мер по обеспечению требуемого уровня экологической безопасности техники, технологий, материалов;

2) определение соответствия проектных решений, а также полноты и достаточности отражения технических показателей, характеризующих уровень воздействия на ОПС, соответствие установленным природоохранным нормативам;

3) оценка полноты и эффективности мероприятий по предупреждению возможных аварийных ситуаций;

4) оценка выбора средств и методов контроля воздействия техники, технологий, материалов;

5) оценка способов и средств утилизации или ликвидации технических объектов;

6) определение полноты достоверности и научной обоснованности проведённой оценки воздействия на ОПС.

Объектами экспертизы являются также проекты технической документации на новую технику, технологию и материалы, вещества, сертифицируемые товары и услуги, которые входят в перечень, утверждаемый федеральным специально уполномоченным государственным органом, в области экологической экспертизы, оговоренные в Федеральном законе 1995г. «Об экологической экспертизе».

13.3. Взаимодействие экологических факторов

Существование и выносливость организма часто оказываются чувствительными к двум или большему числу факторов ОПС. В таких случаях решающее значение будет принадлежать такому фактору или ресурсу который имеется в минимальном с точки зрения потребностей количестве.

Эта идея легла в основу так называемого закона минимума, сформулированного немецким химиком Ю. Либихом (1840г.). суть этого закона можно понять на таком примере. Величина урожая определяется количеством в почве того из элементов питания, потребность растения в котором удовлетворена меньше всего, то есть данный элемент, находится в минимальном количестве. Урожай будет возрастать пропорционально вносимым дозам до тех пор, пока не окажется в минимуме другое вещество.

Выявление наиболее слабого звена цепи очень важно в экологическом прогнозировании, планировании и экспертизе проектов. Правило (закон) Либиха позволяет рационально производить замену дефицитных веществ и воздействий на менее дефицитные, что важно, например, в процессе эксплуатации природных ресурсов, а также в сельском хозяйстве.

Из практики известно, что сам факт существования организма может определяться не минимальным значением, а наоборот, избытком любого из факторов.

Впервые мысль об этом высказал американский учёный В.Шелфорд (1913г.). Она легла в основу закона толерантности, который гласит, что лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.

Очевидно, что все экологические факторы среды действуют на организм совместно. При этом оптимальная зона предела выносливости организма по отношению к какому-либо фактору может смещаться в

зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы.

Эта закономерность носит название взаимодействие экологических факторов. Так, например, в мороз животные могут погибать при отсутствии пищи и относительно нормально себя чувствовать при её достатке. Жару легче переносить в сухом, а не влажном воздухе.

Таким образом, один и тот же фактор в сочетании с другими оказывает неодинаковые воздействия.

Напротив, один и тот же результат может быть получен разными путями. Например, увядание растений можно приостановить путём либо увеличения влаги в почве (полив), либо снижения температуры воздуха, уменьшающего скорость испарения. Таким образом, создаётся эффект частичного взаимозамещения экологических факторов, или эффект компенсации.

В связи с этим воздействием неблагоприятных экологических факторов со стороны внешней среды (в т. ч. антропогенного характера) у человека и животных наблюдается стрессовое состояние, проявляющееся в психоэмоциональных расстройствах.

Например, учёные - экологи обнаружили проявление стресса у свиней, вызванное неправильным уходом, режимом кормления. У человека явление стресса чаще всего проявляется у жителей больших городов из-за постоянных неблагоприятных воздействий.

Учёные называют стресс болезнью человеческой цивилизации, ещё одним экологическим фактором, вызывающим другие болезни.

13.4. Типы взаимоотношений между организмами

Живые организмы определённым образом связаны друг с другом. Различают следующие типы связей (взаимоотношений) между видами:

1) трофические связи возникают, когда один вид питается другим (живыми особями, мёртвыми остатками, продуктами жизнедеятельности).

Трофическая связь может быть прямой (при питании волков живыми овцами, гиен - трупами зебр) и косвенной (при конкуренции разных видов за один пищевой ресурс);

2) топические связи проявляются в изменении одним видом условий обитания другого вида. Например, под хвойным лесом отсутствует, как правило, травянистый покров;

3) фонические связи - один вид участвует в распространении другого вида. Перенос животными семян, спор, пыльцы растений называется зоохорией;

4) фабрические связи: один вид использует для сооружений продукты выделения, мёртвые остатки или живых особей другого вида.

При этом наиболее важными являются трофические и топические связи, т.к. именно они удерживают организмы разных видов друг возле друга, объединяя их в сообщества.

Конкуренция (межвидовая): особи или популяции в борьбе за пищу, местообитание и другие необходимые для жизни условия воздействуют друг на друга отрицательно.

Острые конкурентные отношения, соперничество наблюдается как в животном, так и в растительном мире. Конкурентные отношения являются важнейшим механизмом формирования видового состава сообщества, пространственного распределения видов и регуляции их численности. Именно поэтому они играют огромную роль в эволюционном развитии видов.

Межвидовая конкуренция возникает между особями экологически близких видов. Её результатом может быть либо взаимное приспособление двух видов, либо замещение популяцией одного вида популяции другого вида, который мигрирует на другое место, переключается на другую пищу или вымирает.

Конкуренция приводит к естественному отбору в направлении увеличения экологических различий между конкурирующими видами и образован-

ию ими разных экологических ниш.

Конкуренция бывает:

- косвенная (пассивная) - это потребление ресурсов среды, необходимых обоим видам;
- прямая (активная) - подавление одного вида другим.

Мутуализм (облигатный симбиоз) - каждый из видов может жить и размножаться только в присутствии другого. Симбионтами могут быть только растения; или растения и животные; или только животные. Например: клубеньковые бактерии и бобовые, микориза некоторых грибов и корни деревьев, лишайники и термиты.

При этом совместное гнездование нескольких видов, таких, как крачки и цапли, представляет пример «сотрудничества», которое позволяет им более успешно защищаться от хищников.

Комменсализм - деятельность одного вида доставляет пищу или убежище другому (комменсалу). Комменсалы в то же время не приносят используемому виду никакой выгоды или заметного вреда. Комменсалы есть у многих морских животных (например, мальки ставриды под колоколом медуз).

Биотрофия (хищничество) является широко распространённым типом биотических отношений в природе. С экологической точки зрения такие отношения между двумя видами благоприятны для одного (хищника) и неблагоприятны для другого (жертвы).

В то же время оба вида формируют такой образ жизни и такие численные соотношения, которые вместо ожидаемого исчезновения жертвы или хищника обеспечивают их существование.

Хищничеству присущи активный поиск и энергичные (т.е. с большими затратами энергии) способы овладения сопротивляющейся и убегающей жертвой-добычей. Это способствовало выработке разнообразных экологических адаптаций как у жертвы (шипы, иглы, инстинкты затаивания и т.п.) так и у хищников (скорость бега, развитие органов чувств и др.)

Глава 14

Охрана окружающей среды

Обеспечение экологической безопасности на территории РФ, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии с марта 1992 г. Федерального закона «Об охране окружающей среды» в комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного действия.

Этот закон содержит свод правил охраны ОПС в новых условиях хозяйственного развития и регулирует природоохранные отношения в сфере всей природной среды, не выделяя её отдельные объекты, охране которых посвящено специальное законодательство.

Задачами природоохранного законодательства являются:

- 1) охрана природной среды (через неё и охрана здоровья человека);
- 2) предупреждение вредного воздействия хозяйственной или иной деятельности;
- 3) оздоровление ОПС и улучшение её качества.

Эти задачи регулируются через три группы норм:

1) нормативы качества ОПС. К ним относятся предельно допустимые нормы (ПДК) воздействия (химического, физического и биологического): ПДК вредных веществ, предельно допустимые выбросы (ПДВ) и сбросы (ПДС), нормы радиационного воздействия, нормы остаточных химических веществ в продуктах питания и др.;

2) экологические требования к хозяйственной и другой деятельности, влияющие на ОПС;

3) органы охраны окружающей среды и санэпиднадзора имеют право осуществлять экологический контроль и накладывать запреты на осуществление деятельности на всех стадиях - проектирования, размещения, строительства, ввода в эксплуатацию объектов, а также привлекать виновников к ответственности за экологические правонарушения.

При этом организация контроля состояния ОПС в регионах возложена на местные органы. Ведётся контроль за состоянием атмосферы, гидросферы и почвы вблизи транспортных магистралей и предприятий санитарно-промышленными лабораториями.

Механизм исполнения этих требований выражается в сочетании экономических методов хозяйствования с административно-правовыми мерами обеспечения качества ОПС.

Экономический механизм охраны ОПС предполагает финансирование, кредитование, льготы при внедрении экологически чистых технологий при начислении налогов, что является прямым экологическим стимулом в охране ОПС.

Целями решения экологических задач являются рациональное использование природных ресурсов, устранение загрязнения среды, экологическое обучение и воспитание всей общественности страны.

14.1. Правовое обеспечение экологической безопасности

Правовые основы БЖД делятся на:

- природоохранное (экологическое) законодательство;
- законодательство об охране труда;
- законодательство в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера.

Дадим краткую характеристику природоохранного законодательства. Правовая охрана природы представляет собой совокупность (систему) установленных государством правовых норм и возникающих в результате их реализации правоотношений, направленных на выполнение мероприятий по сохранению естественной среды, рациональному использованию природных ресурсов, оздоровлению ОПС в интересах настоящего и будущего поколений.

К источникам экологического права относятся:

- законы, постановления и распоряжения, нормативные акты федеральных органов исполнительной власти;

- законы и нормативно-правовые акты субъектов РФ;

- международно-правовые акты, регулирующие внутренние экологические отношения на основе приоритета международного права.

Центральное место среди основополагающих природоохранных нормативных актов занимает Конституция РФ. В ч.1 ст.9 Конституции указывается, что земля и другие природные ресурсы в РФ используются и охраняются как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории.

Ст. 42 Конституции закрепляет право каждого человека на благоприятную ОПС, достоверную информацию о её состоянии и на возмещение ущерба, причинённого его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Эти и другие положения Конституции РФ конкретизируются в других источниках экологического права.

Различают 2 подсистемы экологического законодательства:

- природоохранное;

- природоресурсное.

Основу природоохранного законодательства составляет Федеральный закон «Об охране окружающей среды», принятый 20 декабря 2001 г., который определяет правовые основы государственной политики в области охраны ОПС, регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды.

В подсистему природоресурсного законодательства входят:

- Земельный кодекс РФ;

- Закон РФ «О недрах»;

- Основы лесного законодательства РФ;

- Водный кодекс РФ;
- Закон РФ «Об охране и использовании животного мира» и др. Законодательные и нормативные акты.

Конечная цель охраны ОПС - это охрана здоровья и обеспечение благополучия человека. В этом смысле источником экологического права служит Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Этот закон регулирует санитарные отношения, связанные с охраной здоровья от неблагоприятного воздействия внешней среды - производственной, бытовой, природной. Ещё одним источником экологического права служат Основы законодательства РФ об охране здоровья.

Названные выше законы составляют основу для охраны ОПС и обеспечения экологического законодательства.

Немаловажную роль в обеспечении правовой охраны природы играют:

- указы Президента РФ;
- постановления Правительства РФ;
- нормативные акты и правила природоохранительных министерств и ведомств.

Нормотворческой деятельностью в области охраны природы согласно Конституции РФ вправе заниматься субъекты РФ.

Поскольку НТП создаёт новые экологические проблемы, развитие природоохранного законодательства - процесс непрерывный.

Что касается международного сотрудничества в области охраны природы, то оно осуществляется на двусторонней и многосторонней основе. В настоящее время заключено около 200 различных международных соглашений, за каждым из которых стоит тяжёлая кропотливая работа по согласованию суверенных интересов экономического развития каждой страны с интересами обеспечения выживания всего человечества.

На уровне СНГ в 1993г. заключено соглашение в области предупреждения

дения и ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера.

14.2. Использование достижений НТП при обеспечении безопасности технологических процессов

Важными средствами повышения надёжности и безопасности технических систем в процессе эксплуатации являются разработка и использование различных средств производственной безопасности (оградительных и защитных устройств, ограничительной техники, средств сигнализации и т.п.), средств индивидуальной защиты (спецодежды, средств защиты глаз и лица, защитных дерматологических средств и т.п.) и многочисленных видов экобиозащитной техники, совершенствующихся на основе достижений и успехов НТП.

Одним из таких достижений является функциональная диагностика. Системы функционального диагностирования дают возможность контролировать объект в процессе выполнения им рабочих функций и реагировать на отказ в момент его возникновения.

Эти системы проектируются и изготавливаются вместе с контролируемым объектом. Процесс диагностирования представляет собой подачу в техническую систему последовательности входных проверочных воздействий (тестовых сигналов), получение и анализ ответных реакций.

Системы диагностирования применяются на этапе производства, в процессе эксплуатации объекта и позволяют немедленно реагировать на нарушения в работе объекта, подключать резервные узлы взамен неисправных, переходить на другие режимы работы.

Назначение системы диагностирования также состоит и в имитации функционирования объекта при его проверке и наладке. Системы функционального диагностирования встраиваются во все ЭВМ. Программа самопроверки записывается в постоянной памяти машины. После каждого включения последовательно опрашиваются все узлы ЭВМ. В ответ на запрос выдаются сигналы «да» (в исправном состоянии) и «нет» (в неисправном)

готовности к работе, итоговая информация о готовности высвечивается на экране после окончания диагностирования.

В свою очередь ЭВМ могут входить в системы диагностирования самых разнообразных технических систем. В технологических установках и комплексах устанавливаются датчики давления, температуры, частоты, размеров и др. параметров производственных процессов, сигналы которых воспринимаются и анализируются ЭВМ. Это позволяет поддерживать режимы работы технических систем в заданных пределах и предупреждать аварийные ситуации. Для обеспечения экологической безопасности технических систем и технологий используется экобиозащитная техника - средства защиты человека и ОПС от опасных и вредных факторов.

14.3. Динамические характеристики популяции

Динамические характеристики популяции включают:

1. Рождаемость (плодовитость) - число новых особей появившихся за единицу времени в результате размножения. Живые организмы обладают огромной способностью к размножению, которая характеризуется т.н. биотическим потенциалом, представляющим собой скорость, с которой при непрерывном размножении (возможном только теоретически при идеальных условиях) особи определённого вида могут покрыть земной шар равномерным слоем. Например, для слонов данный показатель составляет 0,3 м/с, а для некоторых микроорганизмов - сотни м/с.

2. Смертность популяции - число погибших в популяции особей в определённом отрезке времени. Подобно плодовитости смертность изменяется в зависимости от условий среды обитания, возраста и состояния популяции. Она выражается в процентах к начальной или чаще к средней её величине.

