

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Введение   | 5  |
| Глава 1. Экологические проблемы в современном мире                       | 9  |
| 1.1. Из деревенской избы - в каменные джунгли                            | 9  |
| 1.2. Люди уничтожают природу   | 11 |
| 1.3. Недостаток природных ресурсов                                       | 14 |
| 1.4. Конференция 1992 г. в Рио-де-Жанейро                                | 15 |
| 1.5. Составляющие окружающей среды                                       | 18 |
| 1.6. Вредные воздействия на окружающую среду                             | 22 |
| Литература, контрольные вопросы, темы докладов и рефератов               | 26 |
| Глава 2. Экологические риски и экологическая безопасность                | 31 |
| 2.1. Постоянный экологический риск                                       | 31 |
| 2.2. Аварийный риск и его оценивание                                     | 34 |
| 2.3. Постановки задач управления риском                                  | 39 |
| 2.4. Понятие об экологической безопасности                               | 47 |
| Литература, контрольные вопросы, темы докладов и рефератов               | 51 |
| Глава 3. Правовые основы обеспечения экологической безопасности в России | 55 |
| 3.1. Структура российского экологического законодательства               | 55 |
| 3.2. Экологические вопросы в Конституции Российской Федерации            | 58 |
| 3.3. Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды»   | 64 |
| 3.4. Право на благоприятную окружающую природную среду                   | 68 |
| 3.5. Гарантии экологических прав граждан                                 | 73 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.6. Роль государства в реализации экологических прав                       | 77  |
| 3.7. Дисциплинарная ответственность за экологические<br>Правонарушения      | 79  |
| 3.8. Гражданско-правовая ответственность за экологические<br>Правонарушения | 80  |
| 3.9. Административные экологические правонарушения                          | 83  |
| 3.10. Уголовная ответственность за экологические преступления               | 86  |
| 3.11. Как бороться с экологическими преступлениями<br>и правонарушениями?   | 89  |
| 3.12. О развитии правового экологического обеспечения<br>в России           | 92  |
| Литература, контрольные вопросы, темы докладов и рефератов                  | 102 |
| <br>  |     |
| Глава 4. Установление и контроль экологических требований                   | 105 |
| 4.1. Установление экологических требований                                  | 105 |
| 4.2. Легко ли установить степень вредного воздействия?                      | 107 |
| 4.3. Проблемы организации экологического контроля на<br>Предприятии         | 109 |
| 4.4. Интегральные оценки экологической обстановки                           | 112 |
| 4.5. Выборочный экологический контроль                                      | 114 |
| 4.6. Планы статистического контроля и правила принятия<br>решений           | 118 |
| 4.7. Оперативная характеристика плана статистического<br>Контроля           | 120 |
| Литература, контрольные вопросы, темы докладов и рефератов                  | 124 |
| <br>  |     |
| Глава 5. Экспертные методы принятия решений в экологии                      | 129 |
| 5.1. Примеры методов экспертных оценок                                      | 129 |
| 5.2. Основные стадии экспертного опроса                                     | 136 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.3. Подбор экспертов   | 139 |
| 5.4. О разработке регламента проведения сбора и анализа экспертных мнений   | 143 |
| 5.5. Современная теория измерений и экспертные оценки                       | 153 |
| 5.6. Математические методы анализа экспертных оценок                        | 178 |
| 5.7. Автоматизированное рабочее место «Математика в экспертизе»             | 187 |
| 5.8. Экологические экспертизы   | 195 |
| Литература, контрольные вопросы, темы докладов и рефератов                  | 220 |
| <br>  |     |
| Глава 6. Механизмы управления экологической безопасностью                   | 225 |
| 6.1. Субъекты и объекты управления экологической безопасностью              | 225 |
| 6.2. Основные принципы управления экологической безопасностью               | 233 |
| 6.3. Элементы механизма управления экологической безопасностью              | 238 |
| 6.4. Работа механизма управления экологической безопасностью                | 254 |
| 6.5. Экологическое страхование  | 263 |
| Литература, контрольные вопросы, темы докладов и рефератов                  | 271 |
| <br>  |     |
| Глава 7. Социально-экологические аспекты управления в современной экономике | 275 |
| 7.1. Экономика – служанка общества  | 276 |
| 7.2. Влияние современной экологической ситуации на экономику и управление   | 279 |
| 7.3. Социально-экологические аспекты управления в масштабах государства     | 280 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.4. Социально-экологические аспекты управления персоналом               | 281 |
| 7.5. Социально-экологические проблемы управления в России                | 282 |
| Литература, контрольные вопросы, темы докладов и рефератов               | 292 |
| Глава 8. Современные проблемы управления экологической безопасностью     |     |
| 8.1. О нерешенных экономико-правовых вопросах экологической безопасности | 295 |
| 8.2. Математические аспекты управления аварийным риском                  | 297 |
| 8.3. Информационно-правовые вопросы оценки Киотского договора            | 312 |
| Литература, контрольные вопросы, темы докладов и рефератов               | 320 |
| <i>Приложение.</i>   |     |
| Об авторе. Орлов А.И. – основные сведения                                | 323 |

## Предисловие

В монографии рассмотрены основные экологические проблемы современного мира, понятия экологического риска и экологической безопасности, правовые основы обеспечения экологической безопасности, вопросы установления и контроля (в том числе статистического) экологических требований, экспертные методы принятия решений в экологии (в том числе экологические экспертизы), организационно-экономические механизмы управления экологической безопасностью (в том числе основные идеи экологического страхования). Обсуждаются социально-экологические аспекты управления в современной экономике. Рассмотрены современные проблемы управления экологической безопасностью.

Монография является основной работой автора по вопросам экологии. Она подводит итоги двадцати лет преподавания в качестве профессора экологии и научных исследований в этой области. Наряду с достаточно известными положениями в книге рассмотрен ряд новых научных результатов.

Книга отражает содержание лекционных курсов, прочитанных автором в ряде московских вузов. В Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана (дневное отделение, Институт повышения квалификации, МВА) - по дисциплинам «Экология и инвестиционная деятельность предприятия», «Управление промышленной и экологической безопасностью», «Оценка и анализ экологических рисков». В Московском институте электронике и математики - техническом университете (дневное отделение, второе образование) – по дисциплинам «Экология и рациональное природопользование», «Экологические риски и защита от них», «Экологические экспертизы», «Экологический контроль

среды обитания», «Экологические и экономические экспертизы». В Академии Народного Хозяйства при Правительстве РФ (МВА) – по дисциплине «Социально-экологические аспекты управления в современных условиях». Во Всероссийском государственном институте кинематографии им. С.А. Герасимова (дневное отделение) – по дисциплине «Экологический менеджмент».

Однако преподавание – это следствие научных работ в области экологической безопасности. Первоначальным толчком, вызвавшим профессиональный интерес к экологии, послужили исследования в области выбора технологий уничтожения химического оружия, химической безопасности биосферы, экологического страхования. Наша область - математическое моделирование экологических процессов.

Какие новые научные результаты вошли в данную книгу? Разработаны методы использования статистического контроля при экологическом мониторинге, методологические основы ранжирования и классификации промышленных объектов, подлежащих экологическому страхованию, методология выявления приоритетов опасности при размещении и функционировании технически опасных объектов в регионе на базе экспертной оценки рисков.

Под нашим руководством выполнены работы по разработке новых экспертных методов, в том числе по созданию АРМ МАТЭК (МАТематика в Экспертизе), и по методическому обеспечению применения этих методов при решении задач экологического страхования и обеспечения химической безопасности. Пример нового метода экспертных оценок – метод согласования кластеризованных ранжировок.

Концепция экологического риска – одна из наших центральных тем. Получен ряд новых результатов в области оценки, анализа и

управления риском, в том числе в связи с задачами управления экологической безопасностью. В частности, обоснован непараметрический подход при вероятностно-статистическом моделировании экологического риска, сформированы подходы к построению характеристик риска и на их основе - многокритериальной оптимизации при управлении риском, разработаны непараметрические математико-статистические методы точечного и интервального оценивания характеристик ущерба. Предложены модели описания риска на основе теории нечеткости и статистики интервальных данных.

Растущее значение экологии в социально-экономическом устройстве общества XXI века обосновано нами при анализе социально-экологических аспектов управления в условиях современной экономики. Показано, что необходимость обеспечения экологической безопасности приведет к принципиальному изменению экономических механизмов, в частности, к отказу от рыночных методов управления народным хозяйством и переходу к плановой экономике. Проанализированы проблемы, связанные с содержанием Киотского протокола и последствиями его ратификации Российской Федерацией.

Настоящая книга имеет предшественников. Двумя изданиями (2000, 2002) было выпущено наше электронное учебное пособие «Проблемы управления экологической безопасностью» <http://orlovs.pp.ru/ecol.php>. Вместе с соавторами мы подготовили учебное пособие для Университета Российской академии образования (Москва) «Управление промышленной и экологической безопасностью», также вышедшее двумя изданиями (2002, 2003).

Следующим шагом научно-методической работы по экологической тематике является учебное пособие, в котором автором

настоящей книги написана примерно половина текста:

Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 384 с.

Оно рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов России по университетскому политехническому образованию для подготовки студентов по специальности «Безопасность жизнедеятельности». Эту книгу можно также рекомендовать будущим менеджерам промышленных предприятий.

Образование через науку – основополагающий принцип соединения в единое целое научных исследований и учебного процесса, который положен в основу деятельности Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Исходя из этого принципа на основе двадцатилетнего опыта научных исследований и преподавания подготовлена данная книга, которую в равной степени можно считать и учебником, и научной монографией. Ее можно рекомендовать научным работникам, ведущим теоретические и прикладные исследования в области управления экологической безопасностью; экологам, инженерам, управленцам, экономистам, занимающимся практическими задачами природоохранной деятельности; преподавателям экологических дисциплин; студентам и аспирантам, изучающим проблемы экологической безопасности; специалистам, занимающимся повышением квалификации в области экологии.

Профессор, доктор технических наук, доктор экономических наук,  
кандидат физико-математических наук

Александр Иванович ОРЛОВ

[prof-orlov@mail.ru](mailto:prof-orlov@mail.ru)

## **Глава 1. Экологические проблемы в современном мире**

Экология в переводе с древнегреческого языка – наука о доме. В каком же доме мы живем, как к нему относимся, насколько он безопасен? Дом - это наша Земля, вся наша планета. Мы жители Земли, другими словами, она для нас - среда обитания. В первой главе обсудим безопасность среды обитания, важную для всех народов продовольственную безопасность, обеспеченность природными ресурсами и пути развития общемировой экономики в третьем тысячелетии.

### **1.1. Из деревенской избы - в каменные джунгли**

Начнем с динамики биологических характеристик человека. Еще сто-двести лет назад люди и природа жили в традиционном единстве. Подавляющее большинство населения работало на земле, жило в небольших поселениях, питалось естественными продуктами (как сейчас говорят, «экологически чистыми»).

А сейчас? Планету покрыли мегаполисы с населением от миллиона жителей и выше. А точнее – город переходит в город, от Питера до Москвы и дальше. Горожане ходят не по земле, а по асфальту, дышат не чистым воздухом, а выхлопными газами автомобилей. Электромагнитные излучения принимают не только телевизоры и радиоприемники, но и тела зрителей и слушателей. Продукты – не с грядки, а из холодильника, трансгенные и с консервантами, выращенные на разнообразной «химии». Солнце и небо горожане видят в основном через окна. А звезды - вообще не видят. С зайцами и лягушками встречаются только в зоопарках.

***Переход из естественной среды обитания в искусственную***

*совершился.* Из деревенской избы мы переселились в каменные джунгли. Последствия разнообразны. Человек как биологическое существо меняется. Первой заметили акселерацию. Человек стал выше своих предков на 10-15 см, на 2-3 года раньше начинается процесс полового созревания. Чрезвычайное распространение получили аллергические заболевания. Пугает рост психических заболеваний - отклонения отмечают у трети населения. И даже выезд за город для горожанина часто кончается недомоганием – «отравлением кислородом».

Вместе с тем сведения о динамике здоровья горожан противоречивы. С одной стороны, такой расчетный статистический показатель, как средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни, увеличился раза в два (за 20-й век в России). Но надо отметить, что рост этого формального показателя – в основном за счет резкого сокращения младенческой смертности. Население на рост продолжительности жизни ответило резким сокращением числа рождений. Что же касается здоровья каждого конкретного человека, то медики заявляют, например, что 90% старшеклассников страдают теми или иными заболеваниями. В более старшем возрасте уже практически все имеют по несколько заболеваний.

Нынешняя реально наблюдаемая продолжительность предстоящей нам жизни мало отличается от прежней, названной еще в Книге Экклезиаста (Библия, Ветхий Завет) – 70 лет. Но проживем мы эти 70 лет в болезнях. Пока неясно, появились ли эти болезни из-за неестественной среды обитания или же были и раньше, но на них не обращали внимания из-за ранней смерти большинства людей, неразвитости медицины и попросту отсутствия достаточного количества докторов. Интересный вопрос - какова естественная продолжительность жизни человека в условиях, когда эту

продолжительность не укорачивают несчастные случаи или болезни, которых можно избежать, т.е. когда старение идет «естественным» путем. Не вдаваясь в геронтологию (медицинская дисциплина, посвященная старению), отметим, что многие тысячи людей отметили свой столетний юбилей, но нет достоверных данных о том, чтобы кто-либо дожил до 200 лет (но до 120 лет – доживают единицы).

Всем понятный переход в другую среду обитания – полет в космос. Жители мегаполисов создали себе искусственный космос на земле. Расплатятся за это будущие поколения. Выходить за городскую черту придется в скафандрах. Уже сейчас укус пчелы может привести в смерти, а соприкосновение с пылью растений – к длительному заболеванию органов дыхания (в результате вновь появившихся среди горожан аллергических реакций).

## **1.2. Люди уничтожают природу**

Переход к искусственной среде обитания сопровождается *уничтожением* естественной среды обитания. Вся история развития человечества связана с «победами» человека над природой, которые сопровождались уничтожением тех или иных частей окружающей природной среды.

Возможно, первая заметная «победа» человека над природой – это уничтожение мамонтов. Съели всех. А было их много - археологи раскапывают жилища первобытных людей, сложенные из клыков мамонтов, как из бревен. Если бы люди были более разумны, сейчас стада мясных и молочных мамонтов паслись бы в наших тундрах. Мамонты были бы экологически чистым транспортным средством и давали шерсть и кожу не хуже овец.

Согласно традиционной истории, Северная Африка была

плодородным краем. Сейчас там – песчаная пустыня Сахара, со скоростью 2 - 6 км в год ползущая к югу. Причина ее появления – неразумие древних скотоводов, увеличивших численность стад сверх допустимых пределов. Копыта разбили верхний плодородный слой почвы, скрепленный корнями трав, и обнажились пески.

Согласно древнегреческим мифам эта страна была покрыта лесами. Сейчас в Греции - голые скалы. Говорят, что «козы «съели» леса». Эта фраза описывает экологическую катастрофу, вызванную человеком. Древние греки разводили коз в большом количестве и выгоняли их пастись в горные леса. Козы поедали траву, молодую поросль, разрыхляли копытами землю. Дождями и ветрами почва уносилась из-под корней, и после естественной гибели дерева на его месте оставалась бесплодная скала.

Земледельцы научились орошать землю. Пришли завоеватели и разрушили каналы. Результат – среднеазиатские пустыни Каракумы и Кизилкумы.

За послевоенные годы площадь Аральского моря сократилась вдвое. У причалов стоят рыбацкие сейнеры – по ватерлинию в песке. Причина – воды рек Амударьи и Сырдарьи практически не доходят до Аральского моря, вся вода разбирается на орошение.

Бездумное распахивание степей Северной Америки и Казахстана привели к «пыльным бурям», уносящим верхний плодородный слой почвы.

О трагедии Чернобыля все знают. Это – редкий случай, когда нанесенный *вред был явно преувеличен*. Фактически радиоактивное заражение местности уже через несколько месяцев становилось пренебрежимо малым. Но выяснилось это только сейчас, через 25 с лишним лет после аварии. Впрочем, дискуссии о последствиях Чернобыльской катастрофы продолжаются, в них много *политики, а*

***не только экологии.***

Зачем далеко ходить за примерами? Разве кто-нибудь в здравом уме будет купаться в Москва-реке (в районе Лужников) или в нижнем течении Яузы? А еще несколько десятков лет назад это было вполне обычным делом. В США за 70 лет загрязненность рек выросла в 10 раз. В Миссисипи и ее притоках запрещено купаться. Ныне не все рискуют купаться в море (например, в Средиземном море), предпочитают в бассейнах на его берегу. А море покрыто нефтяной пленкой. Даже на глубине 5 километров на дне океана валяются пластиковые пакеты и банки из-под пива.

Перейдем к цифрам. Земельный фонд России составляет 1709,7 млн. га. Около 1100 млн. га – в зоне вечной мерзлоты, использовать эти земли трудно. Сельскохозяйственные угодья составляют только около 13% земельного фонда (около 220 млн. га).

За последние 25 лет площади сельхозугодий сократились на 33 млн. га, несмотря на ежегодное вовлечение в сельхозоборот новых земель. Если считать на одного жителя России, то площадь сельхозугодий за 25 лет сократилась на 24% (на одну четверть!), площадь пашни – на 18% (на одну пятую!).

Не зря много говорят сейчас о **продовольственной безопасности**. База для производства продовольствия сокращается, причем по двум разным группам причин. Одну из них можно назвать *естественной*, вторую - *антропогенной* (т.е. непосредственно связанной с деятельностью человека). Так, за последнее столетие в результате естественных причин - эрозии выбыло из оборота 23% (одна четверть!) обрабатываемых земель мира. Как уже отмечалось, в эрозии часто косвенно виноват человек.

И только человек вполне осознанно отбирает землю у сельского хозяйства - использует ее под города и дороги, под разработки

полезных ископаемых – угля, железной руды, песка, нефти, газа, золота, торфа, алмазов и др. В результате на месте плодородных земель часто возникают бесплодные, лишенные растительности пространства, так называемые «индустриальные пустыни».

### **1.3. Недостаток природных ресурсов**

В течение всей истории человечества призрак голода никогда далеко не отходил от подавляющего большинства народов. Тем более недостаток питания. Понятно поэтому, что сокращение площадей сельскохозяйственных угодий вызывает тревогу. Отметим здесь, что такое сокращение может быть компенсировано повышением урожайности с помощью новых сортов и технологий.

Природных ресурсов не хватает не только для производства продовольствия. *Разведанных запасов большинства видов полезных ископаемых при нынешних темпах добычи хватит лишь на несколько десятков лет.* Конечно, идут поиски новых месторождений, но добывать нужное становится все труднее и труднее. Вспомним – в начале века нефтяной столицей нашей страны был Баку, затем она переместилась в Татарию, а сейчас – Крайний Север (Ямало-Ненецкий округ). Следующий шаг – добыча нефти со дна северных морей.

За 1990-е годы добыча нефти в России упала примерно в два раза, а количество работников в этой сфере, наоборот, выросло в 2 раза. Значит, производительность труда упала примерно в 4 раза. Напомним, что нефть – один из основных экспортных товаров России. Приведенные данные говорят об истощении сравнительно легко доступных месторождений и необходимости увеличения трудовых и материальных затрат при освоении новых месторождений. Этот вывод

справедлив и для всех остальных видов полезных ископаемых.

В целом очевидное истощение запасов полезных ископаемых представляет собой явную потенциальную угрозу сложившейся системе мирового хозяйства.

#### **1.4. Конференция 1992 г. в Рио-де-Жанейро**

Описанные выше угрозы экологической безопасности, касающиеся населения Земли в целом, стали обсуждаться в научных кругах после работ ученых т.н. Римского клуба в 1970-х годах. Экономико-математические модели Форрестора и Медоуза показывали, что *стихийное развитие экономики приводит к истощению запасов полезных ископаемых, резкому спаду промышленности, превращению огромных территорий в свалки, катастрофическому уменьшению численности населения.* Технология построения глобальных моделей общемирового развития получила дальнейшее развитие в 1980-е годы при обсуждении последствий ядерной войны. Были разработаны, в частности, под руководством акад. Н.Н. Моисеева (Вычислительный Центр АН СССР), сценарии *«ядерной зимы»*. Они показали, что крупномасштабный ядерный конфликт приведет к уничтожению всего живого на земле - не только людей, но и животных и растений.

Наконец о будущем задумались политики. В 1992 г. ООН организовала конференцию в Рио-де-Жанейро, в которой участвовали высшие руководители 150 стран (т.е. почти всех стран мира). Конференция провозгласила необходимость перехода к **«устойчивому развитию»**, лозунг которого: **«оставим нашим детям не меньше того, что мы получили от предыдущего поколения»**.

Опишем некоторые следствия перехода к «устойчивому развитию».

Во-первых, он означает *конец частного предпринимательства* в классическом его понимании. Чтобы человечество выжило, отдельные государства и ООН в целом должны поставить частные предприятия в жесткие рамки, связанные прежде всего с экологией. Это вынужденное решение будет претворяться в жизнь вооруженной силой государств. Можно сказать что символом XXI в. будет **ЭКОЛОГ С АВТОМАТОМ**. Например, в Москве экологическая милиция (300 сотрудников) возбудила сотни уголовных и тысячи административных дел по фактам экологических правонарушений со стороны предпринимателей и менеджеров.

Во-вторых, нужна новая организация экономики и новая экономическая теория. Как известно, классическая экономическая теория приводит к выводу об экспоненциальном росте основных макроэкономических показателей, что очевидным образом невозможно при устойчивом развитии. Грубо говоря, предстоит переход от экспонент к константам. Значит, *придется перейти к экономике, устроенной принципиально иначе, чем сейчас*. И описывать ее будет принципиально иная экономическая теория.

В-третьих, выявляется различное будущее «золотого миллиарда» (США, Европа, Япония и другие промышленно развитые страны) и остальных стран, т.н. «развивающихся». *Бесспорно совершенно, что ресурсов Земли не хватит на то, что поднять жизненный уровень развивающихся стран до уровня «золотого миллиарда»*. Предстоит **ожесточенная борьба за ресурсы** между этими двумя группами стран.