3. Скорость популяционного роста выражается в приросте популяции и темпе роста популяции, где прирост популяции - разница между

рождаемостью и смертностью. Прирост может быть положительным, нулевым и отрицательным. Темп прироста популяции - средний её прирост за единицу времени.

Выживаемость можно выразить в виде таблицы и кривых выживания. Таблицы выживания (демографические таблицы) и кривые выживания отражают, как по мере старения снижается численность особей одного возраста в популяции. Кривые выживания строятся по данным таблиц выживания.

Существуют следующие типы кривых выживания:

- кривая типа I, свойственная организмам, смертность которых на протяжении всей жизни мала, но резко возрастает в её конце (например, насекомые, погибающие после кладки яиц; люди - после выхода на пенсию; некоторые крупные млекопитающие);

- кривая типа II характерна для видов, у которых смертность остаётся примерно постоянной в течение всей жизни (например, птицы, пресмыкающиеся);

- кривая типа III отражает массовую гибель особей в начальный период жизни (например, многие рыбы, беспозвоночные, растения и другие организмы, не заботящиеся о потомстве и выживающие за счёт огромного количества икринок, личинок, семян и т.п.).

При этом встречаются кривые, сочетающие черты основных типов (например, у людей живущих за чертой бедности, и некоторых крупных млекопитающих кривая типа I вначале имеет резкое падение в связи с большой смертностью сразу после рождения).

Скорость роста может быть выражена в виде кривой роста популяции.

Модели роста популяции делятся на:

1) J-образная (экспоненциальная) кривая отражает неограниченный экспоненциальный рост численности популяции, не зависящий от плотности популяции. Такой тип роста возможен, пока биотический потенциал популяции реализуется полностью и продолжается, пока нужна конкуренция

за ресурсы. Однако после превышения ёмкости среды (предельной плотности насыщения) произойдёт резкое снижение численности;

2) S-образная (сигмоидная, логистическая) кривая отражает логистический тип роста, зависящего от плотности популяции, при котором скорость роста популяции снижается по мере роста численности (плотности). Скорость роста снижается вплоть до нуля при достижении предельной численности.

14.4. Использование вещества и энергии в экосистемах

В экосистеме органические вещества синтезируются автотрофами из неорганических веществ. Затем они потребляются гетеротрофами.

Выделенные в процессе жизнедеятельности или после гибели организмов (как автотрофов, так и гетеротрофов) органические вещества подвергаются минерализации, т.е. превращению в неорганические вещества. Эти неорганические вещества могут быть использованы вновь автотрофами для синтеза органических веществ. Так осуществляется биологический круговорот веществ.

В то же время энергия не может циркулировать в пределах экосистемы. Поток энергии (передача энергии), заключённый в пище, в экосистеме осуществляется однонаправлено: от автотрофов к гетеротрофам.

В отличие от веществ, которые постоянно циркулируют по разным блокам экосистемы и всегда могут вновь входить в круговорот, поступившая энергия может быть использована только один раз.

Как универсальное явление природы, односторонний приток энергии обусловлен действием законов термодинамики. Согласно первому из них, энергия может переходить из одной формы (энергия света) в другую (потенциальную энергию пищи), но она никогда не создаётся вновь и не исчезает бесследно. Согласно второму закону термодинамики не может быть

ни одного процесса, связанного с превращением энергии, без потери некоторой её части.

При этом функционирование всех экосистем определяется постоянным притоком энергии, которая необходима всем организмам для поддержания их существования и самовоспроизведения.

Глава 15

Обеспечение безопасности технических средств и технологических процессов

Методы обеспечения безопасности и экологичности технических систем и технологических процессов заключается в следующем:

- 1) замене вредных веществ безвредными или менее вредными;
- 2) замене сухих способов переработки и транспортировки пылящих материалов мокрыми;
- 3) замене и (или) усовершенствовании технологических операций, связанных с возникновением шума, вибраций, электромагнитных воздействий и других вредных факторов, процессами или операциями, при которых обеспечены отсутствие или меньшая интенсивность этих факторов;
- 4) герметизация оборудования и аппаратуры;
- 5) применение методов полного улавливания и очистки промышленных стоков от загрязнения; внедрение тепловой изоляции нагретых поверхностей и применении средств защиты от лучистого тепла;
- 6) разработке малоотходных и безотходных технологий (что позволяет осуществлять проектирование и выпуск технологического оборудования с замкнутыми циклами движения жидких и газообразных веществ).

Все технические средства при вводе в эксплуатацию и ежегодно в период эксплуатации проверяют на соответствие предъявляемых к ним требованиям, контрольно - измерительная аппаратура ежегодно проверяется в специальных лабораториях.

Техническое средство, не соответствующее, данным технического паспорта и требованиям безопасности, а также не прошедших своевременную проверку не допускается в эксплуатацию, подлежит ремонту, модернизации или замене и обязательному контролю.

Важным средством повышения надёжности и безопасности технических систем в процессе эксплуатации является функциональная диагностика. Такие системы дают возможность контролировать объект в процессе выполнения им рабочих функций и реагировать на отказ в момент его возникновения.

Эти системы проектируются и изготавливаются вместе с контролируемым объектом и применяются на этапе производства, в процессе эксплуатации объекта, а также позволяют немедленно реагировать на нарушения в работе объекта, подключать резервные узлы взамен неисправных, переходить на другие режимы работы.

Для обеспечения экологической безопасности технических систем и технологий используется экобиозащитная техника - средства защиты человека и природной среды, направленные на локализацию источников негативного воздействия, снижение уровня энергетического воздействия факторов на человека и ОПС.

15.1. Защита от токсичных выбросов

Токсичные выбросы из окружающей среды проникают в организм через дыхательные пути, через повреждённую и неповреждённую кожу, через желудочно-кишечный тракт. Токсическое действие некоторых веществ может проявляться в виде вторичных поражений (например, колита при мышьяковых и ртутных отравлениях и т.п.).

Токсические выбросы, попадая в воздух, медленно оседают на лёгкие людей, затрудняя дыхание; на коже, закупоривая потовые железы, затрудняя потоотделение и испарение, что мешает нормальному терморегуляционному

процессу, снижает сопротивляемость кожи и повышает проникновение микробов, а также вызывает аллергические реакции.

Общетоксическое действие на организм человека оказывает пыль свинца, марганца, сурьмы, не только вызывая отравления, но и оказывая аллергическое воздействие. При этом снижается фильтрующая способность носовой полости, на других участках дыхательных путей развиваются хронические воспалительные процессы (силихоз лёгких, туберкулёз), может развиваться бронхиальная астма. Фиброгенное действие пыли (разрастание соединительной ткани в органах) зависит от содержания двуокиси кремния.

Кроме концентраций пыли, опасных для здоровья человека, существуют взрывоопасные концентрации органической пыли:

- табачной;
- мучной;
- сахарной;
- каменноугольной;
- кожевенной и др.

Основой проведения мероприятий по борьбе с токсичными выбросами являются:

1) Федеральные законы «Об охране окружающей среды» 2002г., «Об охране атмосферного воздуха» 1999г., «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» 1999г.;

2) Положение о нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него (постановление Правительства РФ от 02.03.2000 № 183);

3) постановление Правительства РФ «Об утверждении Положения о государственном контроле за охраной атмосферного воздуха» от 15.01.2001 №31;

4) постановление Правительства РФ «Об утверждении Положения о государственном учёте вредных воздействий на атмосферный воздух и их источников» от 21.14.2000 №373.

Среди мероприятий по уменьшению запылённости токсическими выбросами воздушной среды рекомендуются:

- изоляция источников пылеобразования (герметизация оборудования);
- увлажнение воздуха и пылеобразующих веществ;
- гидро- и пневмотранспортировка веществ;
- устройство пыле- и газоотсасывающих устройств;
- осаждение пыли (аэрозолей) в акустическом, электрическом полях, что не только снижает запылённость воздуха, но и помогает улавливать ценные продукты производства;
- применение наиболее рациональных средств и способов уборки помещений (пылесосов, уборочных машин); осаждение пыли распылением воды;
- применение общей и местной вытяжной вентиляции;
- применение индивидуальных средств защиты (противогазов, респираторов, спецодежды, очков и т.п.).

15.2. Надёжность человека

Надёжность человека как звена в системе «человек-машина» включает следующие этапы:

- выбор системы и вида работы;
- определение цели;
- идентификацию последствий;
- идентификацию возможности исправления ошибки;
- идентификацию причины ошибки;
- выбор метода предотвращения ошибки;
- оценку вероятности ошибки;
- выбор путей снижения риска;
- расчёт риска;
- оценку вероятности исправления ошибки.

В результате ошибок персонала возможны аварии (пожары, взрывы, механические повреждения, выбросы токсичных химических веществ, проливы и т.п.), несчастные случаи (летальные исходы, травмы и пр.), катастрофы (разные степени повреждения организма и собственности). В основу классификации причин ошибок положены внешние и внутренние факторы, т.к. факторы стресса могут носить и тот и другой характер.

Вероятность ошибки оператора зависит от:

- стажа работы;
- наличия стрессовых условий на рабочем месте.

Опыт показывает, что оператор со стажем может совершать ошибки и что вероятность ошибки оператора в зависимости от величины стресса также имеет оптимум.

Причинами совершения ошибки могут служить:

- 1) внешние факторы (инструкции, информация, организация, эргономика, условия работы, постановка цели);
- 2) внутренние факторы (опыт, умение, знания, мотивация);
- 3) факторы стресса (психологическое и физиологическое напряжение).

Например, правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования, отвечающего требованиям экономики и инженерной психологии, обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают возникновение профессиональных заболеваний.

В этом случае ошибки маловероятны. А экстремальные условия, характеризующиеся такими уровнями производственных факторов, действующие в течение всей рабочей смены, создают угрозу для жизни и высокий риск возникновения тяжёлых форм острых профессиональных поражений.

Для обеспечения безопасности в системе «человек-машина» необхо-

димо создать человеку доступ к знаниям, инструкциям, информации, повышать его квалификацию, обеспечить условия труда, элементы рационального режима труда и отдыха, соответствующие нормам безопасности.

15.3. Разнообразие организмов и источники энергии

для них

По сходству и родству живые организмы делят следующим образом:

- неклеточные организмы;
- клеточные организмы.

Доклеточные включают одно царство - вирусы. Клеточные включают два надцарства: прокариоты (или доядерные) и эукариоты (или ядерные).

Первое включает одно царство - дробянки и три подцарства:

- бактерии;
- орхебактерии;
- цианобактерии, или синезелёные водоросли.

Второе объединяет три царства:

- животные (два подцарства: простейшие, или одноклеточные, и многоклеточные);
- растения (три подцарства: настоящие водоросли, багрянковые и высшие растения);
- грибы (два подцарства: низшие грибы и высшие грибы).

Для большинства организмов, живущих на Земле, главный источник энергии - Солнце:

- видимые лучи - основной источник жизни на Земле, дающий энергию для фотосинтеза;
- инфракрасные лучи - основной источник тепловой энергии, необходимой для многих организмов;

- ультрафиолетовые лучи в небольших дозах необходимы живым организмам как источник энергии для стимуляции роста и развития клеток, для синтеза витамина Д и т.д.

При этом организмы могут использовать два источника тепловой энергии:

- внешний - тепловая энергия Солнца или внутреннее тепло Земли;
- внутренний - тепло, выделяемое при обмене веществ в самом организме.

По источнику энергии живые организмы делятся на:

- фототрофов;
- хемотрофов.

Фототрофы используют световую энергию (энергию солнечного излучения): хемотрофы - химическую энергию, которая выделяется при окислении химических соединений (внутри организма).

15.4. Энергетический баланс биосферы

Живая оболочка планеты (биосфера) непрерывно поглощает энергию не только Солнца, но и идущую из недр Земли.

При этом энергия трансформируется, передаётся от одних организмов к другим и излучается в ОПС. Единственным первичным источником внешней энергии на Земле является световое и тепловое излучение Солнца.

Ежегодно на земную поверхность поступает около 21×10^{23} кДж энергии. Из этой величины на участки Земли, покрытые растениями, а также на водоёмы с содержащейся в них растительностью приходится около 40%. С учётом потери энергии радиации вследствие отражения и других причин, а также энергетического выхода фотосинтеза, общее количество энергии, запасаемой ежегодно в продуктах фотосинтеза, составляет 20×10^{22} кДж.

Кроме создания чистой продукции живой покров суши использует захваченную им энергию Солнца для процесса дыхания. Эти энергетические

затраты составляют около 30-40% энергии, расходуемой на создание чистой продукции. Таким образом, растительность суши преобразует суммарно (на дыхание и создание чистой продукции) около $4,2 \times 10^{18}$ кДж в год солнечной энергии.

Органические вещества, образованные в процессе фотосинтеза, служат источником энергии для поедания и последующего усвоения одних организмов другими: от растений к растительным животным, от них - к плотоядным и т.д.

При этом высвобождение заключённой в органических соединениях энергии происходит также в процессе дыхания или брожения. Содержащаяся в пище энергия не совершает круговорота, а постепенно превращается в тепловую энергию.

В итоге поглощённая организмами в виде химических связей солнечная энергия снова возвращается в пространство в виде теплового излучения. Поэтому биосфере требуется постоянный приток энергии извне. К Земле приходит коротковолновое излучение (свет), а уходит от неё длинноволновое тепловое излучение.

Глава 16

Обеспечение безопасности жизнедеятельности в ЧС

Как известно, любая деятельность человека связана с определённой степенью риска вредного воздействия, результатом которого могут быть травма, заболевание или смерть.

При этом проблема определения приемлемого риска в различных сферах деятельности современного человека имеет следующие аспекты:

- социальные;
- экономические;
- психологические, и др.

Например, социальный аспект проявляется в том, что преимущества от применения новой (более совершенной) технологии концентрируются у

одних членов общества, а риску неблагоприятных последствий, связанных с её недостатками, подвергаются другие или всё общество в целом.

В целях определения уровня приемлемого риска оценим его величину в различных сферах деятельности современного человека в промышленно развитых странах (ограничимся лишь риском смертельных исходов).

При этом риск, являясь стохастической величиной, зависит от очень многих причин, причём за его количественную меру принят средний риск смерти в расчёте на 1 чел. в год.

Расчёт уровней риска производится на основе анализа частоты событий (смерть, травма или заболевание) в выделенной группе людей, занимающихся определённой деятельностью. Как правило, это работники одной отрасли, жители района, области, страны и т.д. При этом частота событий определяется по статистическим данным за год (или больший временной промежуток).

Установлено, что для мужчин в возрасте 45...50 лет риск смерти от болезней примерно в 10 раз больше, чем в возрасте 25... 30 лет (он во всех возрастных группах на 3 порядка превышает риск смерти от воздействия факторов естественной среды обитания).