В-четвертых, представители «золотого миллиарда» Россию реально уже сейчас относят к «развивающимся» странам.

Следовательно, «золотому миллиарду» желательно выкачать из России все ресурсы и предоставить ее своей незавидной участи. В частности, Римский клуб прогнозирует *постепенное сокращение численности населения рыночной России до 15-30 миллионов* и отход его на нынешнюю южную границу страны (Ростов - Краснодар - Ставрополь и т.д.). *Аналогом рыночной России является Канада*, расположенная примерно в аналогичной географической среде, но с населением на порядок меньшим, чем сейчас в России, и расположенном вдоль южной границы (с США).

В-пятых, *для обеспечения безопасности развития России* в третьем тысячелетии (говоря проще, чтобы выжить как независимая страна и опровергнуть прогноз Римского клуба) нам необходимо осуществить целый комплекс программ в экономической, **экологической**, социальной, политической, военной, технологической и иных областях.

Российских предпринимателей, менеджеров, экономистов, инженеров, всех граждан сказанное экологами в Рио-де-Жанейро касается непосредственно. Нельзя рассчитывать на равноправное отношение со стороны бизнеса и руководства стран «золотого миллиарда». В частности, надежда на то, что «Запад нам поможет», на западные инвестиции - это *ложная надежда*. Такого не будет.

С другой стороны, можно прогнозировать успех работам с «развивающимися странами», в частности, с Китаем и Индией. Отметим, что по реальному ВВП (валовому внутреннему продукту) Китай в настоящее время стоит на первом месте в мире - если оценивать ВВП не по формальному курсу доллара к юаню, а по методу потребительских паритетов с учетом натурального потребления. Дело в том, что курс доллара в КНР завышен государством примерно в 4 - 5 раз, что дает ощутимые преимущества

отечественным (китайским) товаропроизводителям и привлекает инвестиции.

И самое важное. Усиление экологических требований со стороны государства – это не кратковременная компания, это навсегда. Ни один российский предприниматель и менеджер не сможет успешно работать, не уделяя должного внимания экологической безопасности своего производства и своей продукции. С нарушителями экологических требований будут бороться как государство, так и общественные организации.

### **1.5. Составляющие окружающей среды**

Окружающая природная или антропогенная (созданная человеком) среда состоит из многих компонентов. Рассмотрим основные из них- литосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу.

*Литосфера* - это верхний слой земной коры, наружная твердая каменная оболочка земного шара, толщиной 30-80 км. Природные процессы, происходящие в литосфере, приводят к землетрясениям. Из верхнего слоя литосферы добывают полезные ископаемые. Но наибольшее значение для человечества имеет тончайшая пленка на верхней поверхности литосферы - *почва*, т.е. поверхностный плодородный слой земной коры, созданный под совокупным влиянием климата (тепла, воды, воздуха), рельефа, растений, животных, микроорганизмов и деятельности человека.

Земельные ресурсы - одно из основных богатств страны. Отрицательное воздействие на почву оказывает ветровая и водная эрозия, а часто - и деятельность человека. Деятельность промышленных предприятий зачастую приводит к загрязнению почвы. Например, авария на нефтепроводе приводит к тому, что

нефтяная пленка покрывает участок почвы, делая невозможным продолжение биологических процессов. Она отрицательно влияет и на режим циркуляции подземных вод, загрязняет их. Положительное влияние человека состоит в закреплении и освоении песков, осушении болот, рекультивации земель после добычи полезных ископаемых, внесении органических и минеральных удобрений, окультуривании лесных насаждений и др.

**Гидросфера** включает в себя *воду* в трех агрегатных состояниях - жидком, твердом и газообразном. Вода в жидком состоянии на 98% сосредоточена в мировом океане и его окраинных частях, называемых морями. Пресная вода рек и озер составляет лишь весьма небольшую часть гидросферы, но именно она наиболее важна для жизнедеятельности человека. Вода в твердом состоянии сосредоточена в основном в ледниковых щитах Антарктиды и Гренландии, в многолетних арктических льдах, в ледниках на вершинах гор, а также в виде зимнего снега. Газообразная вода - часть атмосферы.

Поверхностные водные потоки зачастую сильно страдают от деятельности человека. Во многие производственные процессы входит использование воды, и сточные воды после некоторой очистки обычно сливают в ближайшие реки. К счастью, поверхностные воды обладают способностью к *самоочищению* под влиянием ряда физических, химических и биологических процессов. *Однако в настоящее время способности к самоочищению обычно недостаточно*, многие реки превратились в зловонные клоаки, и необходима активная работы по восстановлению водных ресурсов и их защите от промышленного и бытового загрязнения.

Весьма опасны загрязнения при добыче нефти со дна морей и океанов. Течения переносят загрязнения на большие расстояния.

Особенно уязвима природа Арктики. Международная экологическая организация «Гринпис» ведет борьбы за признание Арктики всемирным заповедником, в котором будет запрещена добыча нефти со дна Ледовитого океана и примыкающих к нему морей.

**Атмосфера** - газовая оболочка Земли, наиболее мобильная часть окружающей природной среды. Для жизнедеятельности человека основное значение имеет нижняя часть атмосферы - тропосфера, высотой до 10 км. В атмосферу выбрасываются вредные газы, частицы твердых веществ и мельчайшие капли жидких загрязнителей. В ряде промышленных центров человеку трудно дышать из-за выбросов металлургических комбинатов и выхлопных газов автомобилей. Деятельность человека оказывает влияние и на атмосферу Земли в целом - падает содержание кислорода, увеличивается содержание углекислого газа, меняются атмосферные потоки и в конечном счете климат (например, вследствие создания или уничтожения водных пространств, таких, как водохранилище на реке Кубань под Краснодаром).

**Биосфера** - это растения, животные, микроорганизмы и другие *живые существа*, живущие на земле, в воде, в воздухе. Загрязнения окружающей природной среды обычно весьма вредно действуют на живые организмы, приводят к сокращению их численности. Кроме того, многие из них способны концентрировать в себе опасные вещества. Например, *не рекомендуется* употреблять в пищу грибы, выросшие в лесопосадках вдоль автотрасс, поскольку концентрация поглощенных ими солей тяжелых металлов (происхождением из выхлопных газов) представляет заметную опасность для здоровья человека.

Большое хозяйственное значение имеют леса и луга. В отличие от полезных ископаемых, они представляют собой возобновляемый

природный ресурс. При правильной эксплуатации они способны приносить постоянный доход, возобновляя изъятое человеком.

Еще при российском императоре Петре Первом были приняты государственные меры по охране лесов, промысловых животных, чистоты водоемов. Для защиты мест обитания редких животных и растений уже в XX в. организовывались заповедники.

Жизненно важным для человечества является сельское хозяйство. Оно постепенно переходит на промышленную основу. Например, строится биофабрика - пять этажей. На верхнем помещаются новорожденные поросята. По мере роста они спускаются вниз. Из ворот биофабрики выезжают автомобили с ветчиной, сделанной из мяса свиней, которые никогда не выходили из здания, не ступали на землю.

В стремлении повысить эффективность сельскохозяйственного производства внедряют все новые приемы и методы. Долговременное влияние некоторых из них на здоровье человека пока не вполне ясно. Например, влияние различных консервантов, гормонов, добавляемых в пищу цыплятам-бройлерам, трансгенных растений. Что же касается кратковременного влияния, то наблюдения показывают, что употребление в пищу даже одного американского бройлера, выращенного с использованием добавок и гормонов, нередко приводит к расстройству пищеварения. В то же время при употреблении только одной «ножки Буша» (т.е. ножки такого бройлера) пищевого расстройства не наблюдается. Приходится констатировать, что научно-технический прогресс позволяет увеличить количество пищевых продуктов, имеющих в распоряжении человечества, но качество этих продуктов при этом заметно снижается.

Особая тема - *биосфера в антропогенной окружающей среде,*

прежде всего в крупных городах. Естественные составляющие биосферы весьма угнетены (растения) или даже отсутствуют (большинство животных). Зато превосходно приспособились отдельные виды живых организмов, например, *тараканы* и *крысы-пасюки*. Поразительна приспособляемость пасюков: они превосходно себя чувствуют даже в холодильниках мясокомбинатов при постоянной температуре (-20°C), в качестве приспособления к окружающей среде отрачивая длинную шерсть. Домашние животные (собаки, кошки и др.) вынужденно ведут явно ненормальный образ жизни, резко отличный даже от прежнего деревенского и тем более от исходного природного.

Итак, в окружающей природной среде можно (в первом приближении) выделить такие составляющие, как *литосфера*, *гидросфера*, *атмосфера*, *биосфера*. В каждом конкретном случае все эти составляющие окружающей природной среды взаимодействуют между собой. Воздействие человека на окружающую природную среду обычно проявляется либо в ее загрязнении, либо в попытках ликвидировать последствия загрязнений. Какие виды загрязнений окружающей природной среды естественно выделить?

## **1.6. Вредные воздействия на окружающую среду**

Многие виды вредных воздействий сводятся к появлению в результате деятельности человека тех или иных видов загрязнений. Перечислим основные из них.

**Твердые загрязнения** - это *отходы* горнодобывающих и промышленных производств, бытовой и строительный *мусор* и т.п. Отходы и мусор отнимают место у природных сообществ. В лучшем случае их удастся использовать для рекультивации природной среды -

заполнения оврагов, строительства искусственных островов, дорог. В худшем случае они распространяются атмосферными и водными потоками и способен превратить обширные пространства в «индустриальные пустыни».

Ситуация становится гораздо более опасной, если среди твердых загрязнений имеются *ядовитые вещества*, особенно *растворимые в воде*. В таком случае твердые загрязнения должны быть подвергнуты специальной обработке, обеспечивающей защиту окружающей природной среды. Например, с помощью химической реакции ядовитые вещества могут быть переведены в безопасную форму. Или же твердые загрязнения могут быть помещены внутрь монолитных бетонных блоков.

***Жидкие загрязнения*** - это, в частности, *сточные воды* промышленных и сельскохозяйственных производств, а также бытовые. Они обладают способностью просачиваться сквозь верхние слои почвы и отравлять обширные пространства земель и грунтовые воды под ними. Поэтому приходится их тщательно собирать и очищать. Перспективными являются производства с замкнутым циклом использования воды.

***Газообразные загрязнения*** - это разнообразные *газообразные отходы* промышленных и сельскохозяйственных производств, *выхлопные газы* автомашин, самолетов и иных транспортных средств. Среди наименее опасных газообразных загрязнений - *водяные пары*, образующиеся при охлаждении циркулирующих технологических жидкостей электростанций.

***Биологические загрязнения*** обычно связаны с непродуманным вмешательством человека в жизнь природных сообществ. Один из ярких примеров - завоз *кроликов* в Австралию, где у них не было естественных врагов. Кролики размножились в огромных количествах

и стали основными вредителями сельского хозяйства. Другой пример - борьба с *воробьями* в Китае в 1950-х годах. Было замечено, что воробьи поедают высаженные зерна риса, что, очевидно, приводит к снижению урожая. Как следствие, было организовано их истребление. Но в результате урожай риса не увеличился. Его почти полностью съели различные насекомые, безмерно расплодившиеся после уничтожения их естественных врагов - воробьев. В настоящее время большие неприятности доставляют врачам и их пациентам *штаммы микробов, устойчивых к антибиотикам*. Они распространились из-за неумеренного употребления антибиотиков.

***Тепловые загрязнения*** - это выбросы *тепла* в окружающую среду. Известно, что в центрах крупных городов температура воздуха обычно на 2-3 градуса выше, чем вне городов. Промышленная и бытовая деятельность человека приводит к повышению температуры в планетарном масштабе - за XX в. на 1-2 градуса. Очевидно, это влияет на климат, причем не вполне пока ясным образом. Во всяком случае, следует ожидать усиленного таяния ледников, в том числе в Антарктиде, *подтопления прибрежных городов*, изменения океанических и морских течений, атмосферных потоков, в итоге - *колебаний климата*.

***Шумовые загрязнения*** - промышленный и бытовой *шум* отрицательно влияет на психическое и физическое здоровье работников предприятий и окружающего населения. Такие шумовые загрязнители, как аэропорты, транспортные магистрали, должны быть вынесены за пределы мест отдыха, в том числе сна. Другими словами, жилые дома должны быть защищены от шума либо расстоянием, либо специальными сооружениями, либо, наконец, снабжены не пропускающими шум окнами. Анализ шумовой нагрузки - составная часть экологической экспертизы действующих предприятий и

инвестиционных проектов.

**Вибрационные загрязнения** порождены работой различных инструментов, устройств, механизмов. Примером является влияние *отбойного молотка* на работника или *прохождения поездов* на жителей стоящих рядом с железной дорогой домов.

**Другие волновые загрязнения** обычно вызваны электромагнитным воздействием. Примером является влияние линий электропередач. Если встать под такой линией и в раскинутых руках зажать концы проводов, присоединенных к электрической лампочке, то *лампочка загорится*. Это показывает величину электромагнитного поля в подобном месте. Поэтому рядом и тем более под линиями электропередач запрещено строить дома и проводить какие-либо работы.

В современном мире человек постоянно подвергается электромагнитным воздействиям. Телевизор, компьютер, радиоприемник, мобильный телефон, холодильник, пылесос, электробритва, любое устройство с электромотором, любая лампочка порождают такие воздействия.

Напомним про рентгеновские лучи, про флюорографию и иные виды медицинских обследований. Аналогичные волновые воздействия используются и для контроля качества в промышленности.

Степень наносимого вреда не вполне ясна. Время от времени громко провозглашается вред активного использования телевизора, компьютера или - в 2002 г. - мобильного телефона, затем возражения против соответствующего технического устройства постепенно стихают. Бесспорно совершенно, что жизнь человека в море электромагнитных волн - это новое явление по сравнению с прошлыми веками.

*Радиационные загрязнения* порождены использованием *радиоактивных веществ* в военных, промышленных, медицинских целях, для выработки электроэнергии. После Чернобыльской катастрофы 1986 г. этот вид экологических загрязнений наиболее известен общественности. Целесообразно отметить, что в результате контроль за радиационными загрязнениями стал *гораздо более жестким*, чем за любыми иными видами экологических загрязнений.

Очевидно, мы рассмотрели лишь основные виды экологических загрязнений. Перечень расширяется. Постоянно выявляются новые виды загрязнений. Например, загрязнение ближнего космоса остатками спутников и ракет. Или загрязнение крупных городов и их окрестностей стаями бродячих собак, когда-то домашних, а затем сбившихся в стаи одичавших животных, представляющих угрозу для людей, особенно детей, женщин, стариков. И т.д. И т.п.

Как защищаться от всевозможных экологически вредных загрязнений окружающей природной среды? Как обеспечить экологическую безопасность? Это - большая научная и практическая проблема, которой занимаются десятки тысяч специалистов во всем мире. Она является междисциплинарной. Над ее решением работают биологи, экономисты, специалисты по техническим наукам, математическому моделированию, управлению... Различным аспектам этой проблемы и посвящена настоящая книга.

### **Литература (по экологии в целом)**

1. Экология. Учебное пособие / Под ред. С.А. Боголюбова. – М.: Знание, 1999. - 288 с.
2. Серов Г.П. Основы экологической безопасности. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1993. – 103 с.

3. Экологический учет для предприятий / Конференция ООН по торговле и развитию: Пер. с англ. - М.: Финансы и статистика, 1997. - 200 с.
4. Бобылев С.Н. Экологизация экономического развития: Учебное пособие. — М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 1993. – 79 с.
5. Боголюбов С.А. Экологическое право. Учебник для вузов. — М.: Издательство НОРМА, 2001. - 448 с.
6. Декларация Рио-де-Жанейро. - Журнал «Мир науки». 1992. № 4.
7. Комментарии к Закону «Об охране окружающей природной среды» / Отв. ред. С.А. Боголюбов. — М.; ИНФРА-М-НОРМА, 1997. – 382 с.
8. Пермяков Р.С. Экономический механизм экологического менеджмента. Лекции. - М.: Изд-во Российской Академии Государственной Службы, 1998. - 324 с.
9. Реймерс Н.Ф. Экологизация. Введение в проблематику. Учебное пособие. - М.: Изд-во Университета Российской академии образования, 1997. - 132 с.
10. Царегородцев Г.А. и др. Платежи за пользование природными ресурсами. Комментарий. — М.: ЗАО «ФБК-пресс», 1998. – 139 с.
11. Экология и экономика природопользования / Под. ред. Э.В. Гирусова. — М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998. — 455 с.
12. Управление качеством окружающей среды. Учебник. Т.1 / С.А. Боголюбов, А.И. Орлов, В.А. Поляков и др. - М.: Московский государственный институт электроники и математики (технический университет), 2000. – 283 с.
13. Системы экологического управления: Учебник / С.А. Боголюбов, А.Ф. Завальнюк, А.И. Орлов и др. – М.: Европейский центр по качеству, 2002. – 224 с.
14. Одум Ю. Экология. Тт. 1,2 / Пер. с англ. – М.: Мир, 2006. - 328 с. + 376 с.

## **Контрольные вопросы**

1. Как изменилась за последние 100 лет окружающая человека среда?
2. Как за последние 100 лет повлияло на человека изменение окружающей среды?
3. Какие «победы» человека над природой Вам известны?
4. Как возникает «техногенная пустыня»?
5. Что Вы знаете о недостатке природных ресурсов?
6. Что понимают под «озоновой дырой»?
4. Что такое «устойчивое развитие»?
5. К каким последствиям приводит переход к «устойчивому развитию»?
6. Что включают в компонент «литосфера» окружающей природной среды?
7. Что Вам известно об экологическом значении гидросферы и атмосферы?
8. Как взаимодействует человечество с остальной частью биосферы?
9. Какие виды загрязнений окружающей среды Вы знаете?
10. Какие виды загрязнений окружающей среды наиболее важны для Вашего места жительства?
11. Какие методы борьбы с загрязнениями окружающей среды Вам известны?

## **Темы докладов и рефератов**

1. Причины обострения экологических проблем в современном мире.
2. Сравнение природной и антропогенной среды обитания человека и домашних животных.

3. Экологическое значение решения конференции 1992 г. в Рио-де-Жанейро о необходимости перехода к «устойчивому развитию».
4. Последствия перехода к «устойчивому развитию» для организации экономической жизни.
5. Основные компоненты окружающей природной среды и их взаимосвязь.
6. Борьба с загрязнениями окружающей природной среды твердыми отходами.
7. Борьба с загрязнениями окружающей природной среды жидкими отходами.
8. Борьба с загрязнениями окружающей природной среды газообразными отходами.
9. Борьба с биологическими загрязнениями окружающей природной среды.
10. Борьба с тепловыми загрязнениями окружающей природной среды.
11. Борьба с шумовыми загрязнениями окружающей природной среды.
12. Борьба с вибрационными загрязнениями окружающей природной среды.
13. Борьба с волновыми загрязнениями окружающей природной среды.
14. Борьба с радиационными загрязнениями.
15. Административные методы решения экологических проблем.
16. Экономические методы решения экологических проблем.
17. Технологические методы решения экологических проблем.
18. Политические методы решения экологических проблем.
19. Социально-психологические методы решения экологических проблем.

20. Роль общественности в решении экологических проблем.
21. Достижения международных экологических организаций в борьбе за сохранение окружающей природной среды.
22. Экологические проблемы в странах Западной Европы.
23. Экологические проблемы в России.
24. Экологические проблемы и пути их решения в программах политических партий.

## Глава 2. Экологические риски и экологическая безопасность

В России в 1990-х годах заметное качественное и количественное развитие получили различные стороны экологии - экология как наука, как система экологических государственных и общественных организаций, как отрасль права - экологическое законодательство. Однако их рост еще далеко не закончен.

Рассмотрим несколько экономико-правовых вопросов, относящихся к экологическим рискам и экологической безопасности. Обычно такая тематика тесно связана с макроэкономикой и управлением на различных уровнях.

### 2.1. Постоянный экологический риск

При рассмотрении экологической безопасности предприятия, территории и т.п. обычно выделяют *постоянный риск* и *аварийный риск*.

*Постоянный риск* порождается тем, что предприятие выбрасывает в атмосферу, сбрасывает в водную среду и на почву отходы своей жизнедеятельности. *Постоянный риск* определяется используемой технологией и не может быть существенно изменен. От него можно избавиться, только перестав применять используемую технологию, т.е. закрыв предприятие или сменив оборудование. Такая радикальная технологическая революция весьма желательна, но маловероятна.

В результате выбросов вредных веществ в атмосферу, сброса их в поверхностные и подземные водные потоки, на почву и в горные выработки может быть нанесен вред окружающей природной среде, здоровью людей, нарушена нормальная жизнедеятельность животных

и растений. Однако выбросы и сбросы вредных веществ не ведут однозначно к ощутимому вреду, что может создавать ложное впечатление их безвредности. *Постоянный риск* - это нежелательная возможность. Порождаемый им вред (другими словами, ущерб) имеет *неопределенность*, может быть тем или иным, иногда и нулевым.

Владельцы предприятия должны, естественно, возмещать наносимый окружающей природной среде вред (принцип «*Загрязнитель платит*»). Фактически речь идет о *ренте* за использование природных ресурсов, уплате соответствующих налогов и сборов.

Имеется целый ряд пока нерешенных практических экономико-правовых вопросов, связанных с постоянным риском. При проведении нашими сотрудниками расчетов для конкретных предприятий часто оказывалось, что предприятию экономически выгоднее загрязнять (прямо скажем, отравлять) окружающую среду, чем проводить мероприятия по очистке сбрасываемых отходов. Действующие налоги и сборы за использование природных ресурсов, особенно невозполнимых (нефть, газ, уголь, другие полезные ископаемые), представляются *весьма заниженными*. В результате добывающие отрасли находятся в неоправданно привилегированном положении. Значительную долю получаемой ими прибыли государству следует изымать в виде *ренты* через механизм налогов и сборов и направлять, в частности, на реализацию экологических программ. Бесспорно совершенно, что должна изыматься доля прибыли, соответствующая повышению мировых цен на нефть и иные природные ресурсы.

Обычно связанные с загрязнениями нормативы устанавливаются в виде *предельно допустимых концентраций (ПДК)* и аналогичных величин. Однако отходы жизнедеятельности предприятия, как правило, содержат самые разные вещества,

оказывающие вредное действие на организм человека, а также на окружающую природную среду. Возникает проблема *суммарной оценки*, т.е. построения *интегрального показателя* экологического вреда данного предприятия. В настоящее время она далека от корректного решения.

Не в последнюю очередь это связано с проблемой адекватной оценки здоровья населения и влияния на него различных экологических факторов. Суть дела в том, что при увеличении обращаемости населения в медицинские учреждения, естественно, увеличивается *выявленная заболеваемость*. Что же касается *латентной заболеваемости*, т.е. внутренне присущей данному контингенту, то она может быть установлена лишь при сплошном обследовании (или оценена при выборочном), а потому в большинстве ситуаций остается *неизвестной*. Поэтому наблюдается парадоксальная зависимость - чем больше врачей, чем больше внимания к здоровью населения, тем больше заболеваемость (разумеется, *выявленная*). Например, за XX столетие значительно выросла заболеваемость - но одновременно в несколько раз увеличилась средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни (рассчитываемая по реальным годовым коэффициентам смертности). Объяснение парадокса достаточно очевидно - в начале XX в. многие люди за всю свою жизнь могли ни разу не попасть на прием к врачу, их болезни не включались в медицинскую статистику. Особенно это касалось крестьян.

С точки зрения экологического анализа полезными характеристиками здоровья населения могли бы быть *коэффициенты смертности* (дифференцированные по полу и возрасту) и *реальная средняя продолжительность жизни* (т.е. средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни) для интересующего нас

контингента. Однако в настоящее время подобные характеристики больше зависят от динамики общей социально-политической обстановки в стране, в частности, от динамики доходов и инфляции, безработицы и степени криминализации, чем от влияния конкретных экологических факторов.

Необходимо отметить, что экологические вопросы часто являются предметом политических спекуляций, опирающихся на те смутные представления об экологии, которые имеются у большинства населения. Особенно часто в тех или иных целях преувеличивается опасность ядерной энергетики.

## **2.2. Аварийный риск и его оценивание**

Как следует из названия, *аварийный риск* - это риск нежелательных экологических последствий, порожденных аварией на производстве или на транспорте. Аварийный риск, в отличие от постоянного риска, связан с *неопределенностью*. Можно сказать, что в рассматриваемом случае риск - это нежелательная возможность.

Предположим, что в результате аварии произошел выброс ядовитых веществ в атмосферу. Каковы будут последствия? Это зависит от многих обстоятельств. От направления и силы ветра - пойдет ли ядовитое облако в сторону жилого района или же рассеется над пустырем. От времени дня и сезона года - наибольшие потери будут в летний солнечный день, когда облако накроет пляж с массой отдыхающих, а наименьшие - в зимнюю ночь, когда все жители будут находиться в зданиях с плотно закрытыми окнами. Итак, потери обладают большой *неопределенностью*.

В математических терминах неопределенность можно моделировать различными способами - с помощью теории

вероятностей, лингвистических переменных и нечетких множеств, интервальной математики и статистики, теории игр и т.п. Чтобы продемонстрировать сложность проблемы оценивания аварийного риска и различные существующие подходы, рассмотрим простейший случай. Пусть в принятой математической модели неопределенность носит вероятностный характер, а потери описываются одномерной случайной величиной (а не случайным вектором и не случайным процессом). Другими словами, ущерб адекватно описывается одним числом, а величина этого числа зависит от случая.

Итак, пусть величина порожденного риском ущерба моделируется случайной величиной  $X$  (в смысле теории вероятностей). Как известно, случайная величина описывается функцией распределения

$$F(x) = P(X < x),$$

где  $x$  – действительное число (т.е., как говорят и пишут математики, любой элемент действительной прямой, традиционно обозначаемой  $R^1$ ). Поскольку  $X$  обычно интерпретируется как величина ущерба, то  $X$  - неотрицательная случайная величина.

В простейшем постановке риск  $R$  оценивается как произведение вероятности  $p$  нежелательного события на математическое ожидание случайного ущерба  $M(X)$ , т.е.

$$R = p M(X).$$

В зависимости от предположений о свойствах функции распределения  $F(x)$  вероятностные модели риска делятся на *параметрические* и *непараметрические*. В первом случае предполагается, что функция распределения входит в одно из известных семейств распределений – нормальных (т.е. гауссовских), экспоненциальных или иных. Однако обычно подобное предположение является мало обоснованным - реальные данные не

хотят «втискиваться» в заранее заданное семейство. Тогда необходимо применять *непараметрические* статистические методы, не предполагающие, что распределение ущерба взято из того или иного популярного среди математиков семейства. При использовании *непараметрических* статистических методов обычно принимают лишь, что функция распределения  $F(x)$  является непрерывной функцией числового аргумента  $x$ .

Обсудим два распространенных *заблуждения*. Во-первых, часто говорят, что поскольку величина ущерба зависит от многих причин, то она должна иметь т.н. *нормальное* распределение. Это неверно. Все зависит от способа взаимодействия причин. Если причины действуют аддитивно, то, действительно, в силу Центральной Предельной Теоремы теории вероятностей имеем основания использовать *нормальное (гауссово) распределение*. Если же причины действуют мультипликативно, то в силу той же Центральной Предельной Теоремы теории вероятностей следует приближать распределение величины ущерба  $X$  с помощью *логарифмически нормального распределения*. Если же основное влияние оказывает «слабое звено» (где тонко, там и рвется), то согласно теоремам, доказанным академиком АН УССР Б.В. Гнеденко, следует приближать распределение величины ущерба  $X$  с помощью распределения из семейства Вейбулла-Гнеденко. К сожалению, в конкретных практических случаях различить эти варианты обычно не удастся.

Во-вторых, неверно традиционное представление о том, что *погрешности измерения нормально распределены*. Проведенный многими специалистами тщательный анализ погрешностей реальных наблюдений показал, что их распределение в подавляющем большинстве случаев *отличается* от гауссова (сводка этих

исследований приведена в работах [1, 2]). Среди специалистов распространено такое шуточное утверждение: «Прикладники обычно думают, что математики доказали, что погрешности распределены нормально, а математики считают, что прикладники установили это экспериментально.» И те, и другие ошибаются. К сожалению, в настоящее время в экологической и экономической литературе имеется масса **ошибочных утверждений**. Существенная часть ошибок относится к использованию математических методов. Особенно это касается *статистики* и *эконометрики*. Причины появления ошибок разнообразны. Некоторые из них подробно обсуждаются в учебниках [2, 3].

Итак, рассмотрим ситуацию, когда возможная (случайная) величина ущерба, связанного с риском, описывается функцией распределения  $F(x) = P(X < x)$ . Обычно стараются перейти от функции, описываемой (с точки зрения математики) бесконечно большим числом параметров, к небольшому числу числовых параметров, лучше всего к одному. Для положительной случайной величины (величины ущерба) часто рассматривают такие ее характеристики, как:

- математическое ожидание;
- медиана и, более общо, квантили, т.е. значения  $x = x(a)$ , при которых функция распределения достигает определенного значения  $a$ ; другими словами, значение квантиля  $x = x(a)$  находится из уравнения  $F(x(a)) = a$  ;
- дисперсия (часто обозначаемая как «сигма-квадрат»);
- среднее квадратическое отклонение (квадратный корень из дисперсии, т.е. «сигма»);
- коэффициент вариации (среднее квадратическое отклонение, деленное на математическое ожидание);

- линейная комбинация математического ожидания и среднего квадратического отклонения (например, типично желание считать, что возможные значения ущерба расположены в таком интервале: *математическое ожидание плюс-минус три сигма*);

- математическое ожидание функции потерь, и т.д.

Этот перечень, очевидно, может быть продолжен [4].

Тогда задача оценки ущерба может пониматься как задача оценки той или иной из перечисленных характеристик. Чаще всего оценку проводят *по эмпирическим данным* (по выборке величин ущербов, соответствующим происшедшим ранее аналогичным случаям). Правила расчетов приведены в разд. 8.3. При отсутствии эмпирического материала остается опираться на *экспертные оценки*, которым посвящена глава 5. Наиболее обоснованным является *модельно-расчетный метод*, опирающийся на модели эколого-экономической ситуации, позволяющие рассчитать характеристик ущерба.

Подчеркнем здесь, что характеристик случайного ущерба имеется много. Выше перечислено 7 видов, причем некоторые из них - второй, шестой и седьмой - содержат бесконечно много конкретных характеристик. Нельзя ограничиваться только средним ущербом, под которым обычно понимают математическое ожидание, хотя медиана ущерба не меньше соответствует этому термину. Весьма важны верхние границы для ущерба, т.е. квантили порядка  $a$ , где  $a$  близко к 1, например,  $a = 0,999999$ . При этом с вероятностью, не превосходящей 0,000001, реальный ущерб будет меньше  $x(0,999999)$ . Сложные проблемы состоят в обоснованном вычислении границы  $x(0,999999)$ , их мы не будем здесь касаться, поскольку математико-статистическая теория оценивания вероятностей редких событий остается недостаточно разработанной.

### 2.3. Постановки задач управления риском

Задача управления риском может пониматься как задача минимизации той или иной из перечисленных выше характеристик. Тогда минимизация случайного ущерба по одному критерию может состоять:

1) в минимизации *математического ожидания* (средних ожидаемых потерь),

2) в минимизации *квантиля распределения* (например, медианы функции распределения потерь или квантиля порядка 0,999999, выше которого располагаются большие потери, встречающиеся крайне редко - в 1 случае из 1000000, т.е. в 1 случае из миллиона),

3) в минимизации *дисперсии* (т.е. показателя разброса возможных значений потерь),

4) в минимизации *среднего квадратического отклонения*, что с чисто математической точки зрения эквивалентно предыдущей задаче минимизации дисперсии;

5) в минимизации *коэффициента вариации*;

6) в минимизации *суммы математического ожидания и утроенного среднего квадратического отклонения* (на основе известного «правила трех сигм»), или иной линейной комбинации математического ожидания и среднего квадратического отклонения (такой подход используют в случае *близости* распределения потерь к нормальному (гауссову) распределению как комбинацию подходов, нацеленных на минимизацию средних потерь и минимизацию разброса возможных значений потерь),

7) в минимизации *математического ожидания функции потерь* (например, в случае, когда полезность денежной единицы меняется в

зависимости от общей располагаемой суммы [5], в частности, когда необходимо исключить возможность разорения экономического агента), и т.д. [4].

Обсудим семь перечисленных постановок. Первая из них – минимизация средних потерь – представляется вполне естественной, если *все возможные потери малы* по сравнению с ресурсами предприятия (организации). **В противном случае первый подход не всегда рационален.**

Действительно, рассмотрим *условный пример*. У человека имеется 10 000 рублей. Ему предлагается следующее пари. Надо подбросить монету. Если выпадает «орел», то он получает 50 000 рублей. Если же выпадает «цифра», он должен уплатить 20 000 рублей. Стоит ли данному человеку участвовать в описанном пари? Естественно исходить из математического ожидания дохода. Поскольку по условию пари каждая сторона монеты имеет одну и ту же вероятность выпадать, равную 0,5, оно равно

$$50\,000 \times 0,5 + (-20\,000) \times 0,5 = 15\,000.$$

Казалось бы, пари весьма выгодно. Однако большинство людей на него не пойдет, поскольку с вероятностью 0,5 они лишатся всего своего достояния и останутся должны 10 000 рублей, другими словами, не только разорятся, но и будут иметь долги. Здесь проявляется психологическая оценка ценности рубля, зависящая от общей имеющейся суммы – 10 000 рублей для человека с обычным доходом значит гораздо больше, чем те же 10 000 руб. для миллиардера.

Второй подход нацелен как раз на минимизацию *больших потерь*, на защиту от разорения. Другое его известное применение – исключение катастрофических аварий на атомных электростанциях, например, типа Чернобыльской. При втором подходе средние потери

могут увеличиться (по сравнению с первым), зато максимальные будут контролироваться. К сожалению, крайне трудно по статистическим данным делать обоснованные выводы о весьма больших значениях аргумента и соответствующих весьма малых вероятностях. На профессиональном языке специалистов по математической статистике и теории надежности: *«трудно работать на хвостах»*. Например, иногда встречаются утверждения типа приведенного выше: «надежность равна шести девяткам», т.е. 0,999999. Другими словами, вероятность нежелательного исхода равна 0,000001. Такую малую вероятность непосредственно по статистическим данным оценить невозможно (для этого объем выборки должен быть не менее 10 миллионов). Значит, вывод получен с помощью модели, например, модели экспоненциального распределения. Хорошо известно, что выводы об обнаружении резко выделяющихся наблюдений (выбросов) *крайне неустойчивы* по отношению к малым отклонениям от предположений модели (см., например, учебники [2, 3]). Поэтому и к словам типа «надежность равна шести девяткам» надо относиться осторожно.

Во втором подходе заключены еще две идеи. Первая из них – использование *медианы* как более адекватной характеристики «центральной тенденции», чем математическое ожидание. Дело в том, что математическое ожидание может быть смещено в большую сторону из-за наличия редких, но чрезвычайно больших значений (именно поэтому средняя (арифметическая) зарплата или средний (арифметический) доход весьма завышают доходы основной массы работников). В математических терминах: медиана – робастная (устойчивая) характеристика центра распределения (по отношению к большим «выбросам»), а математическое ожидание – нет. Вторая из упомянутых идей – обеспечение защиты от разорения на «среднем»

уровне достоверности – с вероятностью 0,95 или 0,99. Для этого достаточно, чтобы квантиль величины потерь порядка 0,95 или 0,99 не превосходил собственных активов фирмы. (Более экономически обоснованно из тех или иных соображений определить максимально допустимую величину допустимых потерь, с которой и сравнивать упомянутый квантиль.)

Третий и эквивалентный ему четвертый подходы нацелены на минимизацию *разброса* окончательных результатов. Средние потери при этом могут быть выше, чем при первом или втором подходах, но того, кто принимает решение, это не интересует. Ему нужна максимальная определенность будущего, пусть даже ценой повышения потерь. В литературе по финансовой математике такой подход часто рекомендуют использовать при составлении портфеля ценных бумаг. Поскольку наиболее прибыльные акции (и вообще экономические решения) обычно являются и наиболее рискованными, то желание сократить риск за счет расширения ассортимента акций представляется рациональным. Это – один из частных случаев *диверсификации*, которая наряду со *страхованием* являются универсальными способами понижения риска. К сожалению, при изложении третьего и четвертого подходов часто забывают про целесообразность повышения среднего дохода.

Пятый подход дает один из способов избавиться от такой забывчивости – используется не абсолютное значение среднего квадратического отклонения, а относительное. Это – аналог в теории риска общеэкономической идеи использования характеристик типа *рентабельности*.

Шестой подход сочетает в себе первый и третий, хотя и довольно примитивным образом. По существу, проблема в том, что управление риском в рассматриваемом случае – это по крайней мере

двухкритериальная задача. Желательно средние потери снизить (другими словами, математическое ожидание доходов повысить), и *одновременно* уменьшить показатель неопределенности – дисперсию. Как известно, невозможно провести оптимизацию одновременно по двум критериям. Приходится тем или иным образом перейти к оптимизации по одному критерию. Например, можно один из критериев превратить в ограничение. Или объединить два критерия в один, например, минимизировать коэффициент вариации. Хорошо известны различные подходы, используемые при *многокритериальной оптимизации*, и практически все они могут быть применены в теории риска, развивая шестой подход.

Наиболее продвинутый подход – седьмой. Но для его применения необходимо построить *функцию потерь* или ее антипод – *функцию полезности*. Это – большая самостоятельная задача. Обычно ее решают с помощью специально организованного эконометрического или эколого-статистического исследования. Опыт построения функций полезности по экспериментальным данным накоплен, например, в Центральном экономико-математическом институте РАН, в лаборатории проф. Ю.Н. Гаврильца. Есть и теоретические подходы. Например, в монографии [5] исходя из некоторого аксиоматического подхода было установлено, что полезность денежных средств целесообразно измерять логарифмом их количества. Другими словами, надо анализировать не абсолютные значения, а относительные отклонения. Из системы аксиом вытекает, что потеря 1000 руб. для лица, имеющего в реальном распоряжении 10000 руб., столь же чувствительна, как и потеря 1 000 000 руб. для лица, распоряжающегося 10 000 000 руб. - и в том, и в другом случае речь идет о потере 10% от имеющегося состояния.

Естественным часто представляется использование

многокритериальных задач управления рисками. Например, как уже говорилось, желательно минимизировать как средний риск, так и разброс риска (дисперсию). К сожалению, **невозможно** одновременно добиться обеих целей. В этом нет ничего необычного. Нельзя *добиться максимума прибыли при минимуме затрат*, как и *максимума дохода при минимуме риска*.

Необходимо подчеркнуть, что задача управления риском редко появляется сама по себе. Обычно она появляется в паре с какой-либо иной задачей, например, с задачей максимизации прибыли или задачей нанесения максимального ущерба противнику. Предпринимателям хорошо известно, что обычно чем более выгоден проект, тем с большим риском он связан. Чтобы получить заметный экономический эффект, приходится идти на риск. Этот факт отражен в пословице: «Кто не рискует, тот не пьет шампанское», отмечая успех. Вполне естественно, стремясь к максимизации прибыли, минимизировать риск. Это - двухкритериальная задача. Если же под минимизацией риска понимаем минимизацию как математического ожидания, так и дисперсии случайного ущерба, то задача является трехкритериальной, и т.д.

При рассмотрении многокритериальных задач обычно стараются все критерии, кроме одного, превратить в *ограничения*. Например, минимизируют средний ущерб при условии, что дисперсия не превосходит заданной величины. Или, наоборот, минимизируют разброс (дисперсию) при условии, что средний ущерб не превосходит заданной границы.

Есть и метод, при котором критерии объединяются в один, например, в виде линейной комбинации, как в шестом подходе к управлению рисками, описанном выше. Более обоснованным представляется выделение границы Парето, т.е. вариантов, которые

нельзя улучшить сразу по всем параметрам, а затем анализ этой границы с помощью экспертов (см. ниже главу 5 об экспертных оценках).

Кроме вероятностных методов моделирования риска, иногда рассматриваются методы описания рисков с помощью объектов нечисловой природы, в частности, качественных признаков, понятий теории нечетких множеств, интервальных математических и эконометрических моделей и других математических средств. Пока ещё все эти подходы можно рассматривать как экзотические. Однако вместо статистических данных в них обычно используются оценки экспертов, так что в недалекой перспективе будем иметь два крыла теории риска – вероятностное и экспертное [6] (в качестве аппарата использующее *статистику нечисловых данных*). Наше представление о современном состоянии теории и практики экспертных оценок дано в главе 5.

Под использованием качественных признаков понимаем, в частности, использование терминов типа «высокий риск», «заметный риск», «малый риск» и аналогичных им. Такого рода оценки, конечно, более соответствуют обыденному сознанию, чем оценки в виде действительных чисел. Это хорошо известно в теории измерений – человеку гораздо легче сравнивать альтернативы по степени риска, чем пытаться говорить о том, что одна из них во столько-то раз лучше или на столько-то лучше. Другими словами, человеку гораздо легче работать в порядковой шкале, чем в шкалах количественных признаков – интервальной, отношений, разностей и др. Методы анализа статистических данных, измеренных в порядковой шкале, разработаны в статистике объектов нечисловой природы. Эта сравнительно новая область прикладной математической статистики выделена как самостоятельное направление в 1970-х годах (см.

учебники [2, 3]).

Нечеткость, размытость, расплывчатость, туманность понятий, используемых в человеческом мышлении, отражается в прикладной математике в т.н. *теории нечетких множеств*. Это направление прикладной математики активно развивается с середины 60-х годов, хотя его истоки лежат еще в апориях философов Древней Греции. Полученное в 1970-х годах сведение теории нечетких множеств к теории случайных множеств (подробное описание этого сведения дано в монографии [7]) носит в основном теоретический характер, а конкретные расчетные формулы в этих теориях несколько различаются в большинстве конкретных случаев.

Если неопределенность носит интервальный характер, т.е. *оценки рисков описываются интервалами*, то естественно применить методы *статистики интервальных данных* (как части интервальной математики), рассчитать минимальный и максимальный возможный доходы и потери, и т.д. [2].

Как известно, разработаны различные способы уменьшения экономических и экологических рисков, связанные с выбором стратегий поведения. Одним из таких способов является диверсификация, т.е. создание многообразия видов деятельности. Этот способ описывается пословицей: «Не кладите все яйца в одну корзину». Крупные транснациональные корпорации обычно имеют весьма широкий спектр деятельности. Другой широко распространенный способ - страхование. Основные особенности экологического страхования описаны в разд. 6.5.

При разработке правового обеспечения методов управления промышленной и экологической безопасностью необходимо учитывать многообразие методов описания рисков. Выбор какого-либо одного определенного метода без должного обоснования может

привести к неадекватному управлению риском. В соответствии с общей теорией устойчивости [7, 8] целесообразно провести расчеты по нескольким методам и сопоставить результаты. Если они близки, то есть основания считать, что результаты расчетов соответствуют реальности. Если же различны, то они отражают субъективизм исследователя, выбравшего тот или иной метод. Для построения корректного всестороннего описания рисков могут оказаться полезны и даже необходимы экспертные оценки.

#### **2.4. Понятие об экологической безопасности**

*Экологическая безопасность* - это защита от *экологической опасности*. Эти два понятия всегда рассматривают вместе.