Вместе с тем, в возрастной группе 20...25 лет значение риска смерти от несчастных случаев для мужчин 2,7 раза больше риска смерти от болезней.

Всякая профессиональная деятельность в зависимости от риска смерти R [1/чел.год] делится на следующие категории:

- безопасная ($R < 10^{-4}$);
- относительно безопасная ($10^{-4} < R < 10^{-3}$);
- опасная ($10^{-3} < R < 10^{-2}$);
- особо опасная ($R > 10^{-2}$).

Приемлемый уровень профессионального риска смерти для современного человека в промышленно развитых странах находится в интервале $(1...5)10^{-4}$

Отметим, что это значение равняется риску в безопасных условиях профессиональной деятельности (или риску смерти от несчастных случаев для мужчин в возрастной группе: 20...25 лет по сравнению с группой 30...50лет).

Однако, наиболее полно концепция приемлемого риска, связанного с профессиональным воздействием вредных и опасных факторов, разработана Международной комиссией по радиологической защите.

16.1. Поведение человека в аварийных ситуациях

Как известно, эмоциональное состояние человека в аварийных ситуациях характеризуется повышенной напряжённостью (стрессом), который сопровождается:

- понижением работоспособности;
- нарушением координации движений;
- снижением; устойчивости психологических функций.

При этом: поведение человека в аварийных; ситуациях подчиняется определённым фазовым закономерностям, которые происходят в следующем порядке:

1) Гипермобилизация (при встрече с определенной опасностью у человека наступает мобилизация сил и все органы чувств находятся в напряжённом состоянии, а также снижается точность движений).

2) Потеря ориентации - неверная оценка информации, искажение процесса контроля и оценки действительных причин ошибок.

3) Нарушение соотношения между основными и второстепенными действиями.

4) Распад структуры операций - усиление ошибок предыдущей фазы, так как практически все технологические процессы или операции имеют определённый алгоритм.

5) Обострение оборонительных реакций и отказ.

Предупреждение аварийной ситуации и правильные в смысле снижения опасности действия человека-оператора достигаются прогнозированием возможных аварийных ситуаций, а также их возможных последствий и необходимых действий работника.

Таким образом, поведение человека в экстремальных условиях деятельности является проявлением и результатом психологической готовности к какой-либо деятельности.

16.2. Особенности организации экстренной медицинской помощи в условиях ЧС

Не является секретом, что значительно возросшее количество и тяжесть природных и техногенных катастроф представляют значительную проблему для органов здравоохранения. Ведь они, как правило, сопровождаются непредвиденным массовым поражением значительного количества людей, что выходит за рамки возможностей медицинской службы.

В связи с этим, прогнозирование, предупреждение и ликвидация последствий стихийных бедствий и других катастроф - это проблемы, актуальность которых для всего мирового сообщества постоянно растёт.

При этом главная задача в борьбе со стихийными бедствиями и катастрофами - это предотвращение или сведение к минимуму людских потерь, числа пострадавших и уменьшение их страданий.

Существует несколько основных направлений борьбы с катастрофами:

- сведение к минимуму числа пострадавших, если бедствие нельзя предотвратить (проведение защитных мероприятий, включая и медицинскую защиту);
- спасение жертв катастрофы;
- своевременное обеспечение первой медицинской помощи;
- оказание раненым последующих видов (доврачебной и первой врачебной) медицинской помощи с эвакуацией в медицинские учреждения;

- обеспечение квалифицированной и специализированной медицинской помощи;

- создание пострадавшим нормальных условий для жизнедеятельности.

Установлено, что эффективным средством уменьшения пагубных последствий стихийного бедствия или катастрофы, являются такие медицинские профилактические мероприятия, (МПМ):

- предоставление соответствующего укрытия для пострадавших;
- создание условий для выполнения элементарных норм личной гигиены;
- обеспечение доставки питьевой воды;
- снабжение доброкачественным продовольствием.

При этом причины травматизации, заболеваемости и смертности людей при стихийных бедствиях и катастрофах можно объединить в следующие основные группы:

- травматические (термические) повреждения;
- психоэмоциональные стрессы;
- эпидемические (эндемические) заболевания;
- комбинированные поражения.

Следует отметить, что соотношение числа погибших и получивших травмы бывает различным в зависимости от вида стихийного бедствия или катастрофы; число травм и заболеваний обычно превышает число смертельных случаев при пожарах, наводнениях, землетрясениях, эпидемиях; однако число смертельных случаев часто выше при ураганах, извержениях вулканов, оползнях, сходах лавин.

При этом в случае скоротечных ЧС (ураганах, смерчах, взрывах и т.п.) возможность оказания медицинской помощи представляется только после окончания действия поражающих факторов, а при длительно текущих ЧС (пожарах, наводнениях, эпидемиях и т.п.) медицинская помощь организуется непосредственно в момент действия поражающих факторов.

Заметим, что такие стихийные действия и техногенные катастрофы, как землетрясения, случаи массового отравления и др. могут потребовать привлечения значительных сил и средств для оказания медицинской помощи.

При этом неотложная медицинская помощь особенно необходима в течение первых 6...24 часов после катастрофы.

Лечение пострадавших при стихийных бедствиях и иных катастрофах может проводиться как на месте или в близлежащих лечебных учреждениях, так и в ЛПУ, находящихся на удалении от места катастрофы.

Таким образом, опыт медицинского обеспечения различных катастроф показывает, что оба эти варианта, а также их комбинация могут успешно применяться в тех или иных ЧС (в зависимости от их медико-тактической характеристики), необходима в течение первых 6...24 часов после катастрофы.

Лечение пострадавших при стихийных бедствиях и иных катастрофах может проводиться как на месте или в близлежащих лечебных учреждениях, так и в ЛПУ, находящихся на удалении от места катастрофы.

Таким образом, опыт медицинского обеспечения различных катастроф показывает, что оба эти варианта, а также их комбинация могут успешно применяться в тех или иных ЧС (в зависимости от их медикотактической характеристики).

Глава 17

Нормативно-технические и организационные основы БЖД

Правовой основой законодательства в области обеспечения БЖД является Конституция - основной закон государства, где установлено, что в РФ охраняется труд и здоровье людей; каждый имеет право на благоприятную ОПС. Законы и иные правовые акты, принимаемые в РФ, не должны противоречить Конституции РФ.

В состав этих основ входит:

- экологическая безопасность;
- охрана труда;
- чрезвычайные ситуации.

1. Экологическая безопасность. Обеспечение экологической безопасности на территории РФ, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии Федерального закона 1992г. «Об охране окружающей среды» в комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного воздействия.

Закон содержит свод правил охраны ОПС в новых условиях хозяйственного развития и регулирует природоохранные отношения в сфере всей природной среды, не выделяя её отдельные объекты, охране которых посвящено специальное законодательство.

Задачами этого законодательства являются:

- предупреждение вредного воздействия хозяйственной или иной деятельности;
- оздоровление ОПС;
- улучшение качества окружающей среды.

К нормативам относятся ПДК (химического, физического, биологического происхождения). Экологические требования предъявляются всем хозяйственным субъектам независимо от форм собственности и подчинённости.

2. Охрана труда - это система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Основные направления государственной политики в области охраны труда..(ОТ):

- признание и обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности предприятий;

- установление единых нормативных требований по ОТ для предприятий всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчинённости;

- защита интересов работников, пострадавших в результате несчастных случаев на производстве и др.

3. Чрезвычайные ситуации. С 1998г. действует Федеральный закон «О гражданской обороне». Закон определяет задачи, правовые основы их осуществления и полномочия органов государственной власти РФ, субъектов РФ и органов местного самоуправления и организаций в области гражданской обороны (ГО).

Основные задачи ГО:

1) обучение населения способам защиты от опасностей, возникающих при ведении этих действий;

2) оповещение населения об опасностях, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий;

3) эвакуация населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;

4) предоставление населению убежищ и средств индивидуальной защиты;

5) проведение аварийно-спасательных работ в случае возникновения опасностей для населения и т.п.

Глава 18

Перспективы защиты от биоповреждений

Основной стратегией борьбы с биоповреждениями сегодня является локальная защита материалов и изделий. В соответствии с этим на первых этапах проблема развивалась по отдельным узким направлениям, почти не связанным между собой. В настоящее время между отдельными направлениями налаживаются связи. Контакт биологических, химических и технических партнеров имеет особое значение в решении проблемы

биоповреждений. Они активно участвуют в инвентаризации биоповреждений и в решении других задач.

Инвентаризация биоповреждающих агентов, повреждаемых ими материалов и изделий имеет огромное значение. Каталог биоповреждений, включающий живые организмы, повреждаемые объекты, а также методы защиты, необходим для разработки программ по прогнозированию и перспективным мероприятиям, для создания новых материалов с биоцидными свойствами. Сложность в выявлении биоповреждений, их каталогизации объясняется не только разнообразием живых организмов, нападающих на материалы и изделия, но и тем, что круг биоповреждающих агентов все расширяется. Появляются новые материалы и изделия, и биосфера использует новые средства и формы защиты.

На сегодняшний день знания о биоповреждениях напоминают сложную мозаику «конфликтных» взаимоотношений живых организмов, материалов и изделий в условиях почвы, водной и наземной сред. Оценка и анализ хозяйственных ситуаций, связанных с биоповреждениями, не могут осуществляться путем перебора всех ячеек мозаики - это делает задачу невыполнимой по крайней мере в обозримое время. В проявлении биоповреждающих свойств в различных группах животных, растений и микроорганизмов, различных классах материалов и изделий, в их взаимоотношениях друг с другом следует искать сходные, параллельные черты.

Биоповреждающие агенты в естественных биоценозах имеют свои природные мишени, «защищенные» самой природой. Взаимоотношения организмов с объектами их нападения в природных условиях могут подсказать новые подходы к разработке классификации биоповреждающих явлений и новые способы защиты от биоповреждений.

Проблема биоповреждений ни в теоретическом отношении ни практически не может решаться вне общеэкологических и технологических программ, направленных на защиту окружающей среды от загрязнений. Используя живые организмы, мы очищаем планету «от старых отработавших

свой срок материалов и изделий. Защищая действующие нужные нам материалы и изделия от биоповреждений с помощью химических средств защиты, мы в то же время в какой-то степени загрязняем этими средствами окружающую среду. Процессы биоповреждения действующих материалов и биоразрушения отработавших протекают в одних и тех же экологических условиях, и задача заключается в том, чтобы защищаться от одних и поставить на службу человеку другие.

Мы рассмотрели современное состояние проблемы биоповреждений, включая виды микроорганизмов, растений и животных, повреждающих различные материалы, изделия, сооружения и устройства, а также используемое для их изготовления сырье в стадии добычи, хранения, транспортировки и обработки, разнообразные защитные средства, имеющиеся в распоряжении специалиста на сегодняшний день. Но мы должны постоянно помнить о том, что эти сведения быстро стареют, так как развитие проблемы характеризуется высокой скоростью и динамизмом. Человек создает все новые и новые материалы и изделия из них, строит новые сооружения и технические устройства. Постоянно разрабатываются и воспроизводятся новые защитные средства. Растущее загрязнение среды материалами и изделиями рекрутирует в число биоповреждающих агентов все новые виды и популяции.

Для того чтобы предусмотреть и использовать это непрерывное обновление проблемы и завтра быть во всеоружии по отношению к биоповреждающим агентам не в меньшей, а в большей степени, чем сегодня, мы должны решить важные перспективные задачи. Одной из таких задач является каталогизация биоповреждающих агентов, основанная на их взаимоотношениях с повреждаемыми объектами, применяемых против них средств защиты. Эта трудоемкая работа начата подготовкой первых выпусков «Каталога биоповреждений на территории СССР», однако ее следует рассматривать как непрерывно текущий процесс., основанный на пополнении все новых и новых сведений и данных, поступающих по мере

развития науки и техники. Конечно, не всегда возможно предусмотреть характер этого пополнения, однако уже сегодня определенная часть видов и популяций обнаруживает явную тенденцию к тому, чтобы в ближайшем будущем стать биоповреждающими агентами. С другой стороны, совершенно очевидным источником новых биоповреждающих ситуаций будут экологические аналоги, имитирующие биоповреждающие взаимоотношения в природе. Наконец, постепенно, по мере освоения новых территорий, их индустриализации расширяется география биоповреждений за счет того, что виды и популяции, до сих пор не наносящие ущерба в глухих уголках планеты прежде всего из-за отсутствия подходящих объектов, с появлением последних становятся обязательными «биоповрежденцами», требующими специальных защитных мер.

Таким образом, значительная часть будущего пополнения поступит из подобного «резерва» и в связи с этим мы должны проявлять к нему самое пристальное внимание, изучать и каталогизировать включенные в него виды и популяции. Наряду с простой регистрацией биоповреждений, как действующих, так и потенциальных, мы должны всесторонне и полно изучать механизмы биоповреждающего воздействия, в том числе и в биоценотическом аспекте, используя для этой цели их экологические прототипы.

Метод экологических аналогий, разработанный советскими учеными, позволяет изучать многие аспекты биоповреждающего процесса, используя для этой цели в качестве модели их природные аналоги, которые также необходимо выявлять и каталогизировать.

Говоря о каталогизации биоповреждений и их природных аналогов, мы должны обращать особое внимание на мозаичность в возникновении биоповреждений, имея при этом в виду общую нестабильность и динамику мозаичного распределения как в отношении систематического и классификационного положения компонентов, так и в отношении географической, биоценотической и природно-зональной локализации

биоповреждений. Всестороннее изучение этих явлений создает необходимую основу для прогнозирования биоповреждений как в отношении отдельных локальных территорий, так и в масштабе крупных регионов.

Прогнозирование и профилактика биоповреждений становятся близкой реальностью, и уже сегодня ученые и практики своей работой создают для этого необходимые предпосылки в отношении отдельных биоповреждающих видов.

Вместе с тем необходимо иметь в виду; что в основе будущих прогнозов и профилактических мероприятий должны лежать не только локальные мероприятия, но прежде всего всеобъемлющая система мероприятий, учитывающая все многообразие экологических и социально-экономических факторов, влияющих на возникновение и развитие биоповреждений. Перспектива создания такой системы выдвинута советскими учеными в качестве одного из главных, положений экологотехнологической концепции биоповреждений, согласно которой будущее проблемы и результаты ее решения представляются в следующем виде: научно обоснованная система практических мероприятий, основанная на прогнозировании и профилактике, составляющая часть биосферного мониторинга, учитывающего весь комплекс экологических и социально-экономических факторов, предусматривают использование биоповреждений в качестве деструктора, разрушителя, утилизатора отслуживших свой век материалов под наблюдением человека и его контролем с ограничением и блокированием иных проявлений биоповреждающего действия. Конечно, создание такой системы мы рассматриваем как далекое будущее, но, чтобы оно осуществилось, мы должны усиленно работать уже сегодня.