**Экологическая опасность** - *возможность разрушения (полного или частичного) среды обитания человека, растений и животных в результате неконтролируемого развития экономики, отставания технологий, естественных катастроф и антропогенных аварий, вследствие чего нарушается приспособление живых систем к условиям существования [9, 10].*

Экологическая опасность возрастает с развитием современного *технологического кризиса*. Техногенные загрязнения губительно действуют на организм человека, на окружающую природную среду. Технологический кризис порождает *экологический кризис XXI в.*

Безопасность пищевых продуктов и продовольственного сырья относят к основным факторам, определяющим уровень здоровья населения России и сохранения его генофонда. Полагают, что более 70% загрязнителей поступают в организм человека с продуктами питания. Положение дел с безопасностью продовольствия в РФ, особенно в последние два десятилетия, весьма ухудшилось в связи с

приватизацией пищевой промышленности, увеличением объемов поставок некачественной продукции из-за рубежа, ослаблением государственного и общественного контроля за производством и реализацией продуктов питания. Бесконтрольное использование удобрений, средств защиты растений, консервантов, пищевых добавок, гормонов, трансгенных организмов при производстве продуктов питания в различных странах мира создает заметную экологическую опасность. Обеспечение населения экологически безопасными продуктами питания - одна из важнейших государственных задач. Однако она не в полной мере осознана и тем более не решена на должном уровне.

Рассмотрим еще два вида экологической опасности, известных как проблема *озонового слоя* и проблема *радиоактивных отходов*.

По мнению специалистов, в жизни растений, животных и растений велика роль *озонового слоя* атмосферы. Он защищает поверхность Земли от опасного для живых существ ультрафиолетового излучения Солнца. Промышленность выбрасывает в атмосферу миллионы тонн веществ (содержащих хлор, фреон и т.п.), разрушающих озоновый слой. В результате озоновый слой стал истощаться, в нем появились «дыры», сквозь которые на поверхность Земли хлынул поток губительного ультрафиолета. Многообразные последствия не заставили себя ждать. Возросла заболеваемость раком кожи. Наблюдается рост числа болезней глаз, органов дыхания, иммунной системы. Загорать на солнце стало опасно для здоровья. Для обеспечения экологической безопасности необходимы скоординированные в масштабах Земли меры *по защите озонового слоя*, в частности, по снижению выбросов в атмосферу разрушающих его веществ. Есть и иная точка зрения, согласно которой проблема озонового слоя раздута искусственно, в интересах борьбы с

корпорациями, производящими продукцию с использованием хлора, фреона и иных веществ.

Проблема *радиоактивных отходов* связана с тем, что топливные элементы ядерных реакторов, установленных на атомных электростанциях (АЭС), кораблях и подводных лодках, радиоактивные составляющие медицинских и научных приборов, промышленных средств контроля и т.п. рано или поздно вырабатывают свой ресурс. Они должны быть *утилизированы*. В частности, должна быть обеспечена *экологическая безопасность отходов*. Но дело в том, что надежные и в то же время достаточно дешевые методы утилизации радиоактивных отходов пока не разработаны. Те ученые, кто пятьдесят лет назад запускали первые АЭС, полагали, что методы утилизации будут вскоре разработаны. К сожалению, они ошиблись.

В настоящее время наиболее надежная технология утилизации радиоактивных отходов выглядит так. Отходы остекловывают (сплавляют в стекловидную массу). Помещают в стальные контейнеры (толщина стенок - 30 см). Контейнеры загружают в бетонные емкости (толщина более 1 м), а их - опускают в специальные шахты на глубину не менее 0,5 - 1 км. Шахты должны быть пробиты в граните или иной твердой породе в зоне тектонического спокойствия. Очевидно, такая технология утилизации радиоактивных отходов не только надежная, но и весьма дорогая. Поэтому в настоящее время большое количество радиоактивных отходов находится в «переходном состоянии» - они уже не «работают», выведены из соответствующих реакторов, но еще и не захоронены, находятся во временных хранилищах и потому представляют собой большую экологическую опасность.

Есть еще много иных видов экологических опасностей.

Например, на здоровье жителей больших городов весьма вредно действуют *выхлопные газы* автомобилей. В данном случае обеспечить полную экологическую безопасность можно, ликвидировав автомобили с бензиновыми двигателями и перейдя, например, на электромобили. Но это - дело достаточно далекого будущего. Ближайшая задача - снизить объем выхлопных газов, организовав жесткий контроль за качеством регулировки автомобильных двигателей и составом бензина.

В нашей стране необходимость обеспечения экологической безопасности хорошо осознана. Она признана на государственной уровне. Совет Безопасности РФ включил компонент «*экологическая безопасность*» в структуру национальной безопасности государства, общества и отдельной личности человека.

Обеспечением экологической безопасности занимаются как государственные экологические органы, так и общественные организации (объединения), входящие в «зеленое» движение. Государственные экологические службы осуществляют постоянное *слежение (мониторинг)* за экологическим состоянием воздуха, водных ресурсов, почвы. Они проводят экологический *контроль* деятельности предприятий (организаций) любой ведомственной принадлежности и любой формы собственности. Они осуществляют экологическую *экспертизу* намечаемой хозяйственной или иной деятельности, которая может оказать отрицательное влияние на окружающую природную или антропогенную среду, обеспечивают специальный природоохранный режим в заповедниках, заказниках и т.п. Общественные экологические организации (объединения) обычно ведут борьбу с конкретными нарушениями или «защищают» конкретный природный объект, например, озеро Байкал. Собрав десятки тысяч подписей, экологи добились того, что трасса

трубопровода для перекачки нефти была перенесена с берега Байкала за горный хребет, хотя это и удорожило строительство. Собрав миллионы подписей по всему миру, предприняв захваты буровых установок в Арктике, международная экологическая организация «Гринпис» заставила нефтяные компании остановить проекты по добыче нефти со дна морей, примыкающих к Северному Ледовитому океану, вплоть до обеспечения экологической безопасности этого способа добычи полезных ископаемых.

Для обеспечения экологической безопасности обычно используют экономические, административные, правовые, социально-психологические (пропаганда, убеждение) меры. Наибольший успех может быть достигнут при совместном действии государственных структур и «зеленого» движения. К сожалению, в условиях общего социально-экономического кризиса экологические программы обычно лишь частично выполняются, к рекомендациям экологов не всегда прислушиваются. Однако в условиях экономического роста внимание к экологическим вопросам с неизбежностью будет расти.

## **Литература**

1. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. - 248 с.
2. Орлов А.И. Прикладная статистика. – М.: Экзамен, 2006. – 671 с.
3. Орлов А.И. Эконометрика. Учебник для вузов. Изд. 4-е, доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. - 572 с.
4. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Проблемы управления экологической безопасностью. - Журнал «Менеджмент в России и за рубежом». 2000. №6. С.78-86.
5. Пиндайк Р., Рубинфельд Д. Микроэкономика / Пер. с англ. - М.:

Экономика - Дело, 1992. – 510 с.

6. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч.2. Экспертные оценки. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 486 с.

7. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. - М.: Наука, 1979. - 296 с.

8. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Разработка и развитие устойчивых экономико-математических методов и моделей для модернизации управления предприятиями. – Saarbrücken: LAP (Lambert Academic Publishing), 2011. – 436 с.

9. Экология. Учебное пособие / Под ред. С.А. Боголюбова. – М.: Знание, 1999. - 288 с.

10. Серов Г.П. Основы экологической безопасности. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1993. – 103 с.

### **Контрольные вопросы**

1. Чем постоянный экологический риск отличается от аварийного экологического риска?
2. Следует ли из увеличения обращаемости населения в медицинские учреждения вывод об ухудшении здоровья населения?
3. Как измеряют риск?
4. Есть ли основания предполагать, что величина риска адекватно описывается нормальной (гауссовской) функцией распределения?
5. Какие характеристики случайного ущерба Вы знаете?
6. Какие однокритериальные задачи минимизации риска Вы знаете?
7. Какие многокритериальные задачи управления рисками Вы знаете?
8. Как решают двухкритериальные задачи минимизации риска?

9. Что называют экологической безопасностью и экологической опасностью?
10. Приведите примеры отдельных видов экологических опасностей.
11. Какие технологии утилизации радиоактивных отходов Вы знаете?
12. Кто занимается обеспечением экологической безопасности?

### **Темы докладов и рефератов**

1. Постоянный экологический риск и здоровье населения.
2. Вредные производства, медицина труда и профессиональные заболевания.
3. Примеры экологических загрязнений и катастроф, порожденных авариями.
4. Параметрические и непараметрические вероятностные модели риска.
5. Сравнение семи характеристик случайного риска.
6. Сравнение семи однокритериальных задач минимизации случайного риска.
7. Многокритериальные задачи управления рисками и способы их сведения к однокритериальным.
8. Применение статистики объектов нечисловой природы в задачах управления рисками.
9. Применение нечетких множеств в задачах управления рисками.
10. Модели управления рисками на основе математики и статистики интервальных данных.
11. Генетическая модификация сельскохозяйственных растений и проблемы их экологической безопасности.
12. Обеспечение экологической безопасности продовольствия.
13. Проблема озонового слоя.

14. Проблема захоронения радиоактивных отходов.

15. Глобальное потепление и экологическая безопасность.

15. Обеспечение экологической безопасности государственными экологическими службами и общественными экологическими организациями (объединениями).

## Глава 3. Правовые основы обеспечения экологической безопасности в России

### 3.1. Структура российского экологического законодательства

Прогрессирующее ухудшение состояния окружающей природной среды настоятельно выдвигает необходимость ее защиты, оздоровления, восстановления, облагораживания. Массовые действия невозможны без соответствующего организационного обеспечения. При этом в экологическом менеджменте велика роль правовых средств, поскольку конкретные действия по защите природы должны опираться на законы, стандарты, утвержденные в установленном порядке правила и другие нормативно-правовые акты и инструктивно-методические материалы. **Всю эту совокупность обязательных к исполнению документов, утвержденных компетентными государственными органами, будем кратко называть экологическим законодательством.**

*Основное при разработке экологического законодательства - забота о здоровье, безопасных и благоприятных условиях труда и быта людей.* Поэтому выделяются области законодательства, соответствующие тем или иным сферам производственных отношений, труда и быта людей. Например, первостепенное место в законодательном оформлении земельных отношений отводится сельскохозяйственному производству. Правовые вопросы экологии водных отношений связаны прежде всего с бытовым и питьевым водоснабжением, а также с рыбной ловлей. Правовые основы обеспечения экологической безопасности лесов относятся к регулированию удовлетворения потребностей населения в древесине и других лесных продуктах (грибы, ягоды, лекарственные растения и

др.), а также охране и развитию полезных природных свойств лесов (водоохранных, санитарно-гигиенических и оздоровительных) и их обитателей, в том числе объектов охоты. Законодательство об охране атмосферного воздуха нацелено на предотвращение выбросов вредных веществ и иных воздействий на атмосферу, вызывающих неблагоприятные последствия для населения и окружающей природной среды.

Правовые акты, входящие в отечественное экологическое законодательство, по своей общности делятся на несколько уровней. Основу составляют положения Конституции Российской Федерации, относящиеся к экологии. Главным (базовым) актом в области экологии, ядром отечественного экологического законодательства является Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», впервые принятый 19 декабря 1991 г. (в последующие годы в него вносились некоторые дополнения). Его положения развиваются в Законах и их собраниях (на юридическом языке - кодексах), посвященных отдельным сферам деятельности. Поскольку в современных условиях развитие научно-технического прогресса неизбежно приводит к деградации природной среды, то с целью усиления ее охраны необходимо правовое регламентирование потребления отдельных природных компонентов. Поэтому в России приняты основополагающие кодексы - Земельный (1991 г., новый вариант - 2001 г.) Лесной (1997 г.) и Водный (1995 г.), утверждены Закон о недрах (1995 г.), Закон об охране атмосферного воздуха (1992 г.) и Закон о животном мире (1995 г.). В дальнейшем перечисленные кодексы и законы модернизировались.

Российское экологическое законодательство, разработанное в основном в 1990-х годах, включает в себя довольно много Федеральных законов. Кроме названных выше, укажем также:

Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г.;

Закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 19 апреля 1991 г.;

«Основы законодательства РФ об охране здоровья граждан» от 22 июля 1993 г.;

Федеральный Закон «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах» от 23 февраля 1995 г.;

Федеральный Закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 г.;

Федеральный Закон «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г. (этот закон будет подробно разобран ниже) и др.

Федеральные законы и их собрания (кодексы) развиваются в двух направлениях. Во-первых, на их основе принимаются законодательными органами субъектов Российской Федерации собственные экологические законы. Следующий слой экологических документов создается органами местного самоуправления, отвечающими за соответствующие муниципальные образования. С другой стороны, федеральные органы, министерства и ведомства, службы и агентства, входящие в систему исполнительной власти России, издают экологические правовые акты в своих сферах деятельности. Отметим, что в государственных стандартах на продукцию и услуги, как правило, присутствуют экологические требования. Судебная власть (суды и арбитражные суды) также вносят свой вклад в развитие экологического законодательства, принимая решения по тем или иным делам, содержащим экологические аспекты, и тем самым создавая прецеденты - образцы для будущих правовых решений. Таким образом, все ветви власти - законодательная, исполнительная, судебная - принимают участие в

развитии экологического законодательства. Нельзя не отметить роль общественных экологических организаций, которые зачастую являются инициаторами принятия тех или иных экологических правовых актов.

Нижним слоем экологического законодательства являются приказы и инструкции, иная нормативно-техническая и инструктивно-методическая документация, действующие на уровне отдельного предприятия или организации. Хотя они обязательны лишь для ограниченного числа работников данного предприятия, но именно такие документы вполне конкретны и подлежат строгому исполнению. В то же время правовые акты более высокого уровня зачастую содержат вполне верные, но не полностью конкретизированные требования, при этом они сопровождается ссылками на конкретные документы более низкого уровня. Например, Федеральный Закон «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г. содержит многочисленные ссылки на нормативно-правовые и инструктивно-методические документы специально уполномоченных государственных органов в области государственной экологической экспертизы на федеральном уровне и уровне субъектов федерации. На федеральном уровне упомянутые органы имели в те или иные годы разные названия: Госкомэкология, Министерство по охране окружающей природной среды, Министерство природных ресурсов и др.

### **3.2. Экологические вопросы в Конституции Российской Федерации**

Экологическое законодательство России основывается на ряде положений Конституции Российской Федерации. Так, в главе 1

«Основы конституционного строя» в статье 9 говорится *«Земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории».*

Многие экологические положения включены в главу 2 Конституции Российской Федерации «Права и свободы человека и гражданина». Можно выделить три типа статей, представляющих интерес с точки зрения экологической безопасности. Во-первых, это статьи, непосредственно посвященные экологическим правам и обязанностям граждан. Во-вторых, статьи, в которых упоминаются экологические проблемы. В-третьих, статьи, посвященные более общим проблемам, дающие основы для экологической деятельности наряду со многими другими видами деятельности. Рассмотрим все три типа статей в указанном порядке.

Основной для экологического законодательства является статья 42 *«Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением».* Таким образом, в этой статье Конституции выделено три правовых элемента:

во-первых, право на благоприятную окружающую среду, природную или антропогенную;

во-вторых, право на достоверную информацию о состоянии окружающей природной среды, независимо от того, является ли в рассматриваемый момент времени эта среда благоприятной или нет;

в-третьих, гарантируется право на возмещение ущерба в случае экологических правонарушений (но не в случае причинения вреда природными явлениями, например, землетрясением или наводнением).

Это право естественным образом сочетается с экологическими обязанностями: *«Каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам»* (статья 58).

Перейдем к статьям, в которых упоминаются экологические проблемы. В части 2 статьи 36 сказано: *«Владение, пользование и распоряжение землей и другими природными ресурсами осуществляется их собственниками свободно, если это не наносит ущерба окружающей среде и не нарушает прав и законных интересов иных лиц»*. Здесь весьма важен текст после слова «если». Он подчеркивает условность (неабсолютность) понятия собственности, его подчиненность интересам общества. Например, согласно этой статье Конституции владелец земельного участка на берегу водоема обязан обеспечить доступ граждан к водоему для осуществления их права на отдых (если, конечно, сам водоем не принадлежит указанному владельцу участка).

В статье 41 говорится о поощрении в Российской Федерации деятельности, способствующей экологическому и санитарно-эпидемиологическому благополучию. В статье 37 констатируется, что: *«Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены»*. Согласно статье 21: *«Никто не может быть без добровольного согласия подвергнут медицинским, научным или иным опытам»*.

Весьма многие статьи главы 2, касающиеся более общих блоков проблем, дают юридическое обоснование *действиям по повышению экологической безопасности*. Например, такие статьи, как 20-я и 53-я:

Статья 20 *«Каждый имеет право на жизнь»*.

Статья 53 *«Каждый имеет право на возмещение государством вреда, причиненного незаконными действиями (или бездействием) органов государственной власти или их должностных лиц»*.

Согласно статье 24 органы государственной власти и органы местного самоуправления должны предоставлять информацию гражданину, касающуюся его прав и свобод, в том числе экологического характера. Свобода распространения экологической информации вытекает из статьи 29. Возможность создания экологических организаций (объединений) гарантируется статьей 30. Возможность активной деятельности таких организаций вытекает из статьи 31, а право граждан и организаций обращаться в органы власти гарантируется статьей 33. Статья 44 обеспечивает возможность проведения научных изысканий в области экологии. Ряд статей посвящен защите прав и свобод (статьи 45-48). Исполнение обязанности платить налоги (статья 57) обеспечивает финансированием природоохранную деятельность.

Можно отметить некоторые особенности действующей Конституции. Во-первых, экологические права граждан, как видно из проведенного выше анализа, вытекают из общих прав и свобод граждан. Выделение Законодателем отдельных экологических статей, прежде всего 42-й и 58-й, свидетельствует о большой общественной значимости экологических проблем. Во-вторых, глава 2 Конституции РФ, вопреки названию, говорит не только о *правах и свободах*, но и об *обязанностях* граждан.

В главе 3 «Федеративное устройство» Конституции РФ есть ряд статей, связанных с распределением прав и обязанностей в области экологии между федеральным центром и субъектами федерации. Согласно статье 71 к ведению центральных органов Российской Федерации относится установление основ федеральной политики и федеральных программ в области экологического развития страны. Центр определяет статус и организует защиту сухопутных территорий, морей, воздушного пространства, исключительной

экономической зоны и континентального шельфа Российской Федерации. В соответствии со статьей 72 Конституции РФ к совместному ведению РФ и субъектов РФ относятся вопросы владения, пользования и распоряжения землей, недрами, водными и другими природными ресурсами. Они вместе занимаются природопользованием, охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности. Их общая забота - особо охраняемые природные территории (заповедники и др.). Разработка и совершенствование земельного, водного, лесного законодательства, законодательства о недрах, об охране окружающей среды также относится к совместному ведению РФ и субъектов РФ.

В статье 114 Конституции РФ одной из задач Правительства РФ указано обеспечение проведения в Российской Федерации единой государственной политики в области экологии.

Конституцией Российской Федерации определены процедуры разработки, принятия и совершенствования экологического законодательства, установлены органы, ответственные за такую работу, гарантирована возможность активного участия в ней общественных организаций (объединений).

Отметим, что согласно ст. 71 Конституции к ведению Российской Федерации, наряду с перечисленными выше сферами деятельности, относятся в рассматриваемой области:

- регулирование и защита прав и свобод человека и гражданина (в том числе экологических);
- федеральная государственная собственность (прежде всего на природные ресурсы) и непосредственное управление ею;
- производство ядовитых веществ, наркотических веществ, установление порядка их использования и контроль за исполнением этого порядка;

- разработка и введение в действие гражданского и гражданско-процессуального законодательства (как основных рычагов защиты природных ресурсов и их владельцев);

- метеорологическая служба,

- стандартизация и метрология (в том числе в области охраны окружающей среды).

Согласно статье 72 Конституции в совместном ведении Российской Федерации и ее субъектов находятся, кроме указанных выше, следующие направления деятельности:

- защита прав и свобод человека и гражданина, обеспечение законности, правопорядка, общественной безопасности (в том числе экологических);

- разграничение государственной собственности (прежде всего на природные ресурсы).

Разумеется, не все на свете относится к ведению федерального центра, единоличному или вместе с субъектами федерации. Вне пределов ведения РФ и ее полномочий по предметам совместного ведения РФ и ее субъектов, что весьма важно, субъекты Российской Федерации обладают *всей полнотой государственной власти*. Это размежевание экологической компетенции «по вертикали» представляется весьма существенным для рассмотрения проблем развития, совершенствования и непосредственного применения экологического законодательства. Эти проблемы решаются на всех уровнях. А именно: на федеральном - Государственной Думой и Советом Федерации Федерального Собрания РФ, Президентом и Правительством РФ, а также федеральными агентствами, службами, министерствами, ведомствами, комитетами и другими центральными органами. На уровне субъектов Российской Федерации - правотворческими (не только законодательными, но и

исполнительными и судебными) органами субъектов. Следующие уровни разграничения - между субъектами федерации и органами местного самоуправления, между этими органами и конкретными предприятиями. Конкретные направления развития, совершенствования и применения экологического законодательства, совершенствования системы экологических нормативно-правовых, нормативно-технических и инструктивно-методических документов, а также соответствующие правовые формы и процедуры будут рассмотрены далее, хотя по необходимости довольно кратко.

### **3.3. Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды»**

Главным (базовым) актом в области экологии, как уже отмечалось, является Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», принятый 19 декабря 1991 г. Ввиду важности этого закона, охватывающего все основные области практической экологии, разберем его содержание подробно, по отдельным разделам.

В разделе «Общие положения» рассмотрены основные принципы охраны окружающей природной среды и перечислены типы выделяемых в окружающей среде объектов, подлежащих охране в соответствии с Законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды». В том же разделе фиксируется распределение областей компетенции органов государственной власти и местного самоуправления в области экологии.

Следующий раздел посвящен раскрытию закрепленного Конституцией РФ *права граждан на здоровую и благоприятную окружающую среду*, в том числе полномочиям граждан и

общественных организаций (объединений) в области охраны окружающей природной и антропогенной среды.

Специальная глава посвящена раскрытию действующего в настоящее время *административно-экономического механизма* охраны окружающей природной среды. Работа этого механизма начинается с *анализа ситуации*, т.е. с учета и социально-экономической оценки природных ресурсов. Законодателем рассмотрены вопросы *планирования, финансирования и материально-технического обеспечения* экологических программ и мероприятий. Важными составляющими административно-экономического механизма охраны окружающей природной среды являются *лимиты (ограничения)* на использование природных ресурсов и на технологически необходимые *выбросы и сбросы* в окружающую среду вредных веществ, а также платность природопользования и экономическое стимулирование предприятий, передовых в природоохранной деятельности.

В Законе регламентируется деятельность различных экологических фондов, а также упоминается о такой составляющей финансового обеспечения экологических проектов, как *экологическое страхование*. Основные идеи экологического страхования обсуждаются ниже. Вопросам экологического страхования посвящен проект отдельного закона, находящийся в настоящее время в Государственной Думе Российской Федерации в процессе обсуждения.

Важный раздел Закона «Об охране окружающей природной среды» посвящен *нормированию качества* окружающей среды (в частности, подходам к установлению таких экологических характеристик, как предельно допустимые концентрации вредных веществ).

Рассмотрены экологические требования, которые должны быть выполнены на соответствующих стадиях жизненного цикла фирм и организаций, воздействующих на окружающую природную среду - при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, реконструкции и ликвидации предприятий, сооружений и иных объектов.

В Законе описан порядок действий властей при возникновении чрезвычайных экологических ситуаций, как природного, так и антропогенного происхождения.

Рассмотрен правовой статус особо охраняемых природных территорий и объектов (заповедников, заказников, редких и исчезающих видов животных и растений и их мест обитания, и др.).

Правовое обоснование в Законе «Об охране окружающей природной среды» дано *экологическому мониторингу* (специально организованному слежению за состоянием характеристик окружающей природной среды, в частности, за химическим составом атмосферного воздуха, количеством растворенных в воде тех или иных вредных веществ и т.п.) и *экологическому контролю* влияния на окружающую природную среду организаций и предприятий, причем независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности.

В Законе указаны процедуры разрешения споров в области охраны окружающей среды, возмещения нанесенного природе и населению ущерба и т.д. Рассмотрены виды экологических правонарушений и вопросы привлечения к ответственности за такие правонарушения.

Согласно Закону «Об охране окружающей природной среды» при осуществлении хозяйственной, управленческой, религиозной и любой иной деятельности государственные органы, предприятия,

учреждения и организации различных форм собственности, отдельные граждане, т.е. все юридические и физические лица, общественные организации и объединения, обязаны руководствоваться следующими основополагающими принципами:

- приоритетом охраны жизни и здоровья человека перед экономическими или иными соображениями;

- научно обоснованным сочетанием экологических, социальных, экономических и иных (в частности, *оборонных*) интересов общества, обеспечивающим реальные гарантии прав человека на здоровую и благоприятную для жизни окружающую среду;

- рациональным использованием природных ресурсов с учетом открытых учеными свойств природных явлений и процессов, потенциальных возможностей окружающей среды, необходимости воспроизводства природных ресурсов (рациональное использование природных ресурсов должно обеспечивать это воспроизводство) и недопущения необратимых последствий для окружающей природной среды и здоровья человека;

- соблюдением требований природоохранного законодательства, неотвратимостью наступления ответственности за их нарушения, в том числе и уголовной;

- гласностью и тесной связью с общественностью (объединениями граждан и отдельными гражданами) в решении экологических задач;

- международным сотрудничеством в охране окружающей среды (с учетом необходимости *соблюдения государственной и коммерческой тайны, а также иных предусмотренных законом ограничений на распространение информации*).

Как уже говорилось в начале главы, экологическим вопросам посвящено большое количество правовых актов, а само экологическое

право за 1990-е годы превратилось в обширную область юридической науки.

Подведем предварительные итоги. Охране от загрязнения, порчи, повреждения, истощения, разрушения подлежат естественные экологические системы. А именно, *литосфера* - земля, ее недра, почва. *Гидросфера* - поверхностные и подземные воды, ледники, моря и океаны. *Атмосфера* - атмосферный воздух (в том числе озоновый слой атмосферы). *Биосфера* - леса и иная растительность, животный мир, микроорганизмы, генетический фонд. *Сочетания* перечисленных биологических сфер - природные ландшафты, экологические системы лесов, полей и рек, озер, морей, а также антропогенные системы городов и лесопарков в их составе.

Особой охране подлежат официально выделенные государственные природные заповедники, природные заказники, национальные природные парки, памятники природы, редкие или находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных и места их обитания. Например, в Московской области запрещено собирать букеты из дикорастущих растений, поскольку при этом могут пострадать редкие и исчезающие виды. Нарушители привлекаются к административной ответственности и обычно подвергаются штрафам по приговорам судов.

### **3.4. Право на благоприятную окружающую природную среду**

В Декларации Стокгольмской конференции ООН по окружающей человека среде (1972 г.) записано, что: «Человек имеет *основное право* на свободу, равенство и благоприятные условия жизни в окружающей среде, качество которой позволяет вести достойную и процветающую жизнь, и несет *главную ответственность* за охрану и

умножение окружающей среды на благо нынешнего и будущих поколений». На обеспечение этого основного права ориентируют и решения Всемирной конференции в Рио-де-Жанейро о необходимости обеспечения устойчивого экономического и экологического развития (1992 г.).

Право на благоприятную окружающую природную среду – основное экологическое право человека. Оно закреплено в Конституции РФ. В правовом, административном и экономическом механизмах стимулирования экологической деятельности государства, организации и гражданина праву человека на благоприятную окружающую природную среду принадлежит ведущее место. Оно стоит на «входе» всей природоохранной деятельности, осуществляемой той или иной государственной, частной или общественной организацией или отдельным гражданином, как цель этой деятельности, и на «выходе» - как измеритель эффективности этой деятельности. Право на благоприятную окружающую природную среду можно отнести к личным правам граждан, подобно неприкосновенности личности, неприкосновенности жилища, охране личной жизни от постороннего вмешательства. Один из аргументов - природная среда составляет важнейший фактор состояния личности, а земля - пространственное место расположения жилища. Политические и экономические права и свободы связаны с экологическими и служат средством их обеспечения, защиты, гарантирования. Другими словами, экологические права, прежде всего право на жизнь - первично, а экономические и политические права - вторичны.

Очевидно, каждому праву соответствует обязанность его соблюдения. *Праву* на благоприятную окружающую природную среду соответствует *обязанность* граждан, организаций, государства возможность соблюдения этого права, т.е. сохранения или

оздоровления окружающей природной среды.

Признав *основополагающее право граждан на благоприятную окружающую природную среду*, необходимо видеть негативные явления и процессы, препятствующие его осуществлению. Они могут быть разделены на объективные и субъективные. К первым относятся неизбежные последствия научно-технического прогресса с его интенсификацией производства, в частности, с химизацией сельского хозяйства и использованием в нем биопрепаратов, ростом городов, развитием транспорта, связи, негативным воздействием на Мировой океан и озоновый слой атмосферы, в последнее время - появлением трансгенных пищевых продуктов, отдаленные последствия потребления которых неизвестны, и т.д. Ко вторым - недостатки системы управления государством в целом и системой охраны природы в частности, неразвитость экологического, правового, политического сознания многих граждан, особенно предпринимателей и менеджеров, недостаточность их экологической информированности.

Бесспорно совершенно, что основополагающее право граждан на благоприятную окружающую природную среду в принципе несовместимо со стремлением получать максимальную прибыль. (Отметим, что с чисто экономической точки зрения использование критерия максимизация прибыли возможно при краткосрочном управлении фирмой, но бессмысленно при стратегическом [8].) Приоритет экологических прав граждан неизбежно приведет к уничтожению «классической» рыночной экономики и установлению жесткого контроля общества и выражающего его интересы государства над предпринимательской деятельностью и повседневной работой предприятий и организаций.

Право граждан на благоприятную среду должно сопровождаться

выработкой *гарантий*, обеспечивающих соблюдение и стимулирование реализации этого права как гражданами, так и государством, равно как и различными организациями. В области обеспечения благоприятной среды наиболее весомыми, эффективными, крупномасштабными гарантиями представляются возможности непосредственного природопользования для всех желающих граждан, участие в экологических мероприятиях и в обсуждении экологических вопросов, обращения в государственные органы.

Непосредственное природопользование граждан, будучи закрепленным в нормативных правовых актах, существует и реализуется в настоящее время достаточно широко. Российским законодательством выделяются и классифицируются различные *гарантии права общего и специального природопользования*, первичного и вторичного, бессрочного и временного, совместного или обособленного.

Как правило, общее природопользование осуществляется без специальных разрешений: можно свободно пребывать в лесах, собирать дикорастущие плоды, орехи, грибы, ягоды. При этом необходимо соблюдать правила пожарной безопасности, не допускать поломок и порубок деревьев и кустарников, повреждения лесных культур, засорения лесов, разорения муравейников и гнездовий птиц. Не допускается сбор редких и исчезающих растений, поимка или убийство редких и исчезающих зверей и птиц, уничтожением мест их обитания. Пожарная охрана может закрыть доступ в леса в условиях жаркого лета с целью сокращения вероятности лесных пожаров. Это нельзя рассматривать как ограничение права граждан на общее землепользование, поскольку действия пожарной охраны как раз и обеспечивают возможность осуществления этого права в будущем.

Сюда же относится право земельных собственников и землепользователей в зависимости от целевого назначения земельного участка производить посевы сельскохозяйственных культур (за исключением наркотических), посадку плодовых, декоративных и других насаждений, право пользоваться сенокосами, пастбищами, использовать общераспространенные полезные ископаемые, торф и водные объекты, эксплуатировать другие полезные свойства земли. В недалеком будущем можно ожидать массовых попыток земельных собственников и землепользователей явочным порядком нарушать право граждан на благоприятную окружающую природную среду, незаконно ограничивая доступ на соответствующие земельные участки.

По мере роста культурных запросов и потребностей людей возрастает использование природных ресурсов в духовных целях. Допускаются разные формы наблюдения, а также мечения и фотографирования млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных, рыб, насекомых. Это должно происходить в научных, культурно-просветительских и эстетических целях без изъятия животных из естественной для них природной среды. В то же время допускается пользование животным миром в научных, культурно-просветительских и эстетических целях (в специально предусмотренном порядке) с изъятием животных из природной среды. Их помещают, например, в зоопарки и питомники, в «живые уголки» и цирки. Уместно вспомнить здесь про многомиллионную армию домашних животных.

Усиливается использование гражданами окружающей природной среды в оздоровительных целях. Например, использование водных объектов, отнесенных к категории лечебных. Естественно, запрещается сброс сточных вод в эти объекты. Это, разумеется,

ущемляет интересы местных предпринимателей.

Как правило, пользование водами для отдыха и спорта допускается без особых на то разрешений. Государство содействует использованию природных объектов для массового отдыха и спорта. При этом использование части природных объектов может быть запрещено уполномоченными на то государственными органами, в частности, из-за зараженности опасными для человека микроорганизмами. При необходимости в зоне отдыха граждан запрещаются забор воды для питьевых и бытовых нужд, водопой скота. Определяются и некоторые другие условия водопользования, необходимые для обеспечения права граждан на благоприятную природную среду.

### **3.5. Гарантии экологических прав граждан**

С теоретической и практической точек зрения весьма важен комплекс реальных правовых и иных гарантий прав граждан на экологически грамотное использование окружающей природной среды. Правоохранительные органы (в том числе экологическая милиция), суды, арбитражные суды согласно действующему законодательству наделены широкими полномочиями по разрешению споров и по рассмотрению исков граждан по вопросам природопользования, прежде всего связанных с ущемлением их прав или с пресечением посягательств на экологические права. Теоретически всем известно, что действия должностных лиц, совершенные с нарушением закона, с превышением полномочий, могут быть обжалованы в суд. Граждане имеют право на возмещение ущерба, причиненного незаконными действиями государственных, частных и общественных организаций, а также должностных лиц при

исполнении ими служебных обязанностей. Однако практика показывает, что *граждане отнюдь не всегда обращаются к судебной власти* для защиты своих законных экологических интересов.

Лучшей гарантией экологических прав граждан является их *осведомленность* о состоянии и перспективах изменения окружающей природной среды в соответствии с планами государственных органов и частных организаций. Для реального осведомления граждан им надо знать, что общегосударственная служба наблюдения и контроля за уровнем загрязнения природной среды по единой системе осуществляет сбор, хранение, поиск и обработку информации о состоянии атмосферного воздуха, водных потоков, почвы, других природных ресурсов. В частности, заинтересованные государственные и общественные органы, предприятия и организации обеспечиваются систематической информацией и прогнозами об уровнях загрязнения атмосферы под влиянием хозяйственной деятельности и метеорологических условий. Если в результате неблагоприятного сочетания различных факторов и вредных воздействий на воздух в отдельных районах возникает угроза здоровью людей, об этом немедленно сообщается заинтересованным учреждениям и организациям. В соответствии с действующим законодательством они переводят на специальный режим или временно приостанавливают работу предприятий и транспорта с целью снижения интенсивности выбросов, уменьшения вредного воздействия на здоровье людей, осуществляют в необходимых случаях временную эвакуацию населения.

Чтобы реализовать свои *экологические права*, гражданам надо прежде всего иметь *необходимую информацию* для оценки реальной ситуации. Поэтому гласность служит обязательной предпосылкой реализации права человека на благоприятное состояние окружающей

среды. Граждане имеют право на свободное получение полной и достоверной информации о состоянии атмосферного воздуха и вод в регионе, об использовании земли, ее недр, лесов и животного мира. Важно, однако, не только законодательное провозглашение этого права, но и его уяснение гражданами, а также и реализация мер по его обеспечению. В обязанности связанных с экологией государственных органов типа Министерства природных ресурсов, Министерства здравоохранения, Госкомэкологии Российской Федерации, других уполномоченных на то государственных органов (их названия время от времени меняются) входят систематические публикации экологической информации, относящейся к сфере их деятельности. *В законодательстве детализированы сроки и порядок опубликования, виды необходимых сведений, подлежащих оглашению.* Актами органов местного самоуправления могут быть предусмотрены и иные виды экологической информации, подлежащие оглашению соответствующими органами наблюдения и контроля окружающей среды. Должно воспитываться и осуществляться право граждан на участие в подготовке, принятии, непосредственном выполнении и *контроле за выполнением* соответствующими организациями, должностными лицами и предпринимателями экологических решений, осуществление которых связано с экологически значимым воздействием на окружающую среду, а также с ее охраной. Это право обеспечивается развертыванием деятельности экологических организаций (объединений), опубликованием и общественным обсуждением проектов экологических решений, проведением общественных экологических экспертиз (как правило, альтернативных государственным), референдумов по экологическим вопросам (подробнее см. в работе [3]), гласным определением форм участия граждан в выполнении и контроле за выполнением

экологических решений, регулярным извещением граждан через средства массовой информации о ходе и результатах реализации экологических решений.

Понятно, что *исполнение гражданином своих экологических обязанностей неотделимо от осуществления соответствующих экологических прав*. Очевидно, что сама возможность общества (и выражающего его интересы государства) требовать от своих граждан выполнения обязанностей неразрывно связана с предоставлением им прав, обучением их пользованию экологическими и иными правами в условиях формирования демократического правового государства.

Общественные экологические (природоохранные) организации, иные общественные организации и объединения граждан согласно действующему законодательству *имеют право*: разрабатывать, утверждать на своих съездах и пропагандировать природоохранные программы в печати, по радио и телевидению, защищать права и интересы населения в области охраны природы. Они вправе создавать общественные инспекции по охране природы, участвовать в проводимых государственными инспекциями по охране природы проверках выполнения предприятиями, учреждениями, организациями природоохранных планов и мероприятий и требовать проведения таких проверок уполномоченными на то органами. Они могут ставить вопросы об отмене решений о размещении, строительстве, эксплуатации объектов, об ограничении, приостановлении, прекращении или перепрофилировании их деятельности. Природоохранительная работа общественных организаций и иных общественных образований проводится в соответствии с их уставами и действующим законодательством. Государственные органы обязаны учитывать предложения общественных организаций и граждан. К сожалению, действующие

правовые акты не раскрывают понятие «учитывать», поэтому деятельность природоохранных организаций невозможна без активной борьбы с разрушителями природы.

### **3.6. Роль государства в реализации экологических прав**

Само по себе правотворчество, как и провозглашение экологических прав, без реализации права, без механизма его осуществления приводит к неэффективности законодательства. Проще говоря, к невозможности реализации провозглашенных в законах прав. Работа по улучшению природопользования должна базироваться на достижениях научно-технического прогресса. В частности, с экологической точки зрения перспективно внедрение малоотходных и безотходных технологических процессов, комбинированных производств, обеспечивающих полное, комплексное использование природных ресурсов, сырья и материалов. Ясно, что такую работу в необходимых масштабах может организовать государство, используя ресурсы различных организаций, частных и государственных, но не отдельный гражданин.

*Координацию природоохранной работы объединений, предприятий и организаций независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности осуществляют органы государственной власти и местного самоуправления. На них и на специально уполномоченные государственные природоохранные органы законодательством возложена вся полнота ответственности за экологическую обстановку в соответствующих регионах. Всемерно должны использоваться возможности кооперации между экологическими организациями и подразделениями различных отраслей, расположенными на одной территории. Следует объединять*

их усилия в сооружении и эксплуатации природоохранных объектов общего назначения.

Образованным в 1988 г. государственным (общероссийским) органам охраны природы, а также комитетам по экологии (охране природы) субъектов федерации и их органам на местах предоставлены большие права (в пределах их компетенции). В частности, они *имеют право налагать запреты* на строительство, реконструкцию или расширение объектов промышленного и иного назначения, проведение работ по эксплуатации природных ресурсов и других работ, осуществляемых с нарушением природоохранного законодательства. Они могут также *приостанавливать работу* промышленных и других предприятий, грубо нарушающих нормы и правила охраны окружающей среды. В их компетенции - предъявлять иски предприятиям (объединениям) и организациям, а также российским гражданам и иностранным физическим и юридическим лицам о взыскании средств в возмещение ущерба, причиненного государству загрязнением окружающей среды и нерациональным использованием природных ресурсов. Они вправе рассматривать дела об административной ответственности за правонарушения в области охраны природы и использования природных ресурсов.

При осуществлении своих функций органы охраны природы, как и иные уполномоченные на то государственные органы, исходят из того, что надо вести постоянную работу по предупреждению нарушений природоохранного законодательства, норм и правил охраны окружающей среды. Эта работа организуется на основе делового сотрудничества с территориальными и отраслевыми органами управления, юридическими и физическими лицами. Разумеется, деловое сотрудничество не исключает применения тех или иных мер воздействия и принуждения к экологическим

правонарушителям.

### **3.7. Дисциплинарная ответственность за экологические правонарушения**

За экологические правонарушения, т.е. противоправные деяния, нарушающие природоохранное законодательство и причиняющие вред окружающей среде и здоровью человека, должностные лица и граждане, по чьей вине они произошли, несут дисциплинарную, гражданско-правовую, административную или уголовную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. Рассмотрим эти четыре вида ответственности.

*Дисциплинарная ответственность - это ответственность в пределах организации.* Руководство предприятия налагает на виновного или виновных дисциплинарное взыскание. Таким образом, дисциплинарное взыскание - мера наказания работника за нарушение трудовой дисциплины. Используют разные виды дисциплинарных взысканий - замечание, выговор, строгий выговор, перевод на нижеоплачиваемую работу или смещение на низшую должность на определенный срок, увольнение и др. Дисциплинарная ответственность основана на Кодексе законов о труде (КЗоТ), Правилах внутреннего трудового распорядка и аналогичных правовых актах.

Поскольку большинство вторжений человека в окружающую природную среду обусловлено его производственной деятельностью, то *дисциплинарная ответственность в экологической области* может иметь широкое распространение. Она носит перспективный превентивный характер, обладает свойствами быстроты и оперативности наложения взыскания, простоты исполнения, легко

доходит до сознания работников предприятия и эффективно воздействует на волю участников общественных отношений.

### **3.8. Гражданско-правовая ответственность за экологические правонарушения**

Этот вид ответственности относится к гражданскому праву. *Гражданско-правовая ответственность за нарушение природоохранного законодательства заключается в возложении на правонарушителя обязанности возместить потерпевшей стороне имущественный вред в натуре (реальное возмещение) или в денежной форме (убытки).* Для исчисления убытков обычно используется таксовый метод (т.е. оплата «по таксе»), главной функцией которого является компенсация вреда. Имущественная (таксовая) ответственность возникает в случаях уничтожения или порчи объектов природы и носит как договорный, так и внедоговорный характер. Другими словами, она наступает за нарушение обязательств, связанных с использованием природных ресурсов, либо за невыполнение обязанностей, вытекающих из иных установленных законом оснований. Суммы возмещения вреда должны, как правило, взыскиваться за счет причинителя вреда (как правило - юридического лица), а в конечном итоге за счет виновного лица. (С физического лица обычно удается взыскать лишь незначительную часть нанесенного ущерба, поскольку сумма возмещения вреда обычно много больше доходов конкретного работника - виновника экологического правонарушения.) Взысканные суммы должны расходоваться на ликвидацию вредных последствий экологических правонарушений, на удовлетворение интересов не только потерпевшего природопользователя, но и собственника природного

объекта - государства, общества в целом, в отдельных случаях - юридического или физического лица.