Глава 19

Безопасность функционирования

автоматизированных и роботизированных производств

Широкое и многообразное применение техники предъявляет всё более высокие требования к её соответствию человеческим возможностям.

При этом современные человеко-машинные системы следует рассматривать как сложные автоматизированные системы, в которые наряду с контурами чисто автоматического регулирования, состоящими только из технических звеньев, включены и функционируют контуры, замыкаемые через человеческое звено.

При создании и эксплуатации таких систем значительно возрастает роль человеческого фактора, который может быть учтён следующими положениями (принципами) безопасности:

- минимального рабочего усилия;
- максимального взаимопонимания;
- максимального объёма оперативной памяти пользователя;
- минимального расстройств человека-оператора;
- максимальных допусков изменений в технических системах;
- максимального контроля со стороны человека-оператора;
- преимущественных возможностей;
- технической реализуемости;
- оптимальной загрузки;
- максимальной надёжности;
- максимизации эффективности;
- гуманизации труда и ответственности.

Заметим, что СЧМ в своём развитии проходит следующие стадии:

- проектирование;
- изготовление;
- эксплуатацию.

При этом правильный и обоснованный учёт человеческого фактора на каждой из этих стадий способствует достижению максимальной эффективности и безопасности.

19.1. Риски в СЧМ

В СЧМ опасности возникают в результате наложения негативных факторов присущих человеку.

При этом в 80% всех аварий и катастроф в СЧМ согласно статистике связано с её функционированием, а 20% вызваны внешними по отношению к этой системе чрезвычайными воздействиями.

Техногенные аварии и катастрофы (пожары, взрывы, прорывы плотин) создаются в результате ошибочных действий специалистов, а стихийные (паводки, землетрясения, цунами и др.) - в результате производственной деятельности. Установлено, что в связи с возросшим энергетическим классом техногенных опасностей в последние десятилетия, по своим последствиям они могут приравняться к стихийным бедствиям (например, прорыв плотины и создание техногенного паводка - к природному паводку, и т.д.)

Опасности техногенного, природного и социального характера могут воздействовать на человека в процессе создания и эксплуатации технических систем (например, при выполнении изыскательских, строительных и эксплуатационных работ в водохозяйственной отрасли).

Наибольший риск опасных ситуаций, на наш взгляд, имеет место в сфере строительства и эксплуатации сооружений. Так, например, по данным Международной комиссии по большим плотинам (СИГБ) ежегодно во всём мире при строительстве плотин погибает до 1000 человек и до 400 человек - становятся жертвами аварий плотин.

При этом обеспечение безопасности технических систем, выбор необходимого уровня резервирования, требует знания причин отказов, их риска и частоты.

Следует отметить, что для оценки и нормирования риска в инженерной практике используется:

- сопоставление с природным риском (например, риск аварий плотины и риск от естественных паводков);
- выбор значения риска по достигнутому уровню в наиболее передовых отраслях;
- экономическое обоснование допустимого риска по минимуму затрат.

19.2. Новые экологически чистые (безопасные) производства

В данном разделе рассмотрены результаты практического использования технологических и конструкционных разработок в экологически чистом производстве.

Реализация разработок представлена на основе блочно-модульного метода, позволяющего с минимальными затратами осуществить их синтез в единый высокоэффективный комплекс с минимальными энерго и ресурсозатратами.

Основным подходом при изложении является принцип системности. В соответствии с ним каждый отдельный аппарат или технология рассматриваются как элемент динамической системы.

Используя пример операторной модели производства (которую можно рассматривать как базовую систему для реализации в промышленности комплекса новых малоотходных и экологически чистых производств, а также выбора оптимальных режимов их функционирования) рассмотрим принципиально новые производственные технологии, отвечающие требованиям промышленной экологии.

Так, к примеру, в химико-технологическую систему (ХТС) производства стекловолокна входят следующие подсистемы, операторы и процессоры:

- 1) Подсистема выработки непрерывного стеклянного волокна с показателями качества, соответствующими определённым стандартам.

- 2) Подсистема выработки стеклянных шариков.
- 3) Подсистема образования стекломассы из компактированной шихты с заданными показателями.
- 4) Подсистема классификации компактированной шихты по фракциям.
- 5) Подсистема оборудования компактированной шихты с заданными технологическими и структурно-деформационными свойствами.
- 6) Подсистема увлажнения и смешения порошкообразной шихты.

Аналогичным образом анализируется операторная модель с эколого-экономических позиций (проводят ранжирование факторов экологической безопасности и ресурсосбережения, сопоставляют параметры и т.п.)

Другим примером нового экологически чистого производства может служить фильтровальная техника защиты биосферы от промышленных выбросов порошковых и других технологий.

Предложенные выше технические решения, направленные на интенсификацию малоотходных процессов порошковых технологий, как правило, включают в свой состав аспирационные устройства, снижающие остаточное количество вредных выбросов до предельно допустимых концентраций.

При этом учитывая (за счёт создания новой и усовершенствования существующей техники подготовки и переработки порошковых материалов) планируемый рост объёмов производства и соответствующее увеличение безвозвратных потерь ценных компонентов со шламом и сточными водами, за основу производства принят сухой способ очистки пылесодовых потоков технологического оборудования.

19.3. Новые принципы снижения акустического загрязнения окружающей среды

В нашей стране разработаны и действуют 80 стандартов, устанавливающих требования к нормированию, измерению и снижению шума.

При этом человек подвергается действию повышенного шума чаще всего на транспортных средствах, в жилой застройке и на рабочих местах.

Современная виброакустика предлагает следующие средства защиты от шума:

- улучшение качества воспринимаемого звука (методика базируется на понимании, что шум разного частотного состава-тембра, но одинаковый по уровню звука). При этом психоакустикой доказано, что разница в восприятии может достигать 10... 14 дБ,

- активная шумозащита (основана на интерференции звуковых волн при их наложении). Эта мера осуществляется путём генерирования звуковой энергии дополнительным источником.

Следует отметить, что в развитых странах выпуск специальных устройств активной шумозащиты налажен в широких масштабах.

Анализ приведённых данных показывает, что активная шумозащита обеспечивает снижение уровня звукового давления (УЗД на 7... 15 дБ на низких частотах).

Заметим, что это большое преимущество активной шумозащиты, так как пассивная шумозащита наименее эффективна именно на низких частотах.

Установлено, что наиболее эффективно применение активных средств совокупности с пассивными.

Глава 20

Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности

Следует отметить, что главный контур системы «Человек - Экономика - Биота - Среда» (ЧЭБС) замыкает современное человеческое хозяйство - экономика.

В ней, как правило, коренятся современные экологические проблемы и угрозы глобального кризиса. При этом угнетение и вытеснение экосферы техносферой быстро приближается к точке необратимости.

Установлено, что главную опасность в этой ситуации представляет сохранение взаимного стимулирования поста человечества и потребления природных ресурсов. Поэтому экономику и целесообразно рассматривать, в данном случае, с позиций её природоёмкости, которая обусловлена техногенным изъятием природных ресурсов и техногенным загрязнением окружающей природной среды.

По эколого-экономическим результатам между изъятием природных ресурсов и загрязнением нет принципиальной разницы, так как загрязнение можно рассматривать как изъятие какой-то части окружающей среды (чистой воды, чистого воздуха, возделанной земли, продуктов питания, полноценных биологических сообществ, и в связи с этим - лишения необходимой части социального благополучия людей).

К концу XX столетия научно-технический прогресс достиг колоссальных масштабов и затронул все сферы человеческой жизни.

При этом, заботясь о своей безопасности, человек вынужден был выработать специальные виды деятельности, содержанием которых является анализ сложившейся ситуации и разработка мер по управлению проблемными ситуациями.

Одной из таких сфер деятельности является новая область знаний – оценка риска.

Анализ (оценка) риска - это научный метод сопоставления опасностей и разработка стратегии безопасного развития общества.

Постоянные работы по анализу риска начались за рубежом в конце 60-х - начале 70-х годов и были связаны с оценкой риска промышленных технологий.

Так, почти одновременно в США, Западной Европе (например, в Швеции) и в Японии на правительственном уровне начались прикладные исследования и разработки процедуры комплексной оценки технологий.

При этом важнейшим фактором формирования новой области исследований и процедуры управления стало изучение опасности маловероятных, но чрезвычайно разрушительных аварий на крупномасштабных промышленных и транспортных объектах, равно как и воздействия на здоровье человека новых химических соединений, опасных даже в ничтожных дозах.

Отметим, что традиционная оценка технологий, которая выполнялась на уровне предприятий и фирм, была ориентирована непосредственно на данную технологию. Правда на стратегическом уровне оценка технологий потребовала глобальных подходов, включая оценку риска загрязнения биосферы и последствий загрязнения для человека.

При этом, оценка риска отдельных инженерных систем и сооружений выделилась в самостоятельную область.

Параллельно с оценкой риска технологий на государственном уровне в начале 70-х гг. шло формирование соответствующей процедуры, получившей название «оценка воздействия на окружающую среду» (экологическая экспертиза).

Эти процедуры представляют собой разные формы системного анализа в зависимости оттого, что является его объектом:

- процесс (технологическое нововведение);
- явление (проект инженерного сооружения или технологии);
- проблемная ситуация (риск).

Необходимо отметить, что общей чертой всех системных процедур является многокритериальность, которая обусловлена условиями и методами принятия решений.

20.1. Содержание и основные этапы работ по оценке риска

Напомним, что понятие риска подразумевает возможность опасной ситуации (в том числе аварии и её последствий), а не реальную ситуацию. Однако, управление в ЧС предполагает действия как по предотвращению или уменьшению вероятности таких ситуаций, так и непосредственные действия в условиях экстремальной ситуации.

Анализ риска (как область прикладной науки) основан на методах оценки риска технологий и управления риском, которые соединяют черты оценок технологий и воздействия на окружающую природную среду.

При этом риск возникновения технологической катастрофы и других ЧС обуславливается следующими предпосылками:

- существованием источников потенциальной опасности;
- действием факторов риска (веществ, энергии), высвобождаемых этими источниками;
- наличием определённого уровня факторов риска (когда известны пороговые величины);
- временем воздействия (экспозицией) на людей и окружающую среду.

За последние 15...20 лет произошла определённая дифференциация сфер приложения анализа риска:

- оценка риска новых технологий (биотехнологии, лазерной технологии), безопасности (надёжности) технологических систем, включая аварийные ситуации;
- воздействия токсического и других видов загрязнения на здоровье человека и окружающую среду (например, медико-экологических последствий аварий и катастроф);
- кумулятивного и суммарного эффекта воздействия токсических веществ на здоровье людей и экосистемы;
- восприятие риска людьми (экспертами и рядовыми гражданами, общественностью).

Следует отметить, что в мировой практике уже к концу 70-х годов сложилось представление о различиях между анализом (оценкой) риска и управлением риском.

Оценка риска - это научный анализ его генезиса, включая его выявление, определение степени в конкретной ситуации.

Управление риском - это анализ самой рискованной ситуации (разработка и обоснование управленческого решения, например, в форме нормативного акта, направленного на минимизацию риска, а также на поиск путей сокращения риска).

В 80-х годах учёными было предложено 3 варианта оценки риска:

- чрезвычайный (определяет потенциальные причины проблемной ситуации, например, выбросов, а также намечает меры по их предотвращению);

- специальный (заключается в экспресс-анализе текущей обстановки с целью предотвращения возможности возникновения ЧС);

- общий (включает полное или частичное обследование предприятия, выявление основных проблем его развития, подсчёт объёмов реальных вредных выбросов или сбросов, а также определение практических мер по их минимизации или устранению).

При этом согласно сложившимся представлениям, основные элементы оценки риска включают следующие процедуры:

- 1) выявление опасности;
- 2) выявление объектов и зон потенциального негативного воздействия;
- 3) определение вида воздействия факторов риска на объекты и степень его опасности;
- 4) анализ воздействия факторов риска на население и окружающую среду;
- 5) оценка подверженности (реального воздействия факторов риска на человека и окружающую среду);

б) полная (совокупная) характеристика риска с использованием качественных и количественных параметров (установленных на предыдущих этапах), применительно к каждому фактору риска.

К сожалению одной из трудностей является несовершенство правовой базы.

Так, законы об охране окружающей среды не всегда согласуются между собой (прежде всего потому, что загрязняющие вещества обычно удаляют путём их перевода из одной геосферы в другую, что вызывает ухудшение качества последней).

Примером может служить захоронение отходов (в частности, радиоактивных).

20.2. Экономические основы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды

Известно, что рациональное, экономное, бережное использование даров природы часто требует повышенных затрат, окупающихся большей сохранностью ресурсов и возможностью решения не только экономических, но и социальных задач, связанных с охраной природы (чистого воздуха, воды, плодородия почвы, лесов с их фауной, привлекательных ландшафтов, которые необходимы для всестороннего развития человека, его культуры, творческих сил и способностей, здоровья и энергии).

В связи с этим, мероприятия, направленные, на обеспечение нынешних и будущих поколений богатствами природы (и на их эффективное, рациональное использование) подняты на уровень первостепенных задач в экономической политике.

При этом рассмотрение развития общественного производства в аспекте исследования взаимосвязей, экономический рост (природные ресурсы, качество окружающей среды) включает изучение следующих вопросов:

1) насколько существующие макроэкологические показатели экономического роста (совокупный общественный продукт и национальный доход) отражают результаты социально-экономического развития в целом);

2) может ли стагнация экономического роста рассматриваться как средство решения проблемы охраны окружающей природной среды и предотвращения истощения природных ресурсов;

3) в какой мере экономический рост влияет на качество окружающей природной среды, и в какой - ограничительные запасы природных ресурсов лимитируют экономический рост.

Совершенствование процессов природопользования на базе НТП позволяет сократить прирост вовлекаемых в производственный оборот и выбросы отходов в окружающую среду.

При этом принципиальное направление повышения эффективности природопользования - разработка таких технологических процессов, которые в максимальной степени утилизируют отходы производства и потребления, что даёт возможность снизить «ресурсоёмкость» общественного производства и увеличить выход конечного продукта на единицу утилизируемого ресурса.

Таким образом, в современном общественном производстве реализация ресурсосберегающих и природоохранных мероприятий на основе НТП должна рассматриваться как фактор экономического роста.

Экологическую нагрузку на окружающую природную среду, сопряжённую с производством различных видов продукции, можно оценить с помощью коэффициента отходоёмкости:

$$A_{ik} = U_{ik} / Q_{ik} , \quad (20.1)$$

где A_{ik} коэффициент отходоёмкости по k -му виду отходов, образующихся при производстве единицы продукции I вида;

U_{ik} - количество отходов k -го вида в натуральном выражении, образующихся при производстве i -го вида продукции;

Q_i - производство продукции i -го вида.