Споры, связанные с загрязнением окружающей среды, рассматриваются судами и арбитражными судами. В их компетенцию входит разрешение исков о причинении предприятиями и организациями ущерба рыбному хозяйству, лесному хозяйству, о земельных правонарушениях. Они рассматривают дела о гибели наземных животных, загрязнении водоемов хозяйственными и бытовыми стоками и т.п. Развитие принципов экономической целесообразности и взаимовыгодности, в том числе во взаимоотношениях между физическими и юридическими лицами, товарно-денежных отношений в целом (в том числе хозрасчета, самофинансирования, самоокупаемости) повышает роль гражданско-правовой ответственности, значение неотвратимости наказания, в том числе экономического (согласно основополагающему принципу: «Причинитель вреда возмещает ущерб») за причинение вреда окружающей среде.

Экономический ущерб от загрязнения природы по оценке ряда институтов Российской академии наук превышает триллионы рублей в год (по состоянию на 2012 год), и фактическое возмещение его физическими и юридическими лицами осуществляется пока неудовлетворительно. Рассмотрим несколько примеров.

***Примеры привлечения к гражданско-правовой ответственности.*** Старший инженер производственного управления водопроводно-канализационного хозяйства г. Хабаровска не контролировал работу напорного коллектора, что являлось его служебной обязанностью. В коллекторе остановились насосы, а аварийная ситуация своевременно обнаружена не была. В результате переполнения коллектора произошел его прорыв, и сточные воды

попали в р. Амур. Ущерб от загрязнения решением арбитражного суда взыскан с производственного управления водопроводно-канализационного хозяйства г. Хабаровска, был предъявлен иск и к виновному в аварии старшему инженеру. Он, понимая и признавая свою вину, не дожидаясь суда, добровольно уплатил требуемую сумму.

С Россошанского химзавода в пользу колхоза «Заречье» за порчу неочищенными сточными водами 20 га посевов взыскан ущерб, а с виновных должностных лиц в возмещение взыскана в пользу завода соответствующая сумма.

Уголовное дело в отношении директора межхозяйственного предприятия «Московское» было возбуждено за сброс в реку нечистот, приведших к гибели рыбы. Хотя уголовное дело было прекращено, с виновного взыскали ущерб.

К акционерным обществам «Дружба» и «Правда» были предъявлены иски за загрязнение навозной жижей реки Богучарки. После удовлетворения судом иска предъявлены регрессные требования (т.е. вытекающие из основного иска) в возмещение материального ущерба к правлениям акционерных обществ и заведующим животноводческими комплексами этих организаций.

Хотя и трудно бывает устанавливать причинную связь между деянием (действием или бездействием) и наступившим результатом - деградацией природы (ввиду множественности воздействующих на среду факторов, необходимости выявления виновности конкретных лиц с определенных предприятий), делать это все-таки нужно и можно. Примером служит дело о повреждении и гибели леса под Братском, где с алюминиевого завода взыскали ущерб и штраф за уничтожение леса на площади более 200 тыс. га. Как было установлено, при ремонте очистных сооружений завода фтористые

соединения выбрасывались в атмосферу без очистки, допускались случаи превышения в выбросах предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ.

Некоторые считают, что материальная ответственность станет эффективнее в условиях дальнейшего развития «рыночной экономики», особенно тогда, когда основное бремя возмещения ущерба будет перенесено с предприятия (объединения) на конкретных виновных лиц. Однако эта надежда представляется утопией, поскольку *личное имущество конкретного виновника экологического правонарушения, как правила, на несколько порядков меньше нанесенного ущерба*. Более эффективный путь - **экологическое страхование**, которому посвящен отдельный раздел настоящей книги.

### **3.9. Административные экологические правонарушения**

Кодекс РФ об административных правонарушениях содержит специальную главу с перечнем административных правонарушений и соответствующих взысканий в области охраны окружающей природной среды. Посягательства классифицируются по видам природных ресурсов. *В области землепользования* административные взыскания налагаются за бесхозяйственное использование земель, порчу сельскохозяйственных и других земель, несвоевременный возврат временно занимаемых земель или возврат земель в состоянии, непригодном для использования по назначению, самовольное отступление от утвержденных в предусмотренном законодательством порядке проектов внутрихозяйственного землеустройства, за уничтожение, незаконную установку или смещение межевых знаков. *В области литосферы (горных отношений)* административная

ответственность наступает в случаях нарушения требований по охране недр и гидроминеральных ресурсов, нарушения правил и требований проведения работ по геологическому изучению недр. В целях *охраны вод* административные взыскания накладываются за нарушение правил охраны водных ресурсов, невыполнение обязанностей по регистрации в судебных документах операций с вредными веществами и смесями, нарушение правил водопользования, повреждение или нарушение правил эксплуатации водохозяйственных сооружений и устройств.

Наибольшее число и разнообразие административных правонарушений предусматриваются Административным кодексом РФ в интересах *защиты лесов*. В Российской Федерации - это незаконное использование земель государственного лесного фонда; нарушение установленного порядка использования лесосечного фонда, заготовки и вывозки древесины, заготовки живицы. К административной ответственности привлекает за незаконную порубку и повреждение деревьев, кустарников, лесных культур, как взрослых растений, так и молодняка, в частности, за уничтожение или повреждение подроста в лесах. Еще один вид нарушений - использование леса не в соответствии с целями или требованиями, предусмотренными в лесорубочном билете (ордере) или лесном билете; в частности, нарушение правил восстановления и улучшения лесов, использования ресурсов спелой древесины.

Конфликты могут возникать и с сельскохозяйственными организациями различных типов и с отдельными фермерами из-за *повреждения сенокосов и пастбищных угодий* на землях государственного лесного фонда, самовольного сенокоса и выпаса скота. Все граждане, пользующиеся лесами для отдыха, могут быть привлечены к ответственности за самовольный сбор дикорастущих

плодов, орехов, грибов, ягод на участках, где это запрещено, а также за сбор дикорастущих плодов, орехов и ягод с нарушением установленных лесным ведомством сроков.

Работники промышленных предприятий и жилищно-коммунальной сферы могут привлекаться к административной ответственности за ввод в эксплуатацию производственных объектов без устройств, предотвращающих вредное воздействие на леса; повреждение леса сточными водами, химическими веществами, вредными выбросами, отходами и отбросами; засорение лесов бытовыми отходами и отбросами, уничтожение или повреждение лесоосушительных канав, дренажных систем и дорог на землях государственного лесного фонда; уничтожение и повреждение ограничительных знаков в лесах; уничтожение полезной для леса фауны; нарушение требований пожарной безопасности.

*Охрана атмосферного воздуха* предполагает наложение административных взысканий за выброс загрязняющих веществ в атмосферу с превышением нормативов или вообще без наличия разрешения, а также за вредное физическое воздействие на атмосферный воздух (например, повышение температуры, влажности, насыщение мелкой пылью). Наказуемы ввод в эксплуатацию предприятий без соблюдения требований по охране атмосферного воздуха и нарушение правил эксплуатации, а также неиспользование или недостаточное использование оборудования для очистки выбросов в атмосферу.

Специальное внимание уделяется транспорту. Административные взыскания накладываются за выпуск в эксплуатацию транспортных и других передвижных средств с превышением нормативов содержания загрязненных веществ в выбросах (выхлопных газах), а также за эксплуатацию

автомобилотранспортных и других передвижных средств с превышением нормативов содержания загрязняющих веществ в выбросах.

Административным правонарушением является несоблюдение требований по охране атмосферного воздуха при складировании и сжигании промышленных и бытовых отходов, а также нарушение правил транспортировки, хранения и применения средств защиты растений и других препаратов, повлекшее или могущее повлечь загрязнение атмосферного воздуха, и вообще невыполнение предписаний органов, осуществляющих контроль за охраной атмосферного воздуха.

Административными правонарушениями признаются нарушения *правил охоты, рыболовства и китобойного промысла*.

К общераспространенным видам взысканий за административные правонарушения типа штрафов примыкают и такие специальные взыскания, как:

- приостановление работ, временное прекращение эксплуатации хозяйственно-технических объектов и механизмов,

- перевод на особый режим пользования природным ресурсом, на особый режим контроля за его потреблением,

- прекращение права природопользования вообще либо изъятие конкретного природного объекта из пользования, отказ в предоставлении нового природного объекта в пользование.

### **3.10. Уголовная ответственность за экологические преступления**

В Уголовном кодексе РФ, введенном в действие с 1 января 1997 г., в Особенной части выделена отдельная глава 26 «Экологические преступления» (статьи 246 - 262). К экологической тематике

относятся и ряд статей из иных глав Уголовного Кодекса. Например, статья 237 «Соккрытие информации об обстоятельствах, создающих опасность для жизни или здоровья людей», статья 245 «Жестокое обращение с животными» или статья 358 «Экоцид», относящаяся к главе 34 «Преступления против мира и безопасности человечества» и предусматривающаяся наказание до 20 лет лишения свободы.

Уголовная ответственность применяется только судом при совершении преступления. Она назначается за совершение общественно опасных экологических деяний в случаях, когда другие, более мягкие меры наказания представляются недостаточными, безрезультатными, а исправление и перевоспитание нарушителей природоохранного законодательства требует применения более строгих, уголовных санкций.

Рассмотрим предусмотренные уголовным законодательством виды экологических преступлений. Среди них - умышленное уничтожение или существенное повреждение лесных массивов путем поджога либо в результате небрежного обращения с огнем или другими источниками повышенной опасности (статья 261 Уголовного кодекса РФ), а также незаконная порубка деревьев и кустарников (статья 260 Уголовного кодекса РФ).

Работники сельского хозяйства подлежат уголовной ответственности в случае нарушения ветеринарных правил, повлекшего распространение эпизоотии, т.е. эпидемии среди сельскохозяйственных животных (с массовым падежом скота) или иные тяжкие последствия (статья 249 Уголовного кодекса РФ). Аналогичным образом статья 249 Уголовного кодекса РФ карает за нарушение правил, установленных для борьбы с болезнями и вредителями растений, повлекшее тяжкие последствия.

Уголовно наказуемы незаконная охота (статья 258 Уголовного

кодекса РФ), незаконное занятие рыбными и другими водными добывающими промыслами (статья 256, ч.1 Уголовного кодекса РФ), а также незаконный промысел ценных морских животных - котиков и морских бобров (статья 256, ч.2 Уголовного кодекса РФ).

В соответствии с Уголовным кодексом РФ преследуются и такие правонарушения, как производство лесосплава или взрывных работ с нарушением правил охраны рыбных запасов (статья 257 Уголовного кодекса РФ), нарушение правил охраны и использования недр (статья 255 Уголовного кодекса РФ), нарушение законодательства о континентальном шельфе (статья 253 Уголовного кодекса РФ).

Признаются преступлениями выбросы и сбросы экологически вредных веществ, т.е. такие действия, как *загрязнение вод* (статья 250 Уголовного кодекса РФ), *атмосферы* (статья 251 Уголовного кодекса РФ) или *почвы* (статья 254 Уголовного кодекса РФ), а также загрязнение *морской среды* (статья 252 Уголовного кодекса РФ). Речь идет о загрязнении веществами, вредными для здоровья людей или для живых ресурсов моря, либо другими отходами и материалами. При различных обстоятельствах ущерб окружающей среде могут принести признаваемые преступлениями нарушения правил охраны окружающей среды при производстве различных работ (статья 246 Уголовного кодекса РФ), особенно правил безопасности горных работ, работ на взрывоопасных предприятиях или во взрывоопасных цехах, утвержденных законодательством правил при производстве строительных работ, если они повлекли тяжкие последствия.

К преступлениям могут приводить нарушения правил обращения (распределения, переработки, хранения, перевозки и др.) экологически опасных веществ и отходов, например, радиоактивных (статья 247 Уголовного кодекса РФ), а также нарушения правил

безопасности при обращении с микробиологическими либо другими биологическими агентами или токсинами (статья 248 Уголовного кодекса РФ).

Нарушение режима особо охраняемых природных территорий и природных объектов (заповедников, заказников, национальных парков, памятников природы и др.) - уголовное преступление (статья 262 Уголовного кодекса РФ). Таковым является также уничтожение критических местообитаний для организмов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, повлекшее гибель популяций этих организмов (статья 259 Уголовного кодекса РФ).

### **3.11. Как бороться с экологическими преступлениями и правонарушениями?**

Экологические правонарушители - это не только те, кто собирает букеты из редких растений или тащит из леса елку под Новый год. Ныне экологические преступники активно используют возможности современной техники, в том числе доступные им в силу служебного положения. Известно, например, что в ряде областей Центральной России с применением автотранспорта отстреливались вдоль дорог во время кормежки лоси, которые затем вывозились в другие области с целью скрытия следов преступления. В Краснодарском крае велась охота на зайцев с помощью мотоцикла. Зайцев ослепляли светом фар, а затем забивали. Зарегистрировано браконьерство с применением легких самолетов в Якутии, Тюменской и Читинской областях. К сожалению, подобные факты встречаются и в других регионах. В описанных случаях и вообще при использовании при незаконной охоте катеров, вертолетов и других транспортных средств ответственность предусмотрена согласно Уголовному кодексу

РФ в усиленном размере, а орудия преступления, в том числе автомашины, мотоциклы и иные наземные, водные и воздушные транспортные средства, с помощью которых совершаются или облегчаются преступные действия, согласно приговору суда должны подлежать конфискации, т. е. безвозмездному изъятию.

В судебной практике при определении крупного, существенного или значительного ущерба при нарушении законодательства об охране животного мира стали приниматься во внимание не только сумма этого ущерба, но и другие обстоятельства. А именно, экологическая ценность, количество незаконно добытого, поврежденного или уничтоженного, размер вреда, нанесенного животному миру. Например, крупный ущерб - это отстрел медведя, зубра, лося, оленя при незаконной охоте, уничтожение мест нереста, гибель большого количества мальков при незаконном занятии водным добывающим промыслом, отлов или уничтожение животных, занесенных в «Красную книгу».

*Особую экологическую опасность* представляют лица, виновные в незаконном занятии рыбным и другими водными добывающими промыслами, незаконной охоте, незаконной порубке леса, если они применяли при этом *государственный или общественный транспорт с использованием своего должностного положения и путем обмана или злоупотребления доверием*. Тогда их действия должны квалифицироваться по совокупности статей Уголовного кодекса РФ. А именно, предусматривающих ответственность за нарушение законодательства об охране природы, а также ответственность за причинение имущественного ущерба государству или общественной организации путем обмана или злоупотребления доверием.

Дела о причинении крупного ущерба, в том числе об истреблении большого числа ценных или редких животных, а также о

совершении преступления группой, с применением взрывчатых веществ, химикатов, токсичных и других ядовитых веществ заслуживают рассмотрения в открытых судебных заседаниях с участием представителей органов охраны природы и общественных экологических организаций.

Успех в наведении *экологического правопорядка* достигается постепенным наращиванием общественного и государственного воздействия на злостных правонарушителей, сочетанием воспитательных, экономических и правовых мер. Например, Воронежский завод синтетического каучука выбрасывал в атмосферу дурнопахнущие токсические химические вещества, отрицательно влияющие на здоровье людей. Сначала администрация завода доказывала безвредность выбрасываемых веществ. Созданная из специалистов и ученых комиссия *обосновала причинную связь между выбросами и повышенной заболеваемостью* проживающих вокруг людей: у них существенно чаще, чем в контрольной группе, наблюдались головная боль, утомляемость, бессонница. Отрицался заводом и ежедневный сброс в водохранилище до 40 тыс. м<sup>3</sup> неочищенных сточных вод. Экспертиза подтвердила дефектность очистных сооружений. В административном порядке многократно штрафовались должностные лица предприятия: дважды - директор, пять раз - главный инженер, по несколько раз - заместитель главного инженера, заместитель директора по строительству, начальники цехов. Девятнадцать руководящих работников завода лишались премий. К заводу был предъявлен иск за незаконный сброс сточных вод и загрязнение водоемов; ущерб с завода взыскали, а прокуратура обратилась в суд с регрессным иском к виновным лицам - руководителям предприятия и его служб. Наконец, были даны *предписания о немедленной приостановке работы одного из наиболее*

*экологически вредных цехов, а также предостережение о привлечении к уголовной ответственности руководителей предприятия.* И только эти меры подействовали - немедленно заводом были изысканы средства для строительства новых очистных сооружений, цеха производства катализаторов, а также срочной эвакуации из санитарно-защитной зоны жилья и детских учреждений (завод срочно приобрел квартиры для переселяемых жильцов и новые помещения для детских учреждений).

### **3.12. О развитии правового экологического обеспечения**

Руководством Российской Федерации *провозглашена правовая реформа* в России, призванная усилить правовое обеспечение в различных сферах жизни современного общества. Для ее разработки, конкретизации, планирования и поэтапного осуществления нужна активная работа практикующих юристов и научных работников в этой сфере, а также всех специалистов, использующих правовые знания в своей работе. Реформа касается и правового обеспечения охраны окружающей природной среды. Чрезвычайно важно уяснить проблемы правовой реформы в экологии, пути ее продвижения, цели, средства.

Основными целями этой реформы являются обеспечение оздоровления окружающей среды в интересах здоровья человека и экологической безопасности общества с помощью правовых средств. Действие права проходит несколько стадий. Это *правотворчество, затем организация применения права, контроль и, наконец, повседневная правоохранительная деятельность*, связанная, в частности, с профилактикой правонарушений. Можно условно классифицировать в соответствии с Конституцией деятельность

государственных органов по их видам: законодательная, исполнительная, судебная ветви власти. Необходимо подчеркнуть, что права и свободы гражданина представляют высшую ценность, как сказано в ст. 2 Конституции Российской Федерации. Рассмотрим продвижение правовой реформы в экологию с данных позиций.

*Развитие экологического законодательства.* Любая правовая реформа начинается с реформы законодательства (правда, важная проблема для России заключается еще и в том, чтобы реформа на этом не заканчивалась, чтобы принятые законы не «ставились на полку», а работали). Экологические нормы российского законодательства нуждаются в реформировании по следующим направлениям:

- собственно экологическое законодательство, посвященное общим вопросам охраны окружающей природной среды;

- законодательство о конкретных видах природных ресурсов (земельное, горное, водное, лесное, о животном мире, об атмосферном воздухе и др.);

- экологические вопросы в других отраслях законодательства - административном, уголовном, финансовом (в том числе налоговом) и др.

Остановимся лишь на общих принципах реформирования экологических норм российского законодательства. Среди них выделим признание приоритетности экологии перед экономикой (хотя это и трудно в период длительного экономического кризиса, и непривычно для большинства населения, которому средства массовой информации внушают ложную мысль о приоритетности экономики как всеми другими сторонами жизни).

Один из основополагающих принципов - реальное обеспечение полной открытости экологической информации, причем не только формальной: необходим юридически подкрепленный комплекс мер по

доведению такой информации до каждого гражданина, а также по обучению граждан методам обращения с экологической информацией (т.е. понимания ее значения для практической жизни гражданина и возможности использования этой информации в реальных делах, в том числе при обращении во властные структуры и судебные органы).

Необходимо дальнейшее адекватное развитие административно-экономического механизма охраны окружающей природной среды. Имеется в виду не только усиление чисто экономических мер, но и сохранение в то же время государственных мер воздействия на загрязнителей (как это практикуется и в других странах, например, в Германии и США).

Сказанное предполагает стабильное функционирование и развитие системы государственных органов, уполномоченных заниматься охраной и оздоровлением окружающей природной среды, во главе с единым координирующим органом, например, Министерством природных ресурсов РФ или Госкомэкологией, а также укомплектование этих органов компетентными специалистами (что предполагает развертывание системы подготовки специалистов с высшим образованием и системы повышения квалификации экологов различных специальностей).

Все звенья организации контроля и наложения взысканий за экологические правонарушения должны быть соединены без каких-либо пробелов в этом механизме охраны окружающей природной среды. Следует обеспечить публичность осуществления основных властных и контрольных полномочий в области экологии. При этом необходимо признание реалий, например, разных видов собственности на землю и другие природные ресурсы, что порождает соответствующие правовые последствия в осуществлении управления и контроля в области охраны окружающей природной среды.

Отметим также требование законодательного размежевания исполнительной и судебной власти, обеспечения их самостоятельности и независимости (например, при применении мер административной ответственности за экологические правонарушения).

Как видим, направления правовой реформы в экологии тесно переплетаются и сочетаются с более общими подходами к правовой реформе. Иное и трудно представить, так как экологические общественные отношения напрямую зависят от других сфер общественного бытия и сами на них влияют. Немаловажны и проблемы организации законодательного процесса, которые также имеют довольно общий (отнюдь не только экологический) характер. Отметим некоторые из них.

Законопроекты, выносимые для обсуждения в российском парламенте - Федеральном Собрании Российской Федерации - зачастую недостаточно предварительно проработаны. Заметны ведомственность и лоббирование законопроектов. Это является само по себе вполне естественным явлением, распространенным и в других странах. Однако ведомственность и лоббирование наносит особо заметный вред в нашей стране из-за отсутствия длительных парламентских традиций в России, устоявшихся обычаев и процедур.

Отметим также неизбежную, особенно на первых порах, множественность проектов и точек зрения по одному и тому же вопросу. С большим сожалением приходится констатировать, что эта неразбериха сочетается с отсутствием, как правило, квалифицированных правовых экспертиз законопроектов, равно как и иных способов получения компетентных заключений. Это связано как с общей слабостью юридической науки в России, так и с достойной удивления, сожаления и осуждения оторванностью этой науки от

практики законодательной деятельности.

Вредит делу и погоня законодателей за большим числом принятых законов в ущерб их качеству.

Сказанное объясняет появление большого числа противоречий, пробелов, нестыковок в законодательстве. Анализ этих и ряда других проблем позволяет наметить пути продвижения законодательного процесса в экологии как части правовой реформы в целом. Скорость продвижения зависит не только от экологического законодательства. Большое значение имеет общая ситуация в стране и вызванная ею загрузка законодателей текущими проблемами.

Проведение правовой реформы *в организации реального применения экологического законодательства*, в частности, в деятельности исполнительных органов разного уровня представляет собой еще более актуальную проблему. Для иностранных наблюдателей и для большинства наших граждан дело зачастую сводится лишь к принятию нового законодательства. В странах с многовековыми правовыми традициями, парламентским режимом и контролем, свободой информации главное в осуществлении реформы, действительно, заключается лишь в установлении новой нормы, нового требования государства к своим гражданам-налогоплательщикам. Когда же уважение к закону, к праву не стало и не может стать повседневной нормой поведения в силу исторически сложившейся общественной психологии, когда граждане систематически встречались и продолжают встречаться с безнаказанными грубыми нарушениями правовых требований, в том числе со стороны должностных лиц, призванных стоять на страже закона, а то и принимающих обязательные к исполнению правовые акты, в этих обстоятельствах *принятие закона становится необходимой, но вовсе не главной стадией функционирования*

*правового механизма.* Отношение русского народа к закону выражено пословицей: «Закон, что дышло, куда повернул, туда и вышло». Для России не может быть ориентиром и засилье адвокатского крючкотворства, как в США. У нас важно не столько приказать, сколько убедить.

Можно сказать и по-другому: традиционное право с его неписанными нормами гораздо важнее для нас, чем официально принятые верховной властью законы и другие правовые акты. Тем более, что легитимность этой верховной власти в глазах большинства народа весьма мала. Средства массовой информации за последние десять лет сделали деятельность высшего законодательного органа страны - Государственной Думы - посмешищем в глазах среднего гражданина.

Правовая реформа деятельности исполнительной власти в области экологии может означать, прежде всего, соблюдение исполнительными органами экологических требований законов, постановлений самой исполнительной власти. Например, обязательности проведения государственной экологической экспертизы всех предпроектных и проектных материалов, относящихся к хозяйственной или иной деятельности, которая может отрицательно повлиять на окружающую природную среду. Естественно, необходимыми условиями являются обеспечение всех заинтересованных должностных лиц *текстами нормативных актов* и систематический спрос с чиновников за соблюдение требований экологического законодательства. Весьма важно *регулярное обучение* должностных лиц и граждан за счет государства применению и соблюдению правовых актов в области экологии.

Регулярное (а не от случая к случаю) стимулирование, материальное и моральное награждение добросовестных

природопользователей, равно как и соответствующее вине и нанесенному ущербу наказание загрязнителей должно сочетаться с повседневным и непрерывным государственным и общественным контролем за применением экологического законодательства.

Должна проводиться государственная поддержка природоохранных организаций (объединений) граждан, в том числе финансовая. За счет государства должны субсидироваться средства массовой информации, содействующих продвижению правовой реформы в экологии, быть налажен массовый выпуск и распространение соответствующей литературы для широкого читателя.

Природоохранные органы должны быть реформированы. Их внимание следует сосредоточить на узловых вопросах *повышения компетентности и профессионализма аппарата*, его правового воспитания (находящегося в настоящее время на уровне, близком к нулевому).

Необходимо расширение преподавания экологии в средней школе, дальнейшее развертывание подготовки в вузах специалистов по различным направлениям экологии, организация и финансирование в достаточном объеме научных исследований в области экологии, введение соответствующих специальностей научных работников и создание сети экологических специализированных советов по защите диссертаций, налажен выпуск учебной и научной литературы, и т.д.

Разумеется, этот перечень может быть расширен, дополнен, конкретизирован.

**Судебная власть и экология.** Больше всего за последние годы в России в правовой сфере, вероятно, сделано в области *судебной реформы*. Но именно в области экологии она оказалась наименее эффективной. *Суды и арбитражные суды не «повернулись лицом» к*

*экологическим делам.* Мало проводится обобщений судебной практики, не осуществляется должная *экологическая специализация* судей, экологические дела весьма неохотно принимаются к производству, редко рассматриваются по существу. Приходится признать, что экологические иски граждан часто «притормаживаются» в судебных инстанциях.

Здесь немало объективных причин: загруженность судей, *отсутствие квалификации в области экологии*, сложность экологических дел по существу (необходимость привлечения экспертов), большая актуальность для общества многих других неэкологических дел (о коррупции, об организованной преступности, о выборах, о чести и достоинстве граждан и др.), недостаточное общественное внимание к вопросам экологии, наконец, всеобщий социально-экономический кризис в стране. Ликвидация этих недостатков будет способствовать продвижению правовой реформы в экологии.

Что же можно сделать? Суды различных уровней могут получить со стороны вышестоящих судебных органов новые руководящие разъяснения по вопросам экологии. Целесообразно организовать обучение судей экологическим вопросам, специализацию судей. Необходимо постоянно заниматься привлечением общественного внимания к судебной практике, формированием общественного мнения вокруг экологической категории дел вообще и вокруг каждого конкретного экологического дела в частности. В частности, следует организовывать показательные выездные судебные процессы по экологическим делам.

Весьма важно усиление контактов и организация постоянного взаимодействия судебных и природоохранных органов (в частности, организация регулярного обмена информацией,

нормативными актами при сохранении независимости и самостоятельности судебной и исполнительной властей).

Необходимо отметить, что большая часть судебно-правовой реформы лежит вне экологии, в частности, вопросы обеспечения судей необходимыми условиями для работы, материальной базой, современной компьютерной техникой, организации быстрого и без исключений исполнения решений, принятых судом.

Как бы ни совершенствовались ветви и органы власти, правовая реформа может иметь успех только тогда, когда она поддерживается народом. Образно говоря, *ключ правовой реформы находится у граждан*, у населения. Особенно это касается правовой реформы в области экологии. Законодательство предоставило гражданам обширные права в области защиты окружающей среды, о чем говорилось выше. Они могут требовать назначения экологической экспертизы, предоставления экологической информации, добиваться в судебном или административном порядке отмены решений о размещении, строительстве, эксплуатации экологически вредных объектов, возмещения причиненного здоровью и имуществу вреда, закрытия или приостановления экологически вредных производств. Таким образом, российское законодательство дало гражданам права требовать... Однако требований экологического характера предъявляется немного, несмотря на ухудшающуюся окружающую среду, очевидное всем понижение ее качества.

Основные причины этого видятся в следующем. Граждане отчетливо понимают многолетние перспективы развертывания судебных процедур, необходимость существенных затрат времени и финансов (в том числе в виде *упущенной выгоды*) со слабой надеждой на адекватное возмещение потерь. На это накладывается недостаточное понимание гражданами того, что их экологические

права не дарованы им кем-то свыше, а принадлежат им от рождения, а также боязнь вступить в конфликт с государством, отчужденным от граждан, слабость общественных организаций (объединений) и структур сообщества граждан, подавляемых в течение ряда веков Российским государством, практическое отсутствие достаточно профессиональных и достаточно массовых общественных образований (организаций, объединений), действующих в поддержку экологических прав граждан. И, возможно, самое главное - *неверие в силу закона*, пренебрежение к закону; *привычка подчинения традиции или начальнику, а не праву*, вполне оправданная российской общественной психологией и российской историей.

Частично повторяясь, можно сформулировать еще целый ряд причин. Нежелание тратить время, нервы, средства на судебные и административные тяжбы; нежелание прослыть *сутягой* в глазах друзей, сослуживцев, знакомых, соседей. Отсутствие у подавляющего большинства граждан собственности, страдающей от загрязнения окружающей среды. Наличие более актуальных, на взгляд граждан, экономических и житейских проблем, что вполне естественно в условиях современного многолетнего экономического кризиса. Недостаток экологического образования и воспитания, в частности, неразвитость глобального, т.е. планетарного мышления. Неадекватное состояние *правового сознания*, соответствующее неадекватному положению правовых органов в России.

Если удастся устранить перечисленные причины или ослабить их действие, то это будет означать продвижение правовой реформы, в том числе в экологии. Невозможно оценить необходимое время, но цель должна быть намечена, и к ней надо начать двигаться. *Правовая реформа в экологии необходима, поэтому она должна быть осуществлена.*

Гармонизация российского экологического законодательства с законодательствами зарубежных стран становится все более актуальной по мере интеграции народного хозяйства России в мировое хозяйство, в частности, в связи со вступлением России во Всемирную торговую организацию, с развитием региональных международных объединений с участием России.

## **Литература**

1. Боголюбов С.А. Защита экологических прав. Пособие для граждан и общественных объединений. - М., 1996.
2. Боголюбов С.А. Экологическое право. Учебник для вузов. — М.: Издательство НОРМА, 2001. - 448 с.
3. Боголюбов С.А. Референдумы по экологически значимым проектам. - М.: Центр экологической политики России, 1998. - 47 с.
4. Боголюбов С.А., Колбасов О.С. Закон об охране природы. Каким ему быть. Мнения и предположения ученых. - М.: Юрид. лит., 1991. - 64 с.
5. Закон РСФСР «Об охране окружающей природной среды» от 19 декабря 1991 т. // Ведомости Съезда народных депутатов РФ и Верховного Совета РФ. - 1992. - № 10. - С. 457.
6. Конституция Российской Федерации. - М.: Издательская группа ИНФРА.М - НОРМА, 1997. - 80 с.
7. Экология. Учебное пособие / Под ред. С.А. Боголюбова. - М.: Знание, 1999. - 288 с.
8. Менеджмент. Учебное пособие / Под ред. Ж.В. Прокофьевой. – М.: Знание, 2000. - 288 с.

## **Контрольные вопросы**

1. Каковы полномочия России и ее субъектов в области экологии?
2. Какие природные объекты подлежат правовой охране?
3. Какие виды экологического законодательства функционируют?
4. Как обеспечиваются экологические права граждан?
5. Что такое экологический ущерб и как он взыскивается?
6. С чего начинается правовая реформа?
7. Каковы направления правовой реформы в экологии?
8. В чем причины медленного темпа осуществления правовой реформы в экологии?
9. Что понимают под дисциплинарной ответственностью в области экологии?
10. Что понимают под гражданско-правовой ответственностью в области экологии?
11. Что понимают под административная ответственностью в области экологии?
12. Когда наступает уголовная ответственность в области экологии?
13. Почему необходимо развивать правовое экологическое обеспечение в России?

## **Темы докладов и рефератов**

1. Конституционные основы экологии.
2. Структура экологического законодательства в России.
3. Экологические права граждан.
4. Принципы охраны окружающей среды и их реализация.
5. Виды и содержание ответственности за экологические правонарушения.

6. Примеры экологических правонарушений и наказаний за них.
7. Российская общественная психология и концепция правового государства.
8. Основные направления борьбы с экологическими преступлениями и правонарушениями.
9. Особенности применения экологического права при международном сотрудничестве.

## Глава 4. Установление и контроль экологических требований

Чтобы контролировать экологические требования, надо сначала их сформулировать, задать, описать. Надо сначала решить, выражаясь словами поэта, «что такое хорошо и что такое плохо» с точки зрения экологии. Это не всегда просто. Начнем с обсуждения процедур установления экологических требований.

### 4.1. Установление экологических требований

Все нормативы качества окружающей природной среды принято подразделять на три группы.

**Первая группа нормативов.** Ее составляют санитарно-гигиенические нормативы, касающиеся вредных воздействий на организм человека. К ним относятся нормативы *предельно-допустимых концентраций (ПДК)* вредных химических веществ, биологических, физических и иных воздействий. Здесь же - нормативы санитарных зон, защитных зон, предельно допустимых уровней волнового или радиационного воздействия и т.п. Цель всех этих нормативов - задать показатели качества окружающей среды применительно к здоровью человека. Естественно, что главную роль в установлении ПДК играют врачи соответствующих специальностей. Каждый конкретный норматив ПДК - а их несколько тысяч - обосновывает соответствующий медицинский коллектив.

Основная идея в установлении ПДК состоит в том, что любой вид воздействия начинает отражаться на здоровье человека не сразу, а лишь достигнув некоторой границы. Более того, некоторые воздействия, например, радиационное или шумовое, имеются в виде фона (т.е. слабого воздействия) всегда. Если человека поместить в

камеру, полностью поглощающую звуки, то в абсолютном безмолвии он будет чувствовать себя плохо. Некоторый уровень шума в окружающей среде необходим для нормальной жизнедеятельности человека. Но он не должен превышать ПДК.

*Отметим, что ПДК фиксируется для определенных условий. Одно дело - единичное радиационное воздействие, в течение нескольких секунд (например, рентгеновское обследование), и совсем другое - постоянное радиационное воздействие. В этих двух случаях ПДК различаются во много раз.*

**Вторая группа нормативов.** Вторую группу нормативов качества окружающей природной среды образуют экологические нормативы, касающиеся деятельности источников загрязнения, т.е. прежде всего промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Это *нормативы на предельно допустимые выбросы и сбросы вредных веществ (ПДВ)*, предельно допустимые величины иных вредных воздействий (шумовых, вибрационных, волновых, радиационных и др.). Они устанавливают требования к источникам вредного воздействия, ограничивая его деятельность определенной предельной величиной (по каждому виду загрязнения). Нормативы ПДВ устанавливаются не по предприятиям и организациям, а по источникам выбросов и сбросов, поскольку на рассматриваемом объекте может быть несколько источников загрязнений. Нормативы второй группы проверяются при экологическом контроле и аудите, включаются в экологические паспорта предприятий, т.е. активно используются при конкретной работе государственных и общественных экологических организаций с источниками загрязнения окружающей природной среды.

**Третья группа нормативов.** В третью группу нормативов качества окружающей природной среды входят *вспомогательные* (по

отношению к первым двум) нормы и правила, цель которых - обеспечить единство в употребляемой терминологии, в проведении измерений, в деятельности организационных структур и в правовом регулировании экологических отношений. Можно сказать, что нормативы третьей группы дают организационно-правовое обеспечение нормативам первых двух групп. В то же время само по себе экологическое право - большая самостоятельная часть правовой науки и практики. К вспомогательным нормативам третьей группы можно отнести и те, что относятся к вредному воздействию не на здоровье человека, а на жизнедеятельность различных представителей животного и растительного мира, в том числе на сельскохозяйственные животные и растения, леса, промысловых животных и водных обитателей.

В настоящее время система ПДК - наиболее разработанная часть системы нормативов качества окружающей природной среды. Это связано с тем, что все человеческие организмы имеют много общего между собой, в то время как предприятия и организации сильно отличаются друг от друга. Не всегда легко установить степень вредного воздействия того или иного технологического процесса, той или иной аварии.

#### **4.2. Легко ли установить степень вредного воздействия?**

Например, в результате аварии произошла *протечка* вредного вещества на открытую площадку. Как будет распространяться вредное вещество? Часть его будет испаряться и разноситься ветром. Часть будет просачиваться через почву и распространяться в ней вплоть до водоносных слоев, а потом передвигаться вместе с подземными водами. Часть останется на месте пролива и может быть легко удалена

при ликвидации протечки. Для оценки вредного воздействия нужно от качественных соображений переходить к численным результатам. Несколько лет назад наш научный коллектив занялся этой задачей. И тут выяснилось, что существует много математических моделей испарения жидкостей (не менее восьми), но все они дают различные результаты (иногда различающиеся на два порядка). Таким образом, необходимы дальнейшие исследования даже для только что рассмотренной ситуации, казалось бы простой.

Второй пример - *выбросы* из трубы заданной высоты при заданной скорости ветра. Оказывается, что для описания распространения выбросов существует целый ряд моделей, не согласующихся между собой, т.е. дающих разные численные значения.

Третий пример - оценка вредного воздействия в результате *аварии*, приведшей к выбросу в атмосферу *опасных загрязнителей*. Надо оценивать воздействие. Но на кого? На человека в доме с закрытыми окнами и форточками? На человека в защитной одежде (или в обычной одежде, которая во многие сезоны года защищает почти все его тело)? Или на человека, купающегося в реке рядом с предприятием? Ясно, что результаты будут совсем разными.

Понятно поэтому, что в настоящее время для установления ПДВ приходится прибегать к использованию различных методов экспертных оценок. Постепенно, с развитием математического и компьютерного моделирования распространения вредных веществ и воздействия иных загрязнителей, с разработкой моделей возникновения и развития производственных аварий и анализа их последствий, установление ПДВ будет в большей степени опираться на расчетные методы.

Однако нельзя не отметить, что научное изучение экологически

опасных ситуаций зачастую приводит к возможности избежать таких ситуаций. Например, *анализ причин аварий, очевидно, позволит сократить число аварий в будущем.*

Создание системы оперативного оповещения о возможности аварий позволит в ситуации, описанной выше в третьем примере, существенно сократить потери. Люди зайдут в дома и закроют окна, чем во много раз сократят вредное воздействие. Те, кто по каким-то причинам не смогут это сделать, например, работники завода, находящиеся на рабочих местах, наденут защитные плащи и противогазы (которые, конечно, необходимо предварительно разместить в должном количестве там, где это необходимо). А вот от купаний в потенциально опасном районе придется отказаться надолго.

Итак, нормативы качества окружающей природной среды (ПДК, ПДВ и др.) установлены. Как проверять их соблюдение, как осуществлять контроль экологических требований?

#### **4.3. Проблемы организации экологического контроля на предприятии**

Установить экологические требования, т.е. нормировать экологическое поведение промышленных предприятий, других организаций и отдельных граждан – это еще не все. Необходимо добиться, чтобы эти требования соблюдались. А для этого надо знать, выполняются нормы или нет, т.е. необходим *контроль экологических требований.*

Как проводить контроль? Обсудим сначала простейший случай. Предположим, контролю подлежит ровно одна сточная труба одной организации. По каким правилам контролировать эту трубу? Методика определения содержания экологически вредных веществ –

это дело специалистов. Пусть такая методика заранее разработана, создана или закуплена необходимая аппаратура. Для принятия оперативных решений необходимо, чтобы результат анализа распечатывался в течение нескольких минут.

А вот когда контролировать? Если каждый день забирать пробу в 12 часов 45 минут, то результат можно предсказать заранее – все показатели будут в норме. Зато по ночам через трубу будут сливать все накопившиеся за сутки сточные воды, даже не пытаясь их очистить, и окружающей природной среде не поздоровится.

В реальной жизни довольно часто так и происходит – днем предприятия стараются придерживаться принятых норм, зато по ночам... Без всякого контроля экологических служб сбрасывают в гидросферу и выбрасывают в атмосферу самые разные отходы, сколь бы опасны они ни были. Иногда эти экологические преступления могут быть обнаружены по оставленным следам, виновники найдены и наказаны, но в подавляющем большинстве случаев это не удается сделать. Почему? Ответ прост – единичный сброс или выброс экологически вредных веществ не меняет кардинально экологическую обстановку вокруг предприятия. Эффект проявляется лишь за месяцы и годы, после многократных нарушений установленных экологами норм. И мы чувствуем этот эффект на себе: во многих промышленных городах уже трудно дышать, в реках нельзя купаться и тем более брать их воду для питья, рыбы в них не осталось, и т.д.

Как же быть? Очевидно, момент контроля не должен быть известен работникам предприятия. Им следует знать, что в любой момент времени могут войти экологи и взять пробу для анализа. И тогда им придется все время стремиться соблюдать нормы.

Итак, *моменты контроля должны быть непредсказуемыми, случайными.* Они могут определяться экологами на основе таблиц или

датчиков (компьютерных программ) случайных чисел. Если контролируемых предприятий много, то математиками может быть составлена программа для компьютера, каждый день дающая экологам план взятия проб с тех или иных предприятий, причем не только работники этих предприятий, но и сами экологи не будут знать, кого им предстоит сегодня контролировать. Непредсказуемость моментов контроля обеспечит его объективность, и экологи будут знать реальное содержание экологически вредных веществ в сточных водах предприятия.

Исходя из общего принципа «Загрязнитель – платит» в случае постоянного экологического риска, когда используемая на предприятии технология с неизбежностью приводит к загрязнению окружающей природной среды, это *предприятие должно возместить наносимый природе ущерб*. Сколько оно должно заплатить? Проблема обоснования величины сборов и штрафов ярко проявляется в тех нередких случаях, когда расчеты показывают, что экономически выгоднее не заниматься природоохранной деятельностью, а исправно платить сборы и штрафы. Бесспорно совершенно, что подобная парадоксальная ситуация возможна лишь из-за явной заниженности экологических платежей. Ясно, что в перспективе такие платежи должны быть значительно повышены.

Как считают многие специалисты, должны быть существенно повышены платежи за использование природных ресурсов, особенно при добыче полезных ископаемых. Отметим, такие платежи направлены не только на охрану природы. Они также играют роль *ренды* – важного инструмента перераспределения доходов хозяйствующих субъектов. Очевидно, что сверхприбыли нефтяных и газовых компаний должны в значительной своей части изыматься государством и направляться не только на восстановление тундры и

воспроизводство стад оленей, но и использоваться на различные нужды, предусмотренные бюджетом страны.

#### 4.4. Интегральные оценки экологической обстановки

Контроль за содержанием одного экологически вредного вещества состоит в сравнении измеренного значения с предельно допустимой концентрацией (ПДК). Плохо, когда содержание вещества в пробе выше ПДК. Недопустимо, если ПДК превышено в десятки или сотни раз.

А всегда ли можно быть спокойным, если измеренные значения меньше соответствующих ПДК? Если предприятие «радует» нас сточными водами с огромным набором разных сортов вредных веществ, но каждое из которых, так сказать, в «микродозах»? Ясно, что необходимо оценивать суммарный эффект большого числа вредных веществ.

Пусть  $X_j$  – полученное в результате измерения значение содержания некоторого вредного вещества в пробе,  $ПДК_j$  – соответствующая предельно допустимая концентрация,  $Y_j = X_j / ПДК_j$  – относительное содержание этого вещества (т.е. выраженное в «единицах ПДК»). Если в пробе обнаружены  $N$  вредных веществ с относительным содержанием  $Y_1, Y_2, \dots, Y_N$ , то интегральная оценка  $GE$  (от general estimation – англ.) экологической обстановки может даваться формулой

$$GE = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_N. \quad (4.1)$$

Для вредных веществ со сходным действием на организм человека формула (4.1) используется постоянно, поскольку результаты воздействий таких веществ, можно сказать, складываются. В общем случае формула (4.1) несколько завышает суммарный ущерб,

поскольку воздействия различных веществ могут в какой-то мере компенсировать вред друг друга.