Здесь в количество отходов U_{ik} включается масса загрязнений данного вида, содержащихся в отходящих газах, сточных водах, жидких или твёрдых отходах, размещаемых на свалках или полигонах.

При этом планируемые и проектируемые системы природоохранных мероприятий призваны обеспечить следующее:

- соблюдение нормативных требований к качеству окружающей среды, отвечающих интересам охраны здоровья людей и охраны окружающей среды;

- получение максимального народно-хозяйственного экономического эффекта от улучшения состояния окружающей среды, сбережения и наиболее полного использования природных ресурсов.

Глава 21

Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности

При использовании международных ресурсов особенно важно наличие и соблюдение международных договорённостей, чтобы их совместное использование сопровождалось сотрудничеством, а не противоборством.

Кроме того, разведка, национальная добыча и использование невозобновляемых ресурсов, охрана и воспроизводство возобновляемых - по мере их истощения и загрязнения, всё больше будут превращаться из внутреннего дела каждой страны в общечеловеческую проблему обеспечения выживаемости.

Например, мировое сообщество уже сейчас выдвигает нашей стране претензии из-за недостаточного (с точки зрения потребности) поддержания динамического равновесия в биосфере.

Между тем, решение проблем оптимизации природопользования требует наличия высокого научного потенциала, средств на проведение

экспериментов, оборудования (которыми многие страны просто не располагают).

Тогда как нам может пригодиться опыт экономического воздействия на природопользователей, а развитым капиталистическим странам - наш опыт планирования и государственного руководства (в виду того, что особенности природопользования требуют разумного сочетания этих двух методов управления).

Большие проблемы возникают при совместном использовании запасов рыбы и мигрирующих, т.е. периодически меняющих своё местонахождение, животных и птиц. Ибо для биогенозов не существует государственных границ.

Эта проблема не только экологическая, но и экономическая, т.к. получается, что страна-потребитель получает дополнительную прибыль за счёт того, что страна-охранитель тратит средства на охрану и отказывается от добычи ради сбережения угасающего вида.

Правда, разрешить конфликт можно принятием соответствующего двустороннего соглашения.

Другой важной проблемой, требующей международного сотрудничества и соответствующих договорённостей, является загрязнение, которому подвергаются абсолютно все международные и межнациональные ресурсы.

Так, в околоземном пространстве за последние годы резко возросло количество отходов земного происхождения (контейнеров с мусором, отслуживших космических аппаратов и т.п.), затрудняющих работу астрономов, связистов, метеорологов, повышающих опасность космических полётов.

При недостаточно продуманном освоении Космоса возможны и такие нежелательные последствия, как занесение земных микроорганизмов в планетную среду, благоприятную для существования жизни (Марс, Венера), что может привести к видоизменениям поверхностных оболочек планет и сделает невозможным для учёных всех стран дальнейшее изучение природы этих планет.

Глобальной проблемой в настоящее время является всё возрастающее загрязнение Мирового океана нефтью, промышленными стоками, бытовыми отходами с кораблей, а также контейнерами с радиоактивными отходами и затонувшими реакторами (и боезарядами атомных подводных лодок).

И наконец, существование всей биосферы зависит от того, сумеют ли люди предотвратить развязывание атомной, бактериологической, химической. и экологической (преднамеренное уничтожение озонового слоя, над территорией врага) войн, каждая из которых неизбежно приведёт к необратимым экологическим изменениям.

При этом решение острейших природоохранных проблем требует значительных материальных средств, которые государства никак не могут выделить (хотя на военные нужды средства тратятся в огромном количестве). Подсчитано, что половины суммы общемировых военных расходов хватило бы для восстановления нарушенного природно-ресурсного потенциала Земли.

Следует отметить, что решение всех вышеуказанных проблем возможно лишь при условии международного сотрудничества, которое может осуществляться как на двусторонней, так и на многосторонней основе.

21.1. Международное сотрудничество в области охраны природной среды

На современном этапе НТП особенно важно и необходимо объединение усилий и сотрудничество всех государств в области охраны природной среды, так как человечество оказалось на пороге экологической катастрофы.

Сегодня уже ни одна страна не сможет решить свои природоохранные проблемы в одиночку. Природа не знает государственных границ - она всеобща и едина. Однако, единство биосферы требует и единства природоохранных действий на международной арене.

Существуют следующие основные аспекты международного сотрудничества в области охраны природной среды:

- государственные инициативы;
- международные организации;
- международные конвенции и соглашения;
- двустороннее сотрудничество.

Государственные инициативы по международному сотрудничеству в области охраны природной среды имеют давнюю историю. Только за 1986-1989 годы был выдвинут целый ряд конструктивных предложений по международному сотрудничеству в целях экологической безопасности:

- по природоохранному взаимодействию в азиатско-тихоокеанском регионе;
- по защите морской среды Балтики;
- по координации усилий в области экологии под эгидой ООН (43-я сессия Генеральной Ассамблеи ООН, декабрь 1988г.)

Основные идеи экологической политики страны были изложены в обращении правительства к участникам Глобального форума по защите окружающей среды и развитию в целях выживания (Москва, январь 1990 г.).

Международные организации по охране природы действуют почти во всех странах мира.

При этом органы руководства сосредоточены, прежде всего, в ООН. Ключевую роль по организации природоохранной деятельности в системе ООН осуществляет ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде), которая функционирует с 1973г. на основе решения Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде.

Основными направлениями деятельности этой организации являются следующие:

- проблема развития человеческих поселений, поддержание здоровья и благосостояния человека;
- оказание научно-технической помощи развивающимся странам в решении экологических проблем;
- проблема охраны почв и вод, борьба с распространением пустынь;

- международная справочная система информации по окружающей среде;
- торговые, экономические и технологические аспекты проблемы окружающей среды;
- защита Мирового океана от загрязнения;
- создание глобальной системы мониторинга окружающей среды;
- охрана растительного и животного мира, сохранение и поддержание генетических ресурсов земного шара;
- разработка под эгидой ЮНЕП международных конвенций и др. правовых актов.
- ЮНЕСКО (орган ООН по вопросам образования и культуры);
- ФАО (орган ООН по продовольствию и сельскому хозяйству);
- ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения).

Кроме того, в 1990 г. создано Европейское агентство по окружающей среде (ЕАОС).

В вопросах трансграничного переноса загрязняющих веществ и многих других наша страна сотрудничает с Европейской комиссией (ЕЭК) ООН.

Расширяются научные связи с ЮНЕСКО (программа «Человек и биосфера») - через Совет по проблемам биосферы Российской Академии наук (РАН), через МАГАТЭ (международное агентство по атомной энергии) и через МСОП (международный союз охраны природы и природных ресурсов).

В 1980 г. учёными МСОП была разработана Всемирная стратегия охраны природы, которая определила для себя 4 группы важнейших проблем:

- 1) необратимые изменения окружающей среды;
- 2) сверхэксплуатация природных ресурсов;
- 3) потеря продуктивных земель;
- 4) вымирание отдельных видов и форм фауны и флоры.

В связи с катастрофой в Чернобыле, МАГАТЭ в 1991г. направило в Бела-

русью и на Украину своих экспертов, ЮНЕП взяла на себя организацию международного совещания по Чернобылю, а в январе 1990г. ЮНЕП подписала проект спасения Арала.

Примером многочисленных международных конвенций и соглашений по охране природы может служить Московский договор 1963 г. о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой, а также Конвенция 1972 г. о запрещении бактериологического оружия ради сохранения окружающей среды (подписана почти сотней государств).

На основе межправительственных соглашений развивается двустороннее сотрудничество со всеми пограничными государствами.

В рамках сотрудничества с США реализуется более 40 природоохранных проектов по 11 темам (среди них сокращение промышленных выбросов вредных веществ в атмосферу, защита Мирового океана от загрязнений и др.).

В 1988 г. Академией наук СССР и Национальной Академией наук США создан межакадемический комитет по глобальной экологии.

21.2. Международное сотрудничество в области экологической безопасности

В рамках деятельности Комитета по экологической политике ЕЭК ООН регулярно проводятся конференции министров окружающей среды стран Европы, разрабатываются экологические программы с целью совершенствования политики и управления природоохранной деятельностью в странах с переходной экономикой.

При этом важным событием является участие России в Общеввропейской конференции министров окружающей среды под эгидой ЕЭК ООН, итогом которой стала «экологическая программа для Европы».

Вместе с тем, следует отметить, что в реализации Стратегии охраны окружающей среды Арктики участвуют страны арктической восьмёрки, в том числе Россия.

В соответствии с Декларацией, принятой министрами окружающей среды региона Баренцева моря (1995г.), ведутся работы по предотвращению радиоактивного загрязнения и готовности к ядерным авариям, экологическому управлению и др.

Отрадным фактором является то, что соглашения о сотрудничестве в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности подписаны с такими странами как:

- Финляндия и Болгария (о сотрудничестве в области предупреждения промышленных аварий, стихийных бедствий и ликвидации их последствий, 1994 г.);
- Норвегия (о сотрудничестве в борьбе с загрязнением нефтью в Баренцевом море, 1994г.);
- Китай и др. страны (о совместной охране лесов от пожаров);
- США (о сотрудничестве в области охраны окружающей среды и природных ресурсов, 1994г.).

Это соглашение с США явилось продолжением Соглашения от 1972г. Так же с США ведётся сотрудничество в рамках Комитета по окружающей среде Российско-Американской комиссии «Гор-Черномырдин».

Кроме того, с 1992 года осуществляется партнёрство с государствами-членами СНГ в рамках Соглашения о взаимодействии в области экологии и охраны окружающей среды. При этом образована Межпарламентская ассамблея СНГ по проблемам охраны окружающей природной среды и Межгосударственный Экологический совет (МЭС).

Была принята Концепция межгосударственной системы экологического мониторинга государств-участников МЭС.

Г л а в а 22. Цивилизация и катастрофы в современном мире.

Современной цивилизации необходимо дальнейшее развитие медицины катастроф (МК) по следующим причинам:

- отмечается стремительное развитие производительных сил, что приводит к увеличению мирового валового продукта в 2 раза каждые 10...15 лет. Это развитие включает в себя повышение мощности ныне действующих заводов, фабрик, транспортных магистралей и т.д., строительство новых; создание современных технологий и появление новых искусственных веществ, являющихся часто смертельными; захват техногенной цивилизацией новых территорий;
- средства производства всё более усложняются и переплетаются друг с другом (с точки зрения самих технологических процессов и управления). Человек по своим физическим параметрам иногда не способен уже управлять технологическими процессами. Поэтому он вынужден привлекать в процесс управления новые технические средства и технологии;
- происходит стремительный рост народонаселения в мире: каждые 33 года оно, например, в XX веке удваивалось;
- в настоящее время существует тенденция в большинстве стран к урбанизации населения.

При этом результатом упомянутой предрасположенности стало стремительное исчезновение невозполнимых природных ресурсов и такое же быстрое накопление отходов, не совместимых с живой² природой.

Однако главный результат и проблема современной цивилизации – это рост числа и увеличение негативной значимости больших катастроф как техногенного, так и природного характера.

Следует отметить, что чем сложнее система, тем она менее устойчива. Это означает, что увеличение сложности технологических процессов приводит к росту вероятности катастроф и углублению последствий.

В этом случае возможны и необходимы два пути:

- проведение специальной антикатастрофной технологической и технической политики;
- создание и согласованное с техническим прогрессом развитие государственной медицины катастроф.

Необходимо при этом заметить, что МК – это обязательно единая государственная, а точнее и общегосударственная политика.

При этом резко возросла вероятность крайне опасных последствий природных катастроф из-за того, что природная катастрофа может повести за собой любой из технологических процессов. Тогда мы будем иметь дело уже с симбиозом искусственной и естественной катастроф.

Таким образом, если учитывать стремительное накопление технологических отходов, то возможно медленное «вползание» в катастрофу нового типа. Её отличительной чертой является постепенное изменение параметров среды обитания, не совместимых с жизнью человека.

22.1. Основные понятия и определения медицины катастроф.

К а т а с т р о ф а - это внезапное событие в результате действий человека или опасного природного явления, повлекшее за собой многочисленные человеческие жертвы (погибшие и поражённые), нарушение процессов жизнедеятельности, значительный материальный ущерб, разрушение окружающей среды (ОС), вследствие чего может возникнуть чрезвычайная ситуация (ЧС).

Ч С - это обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде (ОПС), значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

П р е д у п р е ж д е н и е Ч С – это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения Ч С, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба ОПС и материальных потерь.

Л и к в и д а ц и я Ч С – это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении ЧС и направленные на спасение

жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба ОПС и материальных потерь, а также на локализацию зон ЧС, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

З о н а ЧС – это территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация.

К о м п л е к с н а я з а щ и т а н а с е л е н и я в ЧС – совокупность взаимосвязанных по содержанию, времени, ресурсам и месту проведения мероприятий, направленных на предотвращение или уменьшение потерь населения и угрозы его жизни и здоровью при ЧС и её последствий.

Л и к в и д а ц и я м е д и к о - с а н и т а р н ы х п о с л е д с т в и й ЧС – это комплекс организационных, лечебно-эвакуационных, санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий, а также мероприятий по медицинской защите населения и личного состава, участвующего в работах по ликвидации ЧС, проводимых в очаге, зоне, районе ЧС с целью: сохранения жизни поражённых (больных); быстрее восстановления их здоровья; снижения неблагоприятного влияния на здоровье населения условий, сложившихся при ЧС; предупреждения возникновения и распространения инфекционных болезней; сохранения здоровья и работоспособности личного состава, участвующего в ликвидации ЧС.

М е д и ц и н а к а т а с т р о ф – это отрасль медицины, представляющая собой систему научных знаний и сферу практической деятельности, направленных на спасение жизни и сохранение здоровья населения при авариях, катастрофах, стихийных бедствиях и эпидемиях; предупреждение и лечение поражений (заболеваний), возникших при ЧС; сохранение и восстановление здоровья участников ликвидации ЧС.

В с е р о с с и й с к а я с л у ж б а м е д и ц и н ы к а т а с т р о ф (ВСМК) – функциональная подсистема Единой государственной системы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, функционально объединяющая службы медицины катастроф Минздрава

России, МВД России и других федеральных органов исполнительной власти, предназначенная для ликвидации медико-санитарных последствий ЧС.

Организация Всероссийской службы медицины катастроф (Организация ВСМК) создана на 5 уровнях: федеральном, региональном, территориальном, местном и объектовом.

Поражённый - это человек, у которого в результате воздействия поражающих факторов ЧС возникли нарушения здоровья.

Пострадавший - это человек, понёсший в результате ЧС материальный, моральный ущерб или получивший психическое расстройство.

Экстренная медицинская помощь – это помощь, оказываемая поражённым в кратчайшие сроки при угрожающих жизни и здоровью населения травмах и внезапных заболеваниях.

22.2. Классификация катастроф.

Существует несколько классификаций катастроф.

1. Все катастрофы можно разделить на естественные, искусственные и социальные.

Естественные - не зависящие от деятельности человека, природные катастрофы (стихийные бедствия):

- метеорологические – ураганы, бури, смерчи, циклоны, морозы, засухи, необычайная жара, пожары;
- теллурические и тектонические – извержения вулканов, землетрясения;
- топологические – наводнения, сели, оползни, снежные обвалы.

Искусственные – вызываемые деятельностью человека, производственные (техногенные) катастрофы:

- транспортные – авиа- и космические, железнодорожные, автодорожные, на речном и морском флоте (транспорте);
- производственные – с высвобождением энергии, механического, химического, радиационного, термического, бактериологического агентов;

- специфические – эпидемии, войны.

С о ц и а л ь н ы е - голод, терроризм, общественные беспорядки, наркомания, токсикомания.

2. М е д и к о- т а к т и ч е с к а я классификация – охватывает несколько критериев, имеющих важное значение для организации помощи пострадавшим со стороны службы медицины катастроф (СМК).

В соответствии с этой классификацией по м а с ш т а б у р а с п р о с т р а н е н и я, с учётом тяжести последствий, ЧС могут быть подразделены следующим образом:

- локальные – имеют последствия, не выходящие за пределы рабочего места, усадьбы, квартиры;

- объектовые, когда последствия ограничиваются пределами объекта экономики и могут быть устранены за счёт его сил и средств;

- местные – имеют масштаб распространения в пределах населённого пункта;

- территориальные – распространяющиеся на территории субъекта РФ, в том числе крупного города, административного района, нескольких районов; могут быть устранены за счёт сил и средств области;

- региональные – их последствия охватывают несколько областей и могут быть ликвидированы за счёт сил и средств региона или входящих в него субъектов РФ;

- национальные, или федеральные – последствия распространяются на несколько экономических районов (регионов), но не выходят за пределы страны; ликвидируются силами и средствами государства;

- глобальные – выходят за пределы страны и распространяются на другие государства, устраняются как силами каждого государства на своей территории, так и силами и средствами международного сообщества.

3. М е д и к о – т а к т и ч е с к а я классификация катастроф:

- по этиологическому фактору – техногенные, природные, биолого-социальные, социогенные;

- по числу поражённых – малые, средние, большие;

- по числу раненых и погибших – 25...100 чел., до 1000 чел., свыше 1000 чел.;

- по числу нуждающихся в госпитализации – 10...50 чел, до 250 чел., свыше 250 человек.

22.3. Избранные документы по вопросам ЧС и МК в Российской Федерации.

Во исполнение Указа Президента РФ № 468 от 20.04.93 «О неотложных мерах по обеспечению здоровья населения РФ и в целях совершенствования организации и функционирования службы экстренной медицинской помощи, координации научных исследований по проблемам медицины катастроф, повышения уровня готовности службы к работе в условиях ликвидации последствий ЧС и эффективного взаимодействия всех медицинских сил и средств на базе специализированного центра экстренной медицинской помощи «Защита» Федерального управления медико-биологических и экстремальных проблем в конце 1993 г. создан Всероссийский центр медицины катастроф (ВЦМК) «Защита» Министерства здравоохранения РФ.

В 1994 г. был принят Государственной думой и подписан Президентом РФ Федеральный Закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, который определяет общие для РФ организационно-правовые нормы в области защиты населения на территории РФ, всего земельного, воздушного, водного пространства в пределах РФ, объектов производственного и социального назначения, а также ОПС от ЧС природного и техногенного характера.

5 ноября 1995 г. Правительством РФ принято Постановление № 1113, которым утверждено «Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС». Положение определяет принципы построения, состав сил и средств, порядок выполнения задач и взаимодействия основных элементов, а также регулирует основные вопросы

функционирования единой Российской системы чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Основными задачами РСЧС являются:

- разработка и реализация правовых и экономических норм, связанных с обеспечением защиты населения и территорий от ЧС;
- осуществление целевых научно-технических программ, направленных на предупреждение ЧС и обеспечение устойчивого функционирования предприятий, организаций и учреждений, а также подведомственных им объектов в ЧС;
- обеспечение готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных для предупреждения и ликвидации ЧС;
- сбор, обработка и выдача информации в области защиты населения и территорий от ЧС;
- подготовка населения к действиям при ЧС;
- прогнозирование и оценка социально-экономических последствий ЧС;
- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС;
- осуществление государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от ЧС;
- ликвидация ЧС природного и техногенного характера;
- осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от ЧС, проведение гуманитарных акций;
- реализация прав и обязанностей населения в области защиты от ЧС, в том числе лиц, непосредственно участвующих в их ликвидации;
- международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от ЧС.

РСЧС объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов защиты населения и территорий от ЧС. Оно

состоит из территориальных и функциональных подсистем и имеет пять уровней: федеральный, региональный, территориальный, местный и объектовый.

28.02.1996 г. Правительством РФ принято Постановление № 195 «Вопросы Всероссийской службы медицины катастроф», которым утверждено «Положение о Всероссийской службе медицины катастроф».

В этом Положении говорится: «Всероссийская служба медицины катастроф является функциональной подсистемой единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС. Служба руководствуется в своей деятельности Конституцией РФ, Федеральным Законом «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера», другими федеральными законами, указами и распоряжениями Президента РФ, постановлениями и распоряжениями Правительства РФ, решениями Межведомственной комиссии по предупреждению и ликвидации последствий ЧС, иными нормативными правовыми актами, а также настоящим Положением».

Г л а в а 23.Здоровый образ жизни как фактор БЖД.

Богатство любого государства – это только природные ресурсы или материально-культурные ценности, но в первую очередь люди, его населяющие.

Образ жизни современного человека, особенно городского жителя, вызывает детренированность организма и снижение физиологической активности многих органов и систем, что отрицательно действует на способность организма адаптироваться, уменьшает сопротивляемость и иммунную устойчивость.

При этом ухудшение экологических и психологических условий негативно сказалось на здоровье взрослого и детского населения России. Предлагая явные блага, техногенная цивилизация наносит ОС и каждому из

нас невидимый вред. Разрушающие последствия подобного воздействия не замедляют проявить себя на здоровье человека.

Международный опыт показывает, что в структуре факторов, определяющих здоровье, более 50% приходится на здоровый образ жизни. Внимание к проблеме здоровья увеличивается во всём мире с каждым годом. Возникло целое течение, известное под названием «хелсизм» (англ. health – здоровье). Степень здоровья напрямую зависит от отношения к нему на государственном и личном уровне, т. к. это является критерием безопасности народа, территории и страны в целом.

Состояние здоровья населения достаточно полно отражает меняющиеся условия социально-экономического развития страны и уровень благосостояния населения.

На основании исследований состояния здоровья учащейся молодёжи в большинстве регионов России были получены следующие данные:

- у 85...90% населения России отсутствуют элементарные знания о своём организме, его возрастных, половых и психофизиологических особенностях;
- до 70% детей школьного возраста имеют нарушения опорно-двигательного аппарата и страдают от гипокинезии, у 30% выявлены отклонения в физическом и психическом здоровье;
- в 3...5 раз увеличилось число детей с нарушениями пищеварительной системы;
- до 80% юношей призывного возраста не готовы по состоянию здоровья к воинской службе;
- нарушение здоровья разной степени отмечается у 80...85% студентов вузов, Около 85% учителей и преподавателей вузов нуждаются в коррекции здоровья.

23.1. Причины низкого уровня здоровья населения.

Можно выделить несколько групп причин, обуславливающих резкое возрастание заболеваемости населения России, особенно детского.

Н е з д о р о в ы й о б р а з ж и з н и: неправильное, недостаточное питание; вредные привычки (курение, алкоголь, наркомания, токсикомания); недостаточная двигательная активность, низкая мотивация на сохранение здоровья.

Результатом неправильного питания являются: задержка развития, снижение иммунитета, ухудшение нервно-психической деятельности, расширение спектра заболеваний не только пищеварительной системы, но и всего организма.

Социальная проблема номер один – наркомания и токсикомания; курение и алкоголизм также остаются у детей и подростков на высоком уровне, причём в последнее время среди молодёжи широко распространён так называемый пивной алкоголизм.

Резкое падение жизненного уровня большей части населения, рост преступности, беспризорность, обесценивание человеческой жизни, войны и другие социально-экономические условия способствуют риску вредных привычек у подрастающего населения.

С т р е с с ы. Отрицательное влияние на здоровье людей оказывает психоэмоциональный стресс. В различных регионах России от 60 до 90% населения находится в состоянии сильного психоэмоционального стресса.

Возрастание миграции населения отрицательно сказывается на состоянии здоровья не только самих мигрантов, но и населения той территории, куда осуществлена миграция: рост инфекционных заболеваний; низкий уровень санитарной гигиены в местах размещения мигрантов, в зонах военных действий; сложность адаптации к новым социальным условиям и т.д.

У х у д ш е н и е э к о л о г и ч е с к о й о б с т а н о в к и. Загрязнение воздушного и водного бассейнов, снижение площади лесных массивов, превышение уровня загрязнённости выбросами промышленных предприятий и транспорта, вибрации, электромагнитное излучение, аварии на АЭС – всё это приводит к экологическим бедствиям.

Несоблюдение санитарно-гигиенических норм в дошкольных учреждениях, школах, вузах, на производстве, в быту: несоответствие освещения и воздушного режима; нарушение режима труда и отдыха; несоблюдение правил техники безопасности и другие нарушения.

Резкое возрастание количества неорганизованных детей, которые не обучаются в школе и ведут нездоровый, асоциальный образ жизни.

Среди причин безответственного отношения к своему здоровью можно выделить:

- незнание особенностей своего развития;
- несоблюдение принципов здорового образа жизни (ЗОЖ);
- отсутствие мотивации на сохранение здоровья;
- отсутствие систематического, целенаправленного воспитания в этом направлении (семейного, дошкольного, школьного, вузовского);
- предание забвению вековых традиций по ведению ЗОЖ, по развитию, формированию, поддержанию своего здоровья и здоровья родных и близких.

Исследование региональных особенностей состояния здоровья населения и условий жизни, изучение тенденции основных медико-демографических показателей и заболеваемости являются научной основой планирования здравоохранения и здоровьесберегающего образования.

Для того чтобы защитить человечество, необходимо формирование ценностей и приоритетов ЗОЖ.

При этом формирование ЗОЖ включает три основные цели:

- г л о б а л ь н у ю – обеспечение физического, психического и духовно-нравственного здоровья;
- д и д а к т и ч е с к о г о – вооружение обучающихся необходимыми познаниями в области охраны здоровья, привитие умений, навыков и привычек, позволяющих предотвращать травматизм, способствующих сохранению здоровья, трудоспособности и долголетия;

- методическую – вооружать обучающихся знаниями физиологических основ процессов жизнедеятельности человека и его гигиены; медицинскими знаниями о первой доврачебной помощи, самопомощи и элементарных лечебных процедурах, способах ухода за больными, санитарно-эпидемиологическими знаниями, а также знаниями о вредном воздействии на организм человека лекарственных, наркотических и психотропных веществ.

23.2. Составляющие компоненты здорового образа жизни.

Образ жизни - показатель того, как личность реализует окружающие условия жизнедеятельности в интересах своего здоровья. Здоровый образ жизни (ЗОЖ) подразумевает прежде всего личное, т. е. индивидуальное, здоровье человека, которое во многом зависит от него самого.

Уровень индивидуального здоровья определяют следующие факторы:

- наследственность (биологический фактор);
- природная, техногенная и социальная ОС;
- индивидуальный образ жизни;
- служба здоровья.

При этом ЗОЖ в качестве типичных и существенных для данной общественно-экономической формации форм жизнедеятельности людей, базирующихся на научно обоснованных санитарно-гигиенических нормативах, имеет следующую функциональную направленность:

- укрепляет адаптивные возможности организма человека, способствующие полноценному выполнению им социальных функций и достижению активного долголетия;
- сохраняет и укрепляет здоровье людей, которое в свою очередь является предпосылкой существования и развития других сторон образа жизни;
- способствует полноценному выполнению человеком его социально-биологических функций.

ЗОЖ – это максимальное количество биологических и социально целесообразных форм и способов жизнедеятельности, адекватных

потребностям и возможностям индивида, осознанно реализуемых им, обеспечивающих формирование, сохранение и укрепление здоровья, способность к продлению рода и достижению активного долголетия.

Условно понятие здорового образа жизни можно разделить на 2 направления:

- активные его формы, когда человек своими действиями создаёт условия хорошего состояния своего здоровья и обеспечивает собственную безопасность;
- человек старается не допустить образования привычек, отрицательно влияющих на его здоровье.

Основные составляющие ЗОЖ:

- культура учебного труда, его научная организация;
- полноценное, сбалансированное по набору жизненно необходимых веществ питание;
- соблюдение режима труда и отдыха;
- пребывание на свежем воздухе, закаливание, тренировка иммунитета;
- соблюдение всех санитарно-гигиенических норм, личная гигиена;
- организация индивидуального целесообразного режима двигательной активности, обеспечивающего суточную потребность организма в движении;
- преодоление вредных привычек (алкоголь, курение, наркомания, токсикомания);
- грамотное экологическое поведение;
- психическая и эмоциональная устойчивость;
- культура сексуального поведения, межличностного общения;
- образование и самообразование по вопросам ЗОЖ.

Все элементы ЗОЖ проецируются на человека, его жизненные планы, цели, запросы, поведение.

23.3. Факторы здоровья и факторы риска.

В уставе ВОЗ говорится о высшем уровне здоровья как об одном из основных прав человека. Не менее важно право человека на информацию о тех факторах, которые определяют здоровье человека или являются факторами риска (их воздействие может привести к развитию болезни).

На сегодняшний день выделяют 4 основных сферы влияния факторов:

- генетические;
- внешняя среда, природно-климатические условия;
- здравоохранение;
- образ жизни, условия труда и проживания.

Заболеваемость и смертность зависят прежде всего от условий среды и образа жизни людей. Эти два фактора в 57% случаев обуславливают неправильное физическое развитие и становление личности, в 77% - служат причиной болезни, в 55% - преждевременной смерти. Следовательно, более эффективно формировать правильный безопасный образ жизни, ценностно-мотивационные установки на здоровье, т. к. изменить генотип и среду (устойчивые компоненты) практически невозможно.

Наследственная информация, заложенная в генах и хромосомах, может искажаться по сравнению с нормой, что приводит к потере здоровья и возникновению наследственных заболеваний.

В основе многофакторных заболеваний лежит наследственная предрасположенность. Заболевание развивается только в результате взаимодействия наследственного задатка с факторами риска ОС.

К числу наиболее распространённых многофакторных заболеваний относятся сахарный диабет, которым страдает примерно 4...6% населения, а также неврозы, гипертоническая болезнь, аллергические заболевания.

Кроме наследственной предрасположенности к болезням, следует принимать во внимание и наследственную устойчивость – это состояние специфической устойчивости к болезнетворным действиям

микробов (конституциональный иммунитет). Он считается наиболее совершенной защитой организма.

При этом каждый человек должен знать своё родословное древо, чтобы прогнозировать вероятность возникновения наследственных заболеваний у своего будущего потомства. Лечение наследственных заболеваний затруднено, поэтому будущим родителям следует позаботиться о ранней диагностике возможных заболеваний ребёнка.

23.4. Среда жизнедеятельности человека.

Наследственность, заложенная в человеке, реализуется в процессе взаимодействия организма с ОС.

Окружающая среда – сложное образование, которое в свою очередь тоже включает ряд сред:

- природную;
- социальную;
- бытовую;
- производственную;
- космическую;
- земную.

Человеческое общество и ОС – единая система, вне биосферы человек не существует.

При этом для удовлетворения своих потребностей человек всё больше изменяет природные ландшафты: вырубает леса, меняет русла рек, развивает города, расходует полезные ископаемые.

Из-за использования химикатов, выделения производственных, транспортных и бытовых отходов катастрофически меняется химический состав воды, воздуха, почвы, а следовательно, и потребляемой человеком пищи. ОС изменяется быстрее, чем живой организм адаптируется к новым условиям жизни, - это угрожает здоровью людей и ставит проблему выживания человека как биологического вида.

В настоящее время описаны общие и специфические для каждой местности патологии. Общие связаны с географическими и климатическими условиями региона, а специфические – с преобладающими отраслями производства.

Исследования учёных показали, что проживание человека в экстремальных климатографических и неблагоприятных социальных условиях приводит к быстрому развитию хронической патологии сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, мочевыделительной систем, а также печени и других органов в более молодом возрасте. Например, являются характерными преждевременное старение, ранняя потеря работоспособности, сокращение средней продолжительности жизни.

О степени экологического напряжения говорят факты увеличения в популяции числа людей с болезненным реагированием на метеогеографические возмущения, со сниженными адаптивными резервами и высоким уровнем психоэмоционального напряжения.

До недавнего времени главными загрязнителями ОС считались пыль, угарный газ, оксиды серы и азота, углеводороды, соединения азота, фосфора, калия, ядохимикаты, радиоизотопы.

Металлы на сегодняшний день занимают второе место среди загрязнителей внешней среды и, по утверждению учёных, должны выйти на первое место в ближайшем будущем.

Особую опасность для здоровья человека представляет радиация. Генетическое исследование крови детей (потомков облучённых) показали, что у каждого четвёртого ребёнка наблюдаются хромосомные изменения (мутагенных хромосом).

В настоящее время создана система медико-экологического мониторинга. После выборочного обследования население конкретного пункта оцениваются (по пятибалльной шкале):

- степень экологического напряжения популяции (с определением причин экологического напряжения);

- экстремальность климато-географических условий;
- степень антропогенного загрязнения;
- степень социальной напряжённости;
- сочетание вышеуказанных факторов в том или ином виде.

Система медико-экологического мониторинга помогает руководящим органам осуществлять постоянный динамический контроль за состоянием здоровья населения с современных медико-экологических позиций и принимать научно обоснованные решения относительно очередности и целесообразности реализации мероприятий по охране ОС, внедрению новых безопасных для здоровья природосберегающих технологий, реализации отдельных элементов системы здравоохранения и мероприятий по совершенствованию методов профилактики и коррекции экологически обусловленных заболеваний.

23.5. Здоровый образ жизни – необходимое условие БЖД.

Для сохранения здоровья взаимодействие человека с ОС должно соответствовать определённым требованиям. Система жизни, в достаточной степени удовлетворяющая этим требованиям, получила название здорового образа жизни (ЗОЖ).

ЗОЖ – необходимое условие БЖД человека. Только при разумном подходе к своему поведению и привычкам возможно физическое, духовное и социальное благополучие.

В настоящее время возникла своеобразная биосоциальная аритмия – рассогласованность природных и социальных ритмов жизни людей. Современный человек испытывает постоянный моторно-висцеральный голод – недостаток импульсов, поступающих от интенсивно работающих мышц (моторные рефлексy) и внутренних органов (висцеральные). Наша нервная система подвергается постоянной «бомбардировке» как здоровыми, возбуждающими эмоциями, так и отрицательными.

Возрастает темп жизни, сокращаются сроки «износа» зданий, техники, «устаревают» некоторые профессии, убыстряется развитие науки, культуры. Всё это предъявляет повышенные требования к внутренним ресурсам человека, его здоровью.

Последнее время во многих странах курение, алкоголизм, наркомания, токсикомания стали не только медицинской, но и серьёзной социальной проблемой. Вредные привычки уносят 70% здоровья человека, являются основной причиной летальных исходов и снижения продолжительности жизни.

В современном мире физические, психические, социальные стрессы – одна из причин высокого уровня заболеваемости населения. Каждый день открывает перед нами новые возможности и ставит новые проблемы. Умение приспосабливаться к меняющейся обстановке и регулировать в соответствии с ней своё поведение – это требование современной жизни.

С т р е с с – это защитные физиологические реакции организма на воздействие различных неблагоприятных факторов (стрессоров).

Причинами стресса могут стать:

- серьёзная болезнь, смерть близких родственников, ребёнка, супруга, близких друзей;
- разрыв прочной связи, развод;
- раздел имущества, изменение имущественного состояния в худшую сторону;
- трудности в сексуальном плане;
- политические катаклизмы, войны, террористические акты на территории проживания;
- тяжёлая болезнь или травма;
- выраженные изменения в режиме сна или образа жизни;
- серьёзная операция;
- потеря любимой работы, отчисление из учебного учреждения;
- вынужденное изменение места работы или профессии;

- понижение в должности;
- неприятности с начальством, коллегами, педагогами, сокурсниками;
- ответственные выступления, экзамены;
- специфика профессии (менеджеры, лётчики, учителя и др.);
- катастрофы природного и техногенного характера;
- дорожная авария или катастрофа;
- изменение места жительства;
- изменение жилищных условий в худшую сторону, потеря жилья;
- нападение злоумышленников, изнасилование;
- судебные разбирательства.

Следует отметить, что у каждого человека свой оптимальный уровень стресса, предопределяемый в том числе и наследственными факторами. Поэтому одни люди способны выходить из таких ситуаций, которые других приводят к истощению.

При этом важно признать, что любые перемены оказывают большое влияние на жизнь человека. Даже если изменения позитивны, есть люди, которые нуждаются во времени, чтобы привыкнуть к переменам и пройти через различные стадии морального приспособления. Трудные переживания, сопровождающие процесс перемен, неизбежно коснутся человека, инициировавшего их. Если он не ожидает этого, то последствия для него могут быть неблагоприятны.

Исследования показали, что перемены в настроении и поведении (от отрицания до депрессии) часто подчиняются определённому правилу. Оно не одинаково во всех обстоятельствах и для всех людей: длительность времени, затраченного на каждую фазу, варьирует и различные стадии должны время от времени пересматриваться.

Глава 24. Организационно-правовые аспекты безопасности.

Экологически устойчивое развитие любого государства невозможно без создания природоохранного законодательства, разработки правовых норм и механизмов, регулирующих отношения человека и природы.

При этом какими бы совершенными ни были инженерные методы охраны природы и природоохранное законодательство, предприятия не станут использовать их в своей деятельности, если им не будет это выгодно.

Однако сама по себе природоохранная деятельность прибыли предприятию не приносит, за исключением случаев, связанных с полезным использованием (утилизацией отходов, уловленных в процессе очистки сточных вод и отходящих газов).

Ещё одной причиной отсутствия заинтересованности предприятий в природоохранной деятельности является частое несовпадение во времени момента загрязнения или нанесения вреда ОС в какой-то иной форме с моментом расплаты за него.

Например, загрязнение воздуха, воды и продуктов питания (особенно радиационное) может сказаться на общем здоровье через несколько лет или десятилетий. Тогда как население склонно больше думать и заботиться о дне сегодняшнем, чем о грядущем.

Это явление называется **п р и н ц и п о м у д а л ё н н о с т и с о б ы т и й**.

В связи с этим, наряду с улучшением экологического воспитания и образования важнейшей задачей государства является создание таких условий функционирования предприятий, чтобы они были вынуждены заниматься природоохранной деятельностью или материально заинтересованы в её проведении.

При этом первый путь связан с **а д м и н и с т р а т и в н ы м м е х а н и з м о м у п р а в л е н и я**, который основывается на установлении норм, стандартов, правил природопользования и соответствующих плановых заданий предприятиям по охране ОПС, а также наказаний от выговора до тюремного заключения или снятия с работы и выплаты штрафов

предприятием и его руководством. Этот вариант дорогостоящ и малоэффективен, т. к. требует большого количества проверяющих и постоянного контроля.

Второй путь более эффективный – это экономическое стимулирование, когда с помощью различных рычагов государство делает для предприятий более выгодным материально (более прибыльным) соблюдать природоохранное законодательство, чем его нарушать.

Однако следует отметить, что как «чисто» администрирование (не связанное с материальной заинтересованностью) не может заставить

Предприятия постоянно и эффективно заниматься природоохранной, так и одни лишь экономические методы (не подкреплённые прямым принуждением в наиболее важных экологических вопросах) также не всегда обеспечивают необходимый качественный уровень и сроки проведения природоохранной деятельности.

Таким образом, наилучшие результаты получаются при разумном сочетании экономической заинтересованности с достаточно жёстким контролем и внеэкономическим принуждением.

24.1. Правовые и нормативно-технические основы.

Правовую основу обеспечения БЖД составляют законы и подзаконные акты, принятые представительными и исполнительными органами РФ и её субъектов.

Исполнительными органами в этой области являются:

- Министерство природных ресурсов и экологии РФ (Минприроды России);
- Министерство здравоохранения и социального развития РФ (Минздравсоцразвития России), в том числе Федеральная служба по труду и занятости (Роструд);
- Министерство РФ по делам ГО, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России);

- территориальные органы указанных Министерств.

Правовую основу охраны ОС в стране и обеспечение необходимых условий труда составляет Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», в соответствии с которым введено санитарное законодательство, включающее указанный Закон и нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности.

Ряд требований по охране труда (ОТ) и ОС зафиксирован в Основах законодательства РФ об охране здоровья граждан от 22.07.1993 г. № 5487-1 и в Законе РФ от 02.02.1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей».

Важнейшим законодательным актом, направленным на обеспечение экологической безопасности, является Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Правовую основу организации работ в ЧС и в связи с ликвидацией их последствий составляют федеральные законы:

- от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территории от ЧС природного и техногенного характера»;
- от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;
- от 21.11.1995 г. № 107-ФЗ «Об использовании атомной энергии».

Среди подзаконных актов в этой области отметим постановление Правительства РФ от 30.12.2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС».

Нормативно-техническая документация (НТД) по охране ОС включает:

- федеральные и региональные санитарные нормы и правила Минздравсоцразвития России и его территориальных органов;
- строительные нормы и правила Федерального агентства по строительству (Росстрой);
- систему стандартов «Охрана природы» Ростехрегулирования;
- документы Минприроды России;

- Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Система стандартов безопасности труда (ССБТ) производит взаимную увязку и систематизацию всей существующей нормативной и нормативно-технической документации по безопасности труда.

Основные нормативно-технические документы по ЧС объединены в комплекс стандартов «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» (БЧС).

24.2. Организационные основы управления.

У п р а в л е н и е о х р а н о й ОПС на федеральном уровне осуществляется Федеральным Собранием, Президентом РФ, Правительством РФ и специально уполномоченными на то органами, главным из которых является Минприроды России.

Основой управления охраной ОС являются законодательные и подзаконные акты, которые предполагают единую систему управления в стране, а также международное сотрудничество в области охраны природы. Управление ООС базируется на информации, получаемой системой мониторинга ОС.

Эта система состоит из 3 ступеней:

- наблюдения;
- оценки состояния;
- прогноза возможных изменений.

Мониторинг осуществляет наблюдение за антропогенными изменениями, а также за естественной малоизменённой природой. В системе различают три уровня: санитарно-токсический, экологический, биосферный.

У п р а в л е н и е о х р а н о й т р у д а осуществляется в соответствии с Федеральным законом «Об основах охраны труда» Минздравсоцразвития России и подчинёнными ему федеральными службами и их территориальными органами.

Система управления охраной труда (СУОТ) на предприятии предусматривает участие в ней всех представителей администрации, начиная от бригадиров и мастеров и кончая главным инженером и директором. Каждый в пределах своих должностных обязанностей отвечает за обеспечение безопасности труда. Кроме того, ряд подразделений выполняют специальные функции управления ОТ.

Важнейшей функцией СУОТ является контроль состояния охраны и условий труда, результаты которого являются основой для принятия управленческих решений.

Основными видами контроля ОТ являются:

- оперативный контроль руководителя работ и других должностных лиц;
- контроль требований безопасности труда при аттестации рабочих мест;
- контроль, осуществляемый службой ОТ предприятия;
- ведомственный контроль вышестоящих организаций;
- контроль, осуществляемый органами государственного надзора.

24.3. Экспертиза и контроль экологичности и безопасности.

Экологическая экспертиза. Нормативными показателями экологичности предприятий, транспортных средств, производственного оборудования и технологических процессов (ТП) являются ПДВ в атмосферу, ПДС в гидросферу, а также нормативы образования и лимиты размещения отходов.

К нормативным показателям экологичности технических систем относятся также допустимые уровни физических воздействий (шума, вибрации, ЭПМ и т.д.), обеспечивающие ПДУ в селитебных зонах. Нормативные показатели являются основой для проведения экологической экспертизы. Реализация нормативных показателей достигается путём повышения экологичности проектов промышленных объектов, оборудования и ТП.

Экологическая экспертиза техники, технологий, материалов может быть общественной и государственной.

Государственная экологическая экспертиза новой продукции – рассмотрение документации или образцов новой продукции, проводимое экспертными подразделениями органов государственного управления в области природопользования и охраны ОС на федеральном, республиканском и региональном (территориальном) уровнях.

Общественная экологическая экспертиза проводится общественными организациями (объединениями), основным направлением деятельности которых является охрана ОПС, в том числе проведение экологической экспертизы, и которые зарегистрированы в установленном порядке.

Цель экологической экспертизы новой продукции – предупреждение возможного превышения допустимого уровня вредного воздействия на ОС в процессе её производства, эксплуатации (использовании), переработки или уничтожения.

Главная задача экологической экспертизы – определение полноты и достаточности мер по обеспечению требуемого уровня экологической безопасности новой продукции при её разработке, в том числе проводят экологическую экспертизу органы Ростехнадзора.

Экологический контроль на предприятии. Его главная задача – оценка состояния природных сред, на которые предприятие оказывает негативное воздействие, включая территории, к нему прилегающие.

С 2000 г. в соответствии с ГОСТ Р 51379-99 введён энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов. Его разработка и ведение возлагается на организацию – потребителя энергии. В этом же году введён в действие ГОСТ Р 17.0.06-2000 «Экологический паспорт природопользователя». Он представляет собой документ, содержащий информацию об уровне использования природопользователем ресурсов (природных, вторичных и др.) и степени воздействия его

производств на ОПС, а также сведения о разрешениях на право природопользования, нормативах воздействий и размерах платежей за загрязнение ОПС и использование природных ресурсов.

Ответственность за заполнение экологического паспорта несёт руководитель организации, контроль за правильностью его заполнения и ведения – территориальный орган МПР России. Данные паспорта могут использоваться для разработки проектов ПДВ, ПДС, лимитов размещения отходов, а также для заполнения форм статистической отчётности.

Экспертиза безопасности. Она должна производиться как на этапе проектирования, так и при эксплуатации любого вида оборудования, непосредственно обслуживаемого человеком.

Учитывая многообразие связей в системе «человек – машина – окружающая среда» и соответствующее многообразие причин аварий, травматизма и профессиональных заболеваний для выявления производственных опасностей, применяют метод моделирования с использованием диаграмм влияния причинно-следственных связей на реализацию этих опасностей. Наибольшее распространение получили методы с использованием дерева отказов или дерева происшествий.

Государственная экспертиза условий труда. Данная экспертиза предусматривает контроль за условиями и охраной труда, качеством проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, правильностью предоставления компенсаций за тяжёлую работу с вредными или опасными условиями труда, а также подготовка предложений об отнесении организаций к классу профессионального риска в соответствии с результатами сертификации работ по ОТ в организациях.

Эта экспертиза осуществляется Всероссийской государственной экспертизой условий труда и государственными экспертизами условий труда субъектов РФ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экологическая политика природообустройства конкретно изложена в его принципах.

При этом принципы целостности, сбалансированности, природных аналогий, необходимого разнообразия, адекватности воздействия, гармонизации круговоротов, предсказуемости, эффективности и безопасности, нравственности ориентируют природообустройство на постоянное улучшение качества среды, экономное расходование всех ресурсов при его реализации, недопущение или компенсацию ущерба природе как таковой.

Эти принципы должны реализовываться при обосновании методов и способов природообустройства на конкретных территориях, использование современных природо- и ресурсосберегающих технологий природообустройства, качественное проектирование, применение совершенных технологий строительства и последующее адекватное управление инженерными системами природообустройства.

К инструментам реализации экологической политики также относятся: оценка воздействия на ОС (внутренняя экспертиза), независимая внешняя экспертиза, как государственная, так и общественная, мониторинг систем природообустройства, экологический аудит, экологический контроль, которые вместе составляют экологическую оценку.

Всё это органически связано со следующими важными условиями перехода России к концепции экологического развития регионов:

- наличие глубоко проработанной единой государственной экологической политики, подкреплённой долгосрочной стратегической программой;
- наличие глобально проработанного законодательства в области природопользования и охраны ОПС;
- достаточное финансовое и материальное обеспечение;
- участие населения в процессе выработки и принятия решений по наиболее важным практическим задачам экоразвития;

- научно-методическая, информационная и нормативная обеспеченность территориальных эколого-экономических программ;
- правильная кадровая политика, при которой доступ к власти и управлению природопользованием определяется профессионализмом и компетентностью;
- международное сотрудничество и поддержка.

Следует отметить, что Россия в настоящее время находится в условиях экономической и социальной напряжённости и ей приходится решать беспрецедентные по сложности задачи по экологическим проблемам. Однако она всё-таки должна нести ответственность, в том числе и весьма ощутимую материальную за трансграничное загрязнение и нарушение квот на выбросы парниковых газов.

В этой связи, важную роль в области охраны ОПС будут играть современные биотехнологии. Как направления науки и практики биотехнологии являются пограничной областью между биологией и техникой отраслей человеческой деятельности.

Они представляют собой совокупность методов и приёмов получения полезных для человека продуктов, явлений и эффектов с помощью микроорганизмов.

Применительно к охране ОПС биотехнологию можно рассматривать как разработку и создание ТП, основанных на продуктах жизнедеятельности биологических объектов, микробных культур, сообществ, их метаболитов и препаратов, путём включения их в естественные круговороты веществ, элементов, энергии и информации.

Методами и приёмами биотехнологии являются фундаментальные и прикладные наработки микробиологии, биохимии, биофизики, клеточной и генной инженерии, их сочетание.

Загрязнённость почв неорганическими ионами и нехватка полезных органических, избыток пестицидов и др. вредных минеральных добавок снижают урожайность и качество с.-х. культур, а также приводят к эрозии и

дефляции почвы. При этом традиционные удобрения и методы внесения их в почву весьма затратные.

Вместе с тем, имеются безграничные возобновляемые ресурсы удобрений, содержащие необходимые питательные элементы для с.-х. культур, а также близкие, а иногда превышающие по качеству органические удобрения (например, осадки сточных вод станций аэрации).

Однако, широкому применению их в сельском хозяйстве препятствуют бактериальная заражённость и содержание тяжёлых металлов. Если первое препятствие (технически и организационно) в целом разрешимо, то второе требует новых подходов, основанных на биотехнологиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авраменко И.М. Основы природопользования. /Серия «Высшее профессиональное образование.- Ростов н/Д: «Феникс», 2004.- 320 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие. /Кол. авторов; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.И.Сидорова.- М.: КНОРУС, 2007.- 496 с.
3. Веденин Н.Н. Экологическое право: Учебник.- 2-е изд. перераб. и доп.- М.: ТК Велби, Изд-во «Проспект», 2008.- 336 с.
4. Гарин В.М., Клёнова И.А., Колесников В.И. Экология для технических вузов.- Ростов н/Д: «Феникс», 2001.- 384 с.
5. Ильин С.П., Рыбкин В.Н., Сильченков И.С. Формирование и охрана компонентов окружающей среды: Учеб пособие; Под ред. проф. С.П.Ильина.- М.: МГУП, 2007.- 143 с.
6. Ильичёв В.Д., Бочаров Б.В., Горленко М.В. Экологические основы защиты от биоповреждений.- М., 2005.- 261 с.
7. Инженерная защита окружающей среды: Учеб. пособие; Под ред. О.Г.Воробьёва.- СПб.: Изд-во «Лань», 2002.- 288 с.
8. Калыгин В.Г. Промышленная экология: Учеб. пособие для студ. Высш. учеб. заведений. – 2-е изд., стер.- М.: Издат. Центр «Академия», 2006.- 432 с.
9. Колесников С.И. Экология: Экзаменационные ответы.- Ростов н/Д: «Феникс», 2003.- 384 с.
10. Карапетян М.А. Основы концепции экологической совместимости системы «машина – трактор – технология – почва» //Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2005.- № 9.- С. 30...32.
11. Карапетян М.А. Уплотнение почвы при образовании колеи сельхозмашинами //Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2007.- № 10.- С. 31...32.
12. Карапетян М.А. Деформация почвы гусеничным двигателем //Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2007.- № 6.- С. 27...29.

13. Карапетян М.А., Куликов А.Н., Добрачѐв Ю.П. Эколого-экономическая оценка эффективности модернизации движителей сельскохозяйственных тракторов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий.- 2010.- № 8. – С. 34...36.
14. Карапетян М.А., Пряхин В.Н. Механизация и автоматизация сельскохозяйственного производства: Учеб. пособие.- М.: ФГБОУ ВПО МГУП, 2013.- 216 с.
15. Карапетян М.А., Мочунова Н.А., Пряхин В.Н. Обоснование основных энергетических и экологотехнологических параметров МТА // Роль природообустройства сельских территорий в обеспечении устойчивого развития АПК : Сборник науч. Трудов по материалам международной н.-п. конференции. – Ч. II. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2007.- С. 199...202.
16. Карапетян М.А., Мочунова Н.А. Воздействие ходовых систем машинно-тракторных агрегатов на плодородие почв: Монография. – М.: ООО «Мегаполис», 2017.- 133 с.
17. Карапетян М.А., Пряхин В.Н. Методы и средства защиты промышленных и сельскохозяйственных объектов: Учебное пособие.- М.: Издательство «Спутник +», 2021.-124с.
18. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: Учебник для вузов.- Изд. 12-е, доп. И перераб.- Ростов н/Д: «Феникс», 2007.- 602 с.
19. Лось В.А. Экология: Учебник.- М.: Изд-во «Экзамен», 2006.- 478 с.
20. Мочунова Н.А., Карапетян М.А., Пряхин В.Н. Способ уменьшения уплотняющего воздействия ходовой системы колѐсных тракторов на почву // Материалы Международной н.-п. конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации проектов».- Часть 2.- М.: МГУП, 2008.- С. 231...234.
21. Мочунова Н.А., Карапетян М.А., Пряхин В.Н. Автоматизированное управление работой МТА с обеспечением адаптации режимов работы к различным условиям эксплуатации // Вестник Международной общественной Академии экологической безопасности и

- природопользования (МОАЭБП). – Вып. № 10 (17).- М.: Спутник +, 2011.- С. 36...45.
22. Обращение с опасными отходами: Учеб. пособие; Под ред. В.М.Гарина и Г.Н.Соколовой.- М.: ТК Велби, Изд.-во «Проспект», 2007.- 224 с.
23. Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Зинкевич Л.С. Гигиена и основы экологии человека.- Ростов н/Д: «Феникс», 2002.- 512 с.
24. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учеб. и справочное пособие.- 3-е изд.- М.: Финансы и статистика, 2001.- 672 с.
25. Пряхин В.Н. Безопасность жизнедеятельности: Курс лекций.- М.:»Норма», 2001.- 134 с.
26. Пряхин В.Н., Попов В.Я. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: Учеб. пособие.- М.: «Норма», 2001.- 340 с.
27. Пряхин В.Н., Максимов В.М., Лазаренко М.Л. Устройство для управления микроклиматом в теплице. //Патент РФ на полезную модель №160530. Оpubл. 20.03.2015. Бюл. № 8.
28. Пряхин В.Н., Соловьёв С.С. Безопасность жизнедеятельности: Курс лекций и комплект тестовых заданий для студентов вузов: Учеб. пособие.- М.: Интеллект-Центр, 2003.- 192 с.
29. Пряхин В.Н., Максимов В.М., Овчукова С.А. Устройство для регулирования факторов внешней среды при выращивании растений. //Патент РФ на полезную модель № 157254. Оpubл. 27.11.2015. Бюл. № 33.
30. Пряхин В.Н., Калинин А.О., Чибухчан Г.С. Надёжность и безопасность автоматизированных систем управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства //Международный технико-экономический журнал.- 2017.- № 4.- С. 84...89.
31. Пряхин В.Н., Соловьёв С.С. Безопасность жизнедеятельности человека в условиях мирного и военного времени: Учебник для средн. спец. учеб. заведений. – М.: Изд-во «Экзамен», 2006.- 381 с.

32. Пряхин В.Н., Максимов В.М., Рыков С.В. Устройство для распределения рабочей среды по независимым объектам потребления. //Патент РФ на полезную модель № 163137. Опубл. 10.07.2016. Бюл. № 19.
33. Пряхин В.Н., Ильичёв В.Д., Козлов Ю.П. Экологическая безопасность и природопользование: Учеб. пособие для вузов; Под ред. д.т.н., проф. В.Н.Пряхина.- М.: МОАЭБП, 2008.- 168 с.
34. Пряхин В.Н., Карапетян М.А. Исследование технологии выращивания сельскохозяйственных культур в защищённом грунте с оценкой её экономической эффективности //Вестник МОАЭБП.- Вып. № 20(27).- М.:Спутник +, 2016.- С. 69...73.
35. Пряхин В.Н., Мочунова Н.А., Калинин А.О. Техногенные и экологические опасности и их последствия при работе автоматизированных систем АПК //Международный научный журнал.- Вып. № 5.- М., 2017.- С. 82...87.
36. Пряхин В.Н. , Мочунова Н.А. Оценка эффективности защиты населения в местах скопления людей. //Сборник научных статей. Доклады ТСХА: Вып. 290.- Часть 1.- М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2018.- С. 291...292.
37. Пряхин В.Н., Карапетян М.А., Мочунова Н.А. Техногенная и экологическая безопасность на объектах АПК: Учеб. пособие.- М.: ООО «Мегаполис», 2018.- 117 с.
- 38.Пряхин В.Н., Карапетян М.А., Мочунова Н.А. Экстремальному управлению несколькими объектами агропромышленного комплекса. //Международный технико-экономический журнал: Вып. № 6.- М., 2019.- С. 110...116.
39. Пряхин В.Н., Мочунова Н.А. Карапетян М.А. Исследование систем управления объектов сельскохозяйственного производства //Международный технико-экономический журнал: Вып. № 3.- М., 2020.- С. 67...73.

40. Пряхин В.Н. Карапетян М.А., Калинин А.О. Пути обеспечения экологической безопасности. //Вестник МОАЭБП.- № 21(28).- М.: Изд-во «Спутник +», 2020.- С. 53...59.
41. Пряхин В.Н. Безопасность жизнедеятельности: Курс лекций.- М.:ООО «Мегаполис», 2019.- 115 с.
42. Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности: Учеб пособие.; Под ред. О.Н.Русака. – СПб: Изд-во «Лань», 2002.
43. Сборник основных нормативных и правовых актов по вопросам ГО и РСЧС.- М.: Библиотечка «Военные знания», 2011.
44. Сергеев В.С. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие; Под ред. И.Г.Безуглова.- М.: ОАО «Издат. Дом «Городец», 2004.- 416 с.
45. Страхова Н.А. Экология и природопользование: Учеб. пособие.- Ростов н/Д: «Феникс», 2007. 252 с.
46. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: Учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений.- М.: Издат. центр «Академия», 2002. – 212 с.
47. Шилов И.А. Экология: Учебник для биол. И мед. Специальностей вузов.- 2-е изд.- М.: Высшая школа, 2000.- 512 с.
48. Экология; Под ред. проф. В.В. Денисова.- М.: ИКЦ «Март».- Ростов н/Д: Издат. Центр «Март», 2006.- 768 с.