Ситуация усложняется, когда от контроля экологической обстановки на одном предприятии (и даже на одной сточной трубе) переходим к ее контролю на определенной территории. Сразу очевидна неоднородность территории с экологической точки зрения. Например, рядом могут располагаться:

- транспортная магистраль с недопустимо высокими уровнями шума и загазованности выхлопными газами автомобилей;
- промышленное предприятие со сточными водами – отходами гальванического производства, выбросами в атмосферу – от сталеплавильных печей;
- жилые дома, в целом экологически благополучные, но с отдельными экологически опасными точками и элементами (мусорными площадками, стаями одичавших собак, крысами и др.);
- речка, служащая сточной канавой для десятков предприятий, расположенных выше по течению;
- лесопарковый массив, теоретически идеальный с экологической точки зрения, но уже загрязненный отдельными несанкционированными («дикими») свалками.

Дать обоснованную интегральную оценку качества экологической обстановки подобному району как целому нелегко. Однако такая оценка влияет, в частности, на стоимость жилья в тех или иных районах.

Проблема построения интегрального показателя качества экологической обстановки в настоящее время еще не решена окончательно. Напрашивается такой показатель, как средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни (СОПЖ) человека в тех или иных экологических условиях. Ее можно

рассчитать, исходя из годовых коэффициентов смертности, т.е. на основе информации о возрасте умерших в конкретном регионе. Однако в настоящее время на смертность населения гораздо большее влияние оказывают социально-экономические факторы, а не экологические, поэтому СОПЖ нельзя использовать как интегральный показатель экологической обстановки. Остается строить такой показатель с помощью методов экспертных оценок (см. следующую главу).

#### **4.5. Выборочный экологический контроль**

Число возможных точек контроля всегда превышает средства экологов. В качестве примера рассмотрим контроль состояния воздуха на улицах города. Теоретически было бы полезно знать ситуацию в целом, т.е. иметь информацию о содержании экологически вредных веществ (т.е. о степени загазованности) во всех точках цилиндра, основание которого – территория города, а высота определяется возможностью распространения выхлопных газов вверх (например, 1 км). Практически же у экологов имеется возможность взять пробы воздуха в нескольких десятках или сотнях точек города (например, Москвы). Поэтому экологический контроль, очевидно, является выборочным, а не сплошным.

Выборочный контроль часто используется при контроле качества продукции и услуг. Основные идеи контроля на производстве и в экологии совпадают. Выборочный контроль, построенный на научной основе, т.е. исходящий из теории вероятностей и математической статистики, называют статистическим контролем. Обсудим основные подходы статистического контроля.

При статистическом контроле решение о генеральной

совокупности – т.е. об экологической обстановке в данном регионе или о партии продукции - принимается по выборке, состоящей из некоторого количества единиц (единиц экологического контроля или единиц продукции), каждая из которых контролируется отдельно. Следовательно, выборка должна представлять партию, т.е. быть репрезентативной (представительной). Как эти слова понимать, как проверить репрезентативность? Ответ может быть дан лишь в терминах вероятностных моделей выборки.

Наиболее распространенными являются две модели - биномиальная и гипергеометрическая. В биномиальной модели предполагается, что результаты контроля  $n$  единиц можно рассматривать как совокупность  $n$  независимых одинаково распределенных случайных величин  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , где  $X_i = 1$ , если  $i$ -ое измерение показывает превышение ПДК или  $i$ -ое изделие дефектно, и  $X_i = 0$ , если это не так. Тогда число  $X$  превышений ПДК или число дефектных единиц продукции в выборке равно

$$X = X_1 + X_2 + \dots + X_n. \quad (4.2)$$

Из формулы (4.2) и теоремы Муавра-Лапласа из теории вероятностей вытекает, что при увеличении объема выборки  $n$  распределение  $X$  сближается с нормальным распределением с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией. Известно, что вероятность  $P(X = k)$  того, что число  $X$  превышений ПДК примет определенное значение  $k$ , равна

$$P(X = k) = C_n^k p^k (1 - p)^{n - k}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (4.3)$$

где  $C_n^k$  - число сочетаний из  $n$  элементов по  $k$ , а  $p$  —доля превышений ПДК или доля дефектных единиц продукции в генеральной совокупности, т.е.  $p = P(X_i = 1)$ . Формула (4.3) задает так называемое биномиальное распределение.

Гипергеометрическое распределение соответствует случайному отбору единиц в выборку. Пусть среди  $N$  единиц, составляющих генеральную совокупность, имеется  $D$  дефектных (в экологии  $D$  - число превышений ПДК в генеральной совокупности). Случайность отбора означает, что каждая единица имеет одинаковые шансы попасть в выборку. Мало того, ни одна пара единиц не должна иметь при отборе в выборку преимущества перед любой другой парой. То же самое — для троек, четверок и т.д. Это условие выполнено тогда и только тогда, когда каждое из  $C_N^n$  сочетаний по  $n$  единиц из  $N$  имеет одинаковые шансы быть отобранным в качестве выборки. Вероятность того, что будет отобрано заранее заданное сочетание, равна, очевидно,  $1/C_N^n$ .

Отбор случайной выборки согласно описанным правилам организуют при проведении различных лотерей. Пусть  $Y$  — число дефектных единиц в такой случайной выборке. Известно, что  $P(Y = k)$  – гипергеометрическое распределение, т.е.

$$P(Y = k) = \frac{C_D^k C_{N-D}^{n-k}}{C_N^n}. \quad (4.4)$$

Замечательный математический результат состоит в том, что биномиальная и гипергеометрическая модели *весьма близки*, когда объем генеральной совокупности (партии) по крайней мере в 10 раз превышает объем выборки. Другими словами, можно принять, что

$$P(X = k) = P(Y = k), \quad (4.5)$$

если объем выборки мал по сравнению с объемом партии. При этом в качестве  $p$  в формуле (4.3) берут  $D/N$ .

Близость результатов, получаемых с помощью биномиальной и гипергеометрической моделей, весьма важна с методологической точки зрения. Дело в том, что эти модели исходят из принципиально различных предпосылок. В биномиальной модели случайность

*присуща каждой единице* — она с какой-то вероятностью дефектна (соответствует превышению ПДК), а с какой-то — годна. В то же время в гипергеометрической модели качество определенной единицы детерминировано, задано, фиксировано, а случайность проявляется лишь *в отборе*, вносится экологом, инженером или экономистом при составлении выборки.

В науках о человеке противоречие между аналогичными моделями выборки более выражено. Биномиальная модель предполагает, что поведение человека, в частности, выбор определенного варианта при ответе на вопрос, определяется с участием случайных причин. Например, человек может случайно сказать «да», случайно — «нет». Некоторые философы и обществоведы, маркетологи и социологи отрицают присущую человеку случайность, а потому отвергают биномиальную модель. Они верят в причинность и считают поведение конкретного человека детерминированным, определенным теми или иными причинами. Поэтому они принимают гипергеометрическую модель и считают, что случайность отличия ответов в выборке от ответов во всей генеральной совокупности определяется всецело случайностью, вносимой при отборе единиц наблюдения в выборку.

Соотношение (4.5) показывают, что во многих случаях при анализе данных нет необходимости принимать чью-либо сторону в этом споре, поскольку обе модели дают близкие численные результаты. Отличия проявляются при обсуждении вопроса о том, какую выборку считать *представительной*. Является ли таковой выборка, составленная из 20 изделий, лежащих сверху в первом вскрытом ящике? В биномиальной модели — возможно, да, в гипергеометрической — однозначно нет.

Биномиальная модель легче для теоретического изучения,

поэтому мы и будем её рассматривать. При реальном контроле лучше (надежнее, обоснованнее) формировать выборку, исходя из гипергеометрической модели. Это делают, выбирая номера изделий (для включения в выборку) с помощью датчиков псевдослучайных чисел на ЭВМ или с помощью таблиц псевдослучайных чисел. Алгоритмы формирования выборки встраивают в современные программные продукты по статистическому контролю.

#### **4.6. Планы статистического контроля и правила принятия решений**

Под *планом статистического контроля* понимают алгоритм, т.е. правила действий, при этом на входе - генеральная совокупность (партия продукции), а на выходе —одно из двух решений: «принять партию» либо «забраковать партию». Рассмотрим несколько примеров. При экологическом контроле или мониторинге «принять партию» означает, что экологическая обстановка признается приемлемой, «забраковать партию» означает, что выявлено недопустимо большое число превышений ПДК, т.е. имеет место превышение соответствующих экологических нормативов.

В дальнейшем изложение проще вести, обсуждая контроль качества продукции.

*Одноступенчатые* планы контроля  $(n, c)$  описываются так: отобрать выборку объема  $n$ ; если число дефектных единиц в выборке  $X$  не превосходит  $c$ , то партию принять, в противном случае забраковать. Число  $c$  называется *приемочным*.

*Частные случаи*: план  $(n, 0)$  —партию принять тогда и только тогда, когда все единицы в выборке являются годными; план  $(n, 1)$  — партия принимается, если в выборке все единицы являются годными

или ровно одно — дефектное, во всех остальных случаях партия бракуется.

*Двухступенчатый план* контроля  $(n, a, b) + (m, c)$ : отобрать первую выборку объема  $n$ ; если число дефектных единиц в первой выборке  $X$  не превосходит  $a$ , то партию принять; если число дефектных единиц в первой выборке  $X$  больше или равно  $b$ , то партию забраковать; во всех остальных случаях, т.е. когда  $X$  больше  $a$ , но меньше  $b$ , следует взять вторую выборку объема  $m$ ; если число дефектных единиц  $Y$  во второй выборке не превосходит  $c$ , то партию принять, в противном случае забраковать.

Рассмотрим в качестве примера план  $(20, 0, 2) + (40, 0)$ . Сначала берется первая выборка объема 20. Если все единицы в ней — годные, то партия принимается. Если две или больше —дефектные, партия бракуется. А если только одно —дефектное? В реальной ситуации в таких случаях начинаются споры между представителями предприятия и экологического контроля, или соответственно поставщика и потребителя. Говорят, например, что дефектная единица случайно попала в партию, что её подсунули конкуренты, или что при контроле случайно сделан неправильный вывод. Поэтому берут вторую выборку объема 40 (вдвое большего, чем объем первой выборки). Если все единицы во второй выборке —годные, то партию принимают, в противном случае —бракуют.

В реальных условиях в используемой нормативно-технической документации — инструкциях по экологическому контролю, договорах на поставку, стандартах, технических условиях и т.д. — не всегда четко сформулированы планы статистического контроля и правила принятия решений. Например, при описании двухступенчатого плана контроля вместо задания приемочного числа  $c$  может стоять загадочная фраза «результат контроля второй выборки

считается окончательным». Остается гадать, как принимать решение по второй выборке. Эколог или экономист, занимающийся вопросами экологического контроля или контроля качества, должен первым делом добиваться полной ясности в формулировках правил принятия решений, иначе неизбежны споры, судебные разбирательства, в итоге - убытки.

#### **4.7. Оперативная характеристика плана статистического контроля**

Каковы свойства плана статистического контроля? Они, как правило, определяются с помощью функции  $f(p)$ , связывающей вероятность  $p$  дефектности единицы контроля с вероятностью  $f(p)$  положительной оценки экологической обстановки (приемки партии) по результатам контроля. При этом вероятность  $p$  того, что конкретная единица дефектна, называется *входным уровнем дефектности*, а указанная функция называется *оперативной характеристикой* плана контроля. Если дефектные единицы отсутствуют,  $p = 0$ , то партия всегда принимается, т.е.  $f(0) = 1$ . Если все единицы дефектны,  $p = 1$ , то партия наверняка бракуется,  $f(1) = 0$ . Между этими крайними значениями  $p$  функция  $f(p)$  монотонно убывает.

Вычислим оперативную характеристику плана  $(n,0)$ . Поскольку партия принимается тогда и только тогда, когда все единицы являются годными, а вероятность того, что конкретная единица — годная, равна  $(1 - p)$ , то оперативная характеристика имеет вид

$$f(p) = P(X = 0) = (1 - p)^n. \quad (4.6)$$

Для плана  $(n,1)$  оперативная характеристика, как легко видеть, такова:

$$f(p) = P(X = 0) + P(X = 1) = (1 - p)^n + n(1 - p)^{n-1}. \quad (4.7)$$

Оперативные характеристики для конкретных планов статистического контроля не всегда имеют такой простой вид, как в случае формул (4.6) и (4.7). Рассмотрим в качестве примера план (20, 0, 2) + (40, 0). Сначала найдем вероятность того, что партия будет принята по результатам контроля первой партии. Согласно формуле (4.6),

$$f_1(p) = P(X = 0) = (1 - p)^{20}.$$

Вероятность того, что понадобится контроль второй выборки, равна

$$P(X = 1) = 20 (1 - p)^{19}.$$

При этом вероятность того, что по результатам её контроля партия будет принята, равна

$$f_2(p) = P(Y = 0) = (1 - p)^{40}.$$

Следовательно, вероятность того, что партия будет принята со второй попытки, т.е. что при контроле первой выборки обнаружится ровно одна дефектная единица, а затем при контроле второй — ни одной, равна

$$f_3(p) = P(X = 1) f_2(p) = 20 (1 - p)^{19} (1 - p)^{40} = 20 (1 - p)^{59}.$$

Следовательно, вероятность принятия партии с первой или со второй попытки равна

$$f(p) = f_1(p) + f_3(p) = (1 - p)^{20} + 20 (1 - p)^{59}.$$

При практическом применении методов статистического приемочного контроля для нахождения оперативных характеристик планов контроля вместо формул, имеющих обобщимый вид лишь для отдельных видов планов, применяют численные компьютерные алгоритмы или заранее составленные таблицы.

С оперативной характеристикой связаны важные понятия *приемочного и браковочного уровней дефектности*, а также понятия «*риск поставщика*» и «*риск потребителя*». Чтобы ввести эти понятия, на оперативной характеристике выделяют две характерные точки, делящие входные уровни дефектности на три зоны — А, Б и В. В зоне

А почти всегда экологическая обстановка признается благополучной, почти все партии принимаются. В зоне В почти всегда экологический контроль констатирует экологические нарушения, почти все партии бракуются. Зона Б —промежуточная, в ней как вероятность приемки, так и вероятность браковки заметно отличаются от 0. Для задания границ между зонами выбирают два малых числа —риск поставщика (предприятия)  $a$  и риск потребителя (системы экологического контроля)  $b$ , границы между зонами задают два уровня дефектности —приемочный  $p_{пр}$  и браковочный  $p_{бр}$ , определяемые из уравнений

$$f(p_{пр}) = 1 - a, f(p_{бр}) = b. \quad (4.8)$$

Таким образом, если входной уровень дефектности не превосходит  $p_{пр}$ , то вероятность забракования партии мала, т.е. не превосходит  $a$ .

Приемочный уровень дефектности выделяет зону А значений входного уровня дефектности, в которой нарушения экологической безопасности почти никогда не отмечаются, партии почти всегда принимаются, т.е. соблюдаются интересы проверяемого предприятия (в экологии), поставщика (при контроле качества).

Если же входной уровень дефектности больше браковочного уровня дефектности  $p_{бр}$ , то нарушения почти наверняка фиксируются, партия почти всегда бракуется, т.е. экологии узнают о нарушениях, потребитель оказывается защищен от попадания к нему партий со столь высоким уровнем брака. Поэтому можно сказать, что в зоне В наверняка соблюдаются интересы потребителя — брак к нему не попадает.

При выборе плана контроля часто начинают с выбора приемочного и браковочного уровней дефектности. При этом выбор конкретного значения приемочного уровня дефектности отражает интересы поставщика, а выбор конкретного значения браковочного

уровня дефектности — интересы потребителя. Можно доказать, что для любых положительных чисел  $a$  и  $b$ , и любых входных уровней дефектности  $p_{\text{пр}}$  и  $p_{\text{бр}}$ , причем  $p_{\text{пр}}$  меньше  $p_{\text{бр}}$ , найдется план контроля  $(n, c)$  такой, что его оперативная характеристика  $f(p)$  удовлетворяет неравенствам

$$f(p_{\text{пр}}) > 1 - a, f(p_{\text{бр}}) < b.$$

При практических расчетах обычно принимают  $a = 0,05$  и  $b = 0,1$ .

Вычислим приемочный и браковочный уровни дефектности для плана  $(n, 0)$ . Из формул (4.6) и (4.8) вытекает, что

$$(1 - p_{\text{пр}})^n = 1 - a, p_{\text{пр}} = 1 - (1 - a)^{1/n}.$$

Поскольку риск поставщика  $a$  мал, то из известного соотношения математического анализа вытекает приближенная формула

$$p_{\text{пр}} = a/n.$$

Для браковочного уровня дефектности имеем

$$p_{\text{бр}} = 1 - b^{1/n}.$$

При практическом применении методов статистического приемочного контроля для нахождения приемочных и браковочных уровней дефектности планов контроля вместо формул, имеющих обозримый вид лишь для отдельных видов планов, применяют численные компьютерные алгоритмы или заранее составленные таблицы, имеющиеся в нормативно-технической документации или научно-технических публикациях.

Более подробно современные теоретические подходы к статистическому контролю и практические вопросы его применения рассмотрены в наших учебниках [8, 12]. В частности, обсуждаются методы анализа и синтеза планов контроля, обнаружение разладок (изменения характеристик случайного процесса) с помощью контрольных карт [13, 14]. Единицы контроля соответствуют рассматриваемой предметной области: при контроле качестве

продукции – отдельные детали или изделия, или же условные объемы при контроле бесформенной продукции (жидкой, газообразной, порошкообразной, пастообразной); при экологическом контроле или мониторинге – выделенные объемы проб воздуха, воды, условные единицы контроля на местности определенной площади; при контроле документации при внутреннем или внешнем аудите – отдельные документы. Математическая теория во всех перечисленных случаях одинакова.

## **Литература**

1. Статистические методы повышения качества. Перевод с японского / Под ред. Х. Кумэ. — М.: Финансы и статистика, 1990. —301 с.
2. Экология. Учебное пособие / Под ред. С.А.Боголюбова.– М.: Знание, 1999. – 288 с.
- 3.. Цели и принципы стандартизации / Под ред. Т. Сандерса. — М.: Изд-во стандартов, 1974. —132 с.
4. Орлов А.И. Сертификация и статистические методы. – Журнал «Заводская лаборатория». 1997. Т.63. №3. С.55-62.
5. Гнеденко Б.В. Математика и контроль качества продукции. — М.: Знание, 1978. —64 с.
6. Орлов А.И. Внедрение современных статистических методов с помощью персональных компьютеров. - Сборник «Качество и надежность изделий». №5 (21). — М.: Знание, 1992. — С.51-78.
7. Орлов А.И. Об оптимизации выборочного контроля качества продукции // Стандарты и качество. 1989. № 3. С. 91-94.
8. Орлов А.И. Эконометрика. Учебник. - М.: Изд-во «Экзамен», 2004. – 576 с.
9. Орлов А.И. Качество выживания. Статистический контроль

качества продукции. - Журнал «Российское предпринимательство». 2001. №2. С.17-24.

10. Управление качеством окружающей среды. Учебник. Т.1 / С.А. Боголюбов, А.И. Орлов, В.А. Поляков и др. - М.: Московский государственный институт электроники и математики (технический университет), 2000. – 283 с.

11. Системы экологического управления: Учебник / С.А. Боголюбов, А.Ф. Завальнюк, А.И. Орлов и др. – М.: Европейский центр по качеству, 2002. – 224 с.

12. Орлов А.И. Теория принятия решений. Учебник. — М.: Экзамен, 2006. — 576 с.

13. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений. Учебник. — М. : КноРус, 2011. — 568 с.

14. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Учебник в 3 ч. Часть 3. Статистические методы анализа данных. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 624 с.

### **Контрольные вопросы**

1. Как целесообразно организовать экологический контроль деятельности одного предприятия?
2. Какие проблемы возникают при проведении интегральной оценки экологической обстановки?
3. Почему экологический контроль должен быть в основном выборочным?
4. Чем различаются биномиальная и гипергеометрическая модели выборки?
5. При каком условии близки распределения числа дефектных единиц контроля для биномиальной и гипергеометрической моделей

выборки?

6. Что такое «план статистического контроля»? Какие планы статистического контроля Вы знаете?

7. Какой план статистического контроля называется одноступенчатым?

8. Приведите пример двухступенчатого плана статистического контроля.

9. Как строится и каковы свойства оперативной характеристики плана статистического контроля? Приведите примеры.

10. Дайте определения приемочного и браковочного уровней дефектности.

11. Как приемочный и браковочный уровни дефектности связаны с рисками поставщика и потребителя?

12. Как рассчитать приемочный и браковочный уровни дефектности для плана контроля  $(n,0)$ ?

### **Темы докладов и рефератов**

1. Проблемы взаимодействия экологических органов и промышленных предприятий.

2. Какие экологические требования целесообразно контролировать в Вашем городе?

3. Интегральная оценка экологической обстановки в Вашем городе.

4. Сходство и различие статистического приемочного контроля качества продукции, выборочного контроля экологических требований, контроля документации при аудите.

5. Близость биномиального и гипергеометрического распределений при большом объеме генеральной совокупности – теоретические результаты и численные расчеты при конкретных значениях объемов

выборки и вероятностей дефектности (нарушения требований).

6. Усеченные планы статистического контроля. Почему необходимо включать в нормативную документацию (стандарты, методики, инструкции) указания на возможность применения подобных планов?

7. Основные идеи разработки программного обеспечения статистического контроля.

8. Оптимизация планов статистического контроля.

9. Сертификация и статистические методы.

10. Методы статистического контроля бесформенной продукции.

11. Обнаружение разладок (изменения характеристик случайного процесса) с помощью контрольных карт Шухарта.

12. Обнаружение разладок (изменения характеристик случайного процесса) с помощью контрольных карт кумулятивных сумм.

13. Комплексные системы управления качеством продукции и международные стандарты ИСО по менеджменту качества.

14. Экономическая эффективность усеченных планов статистического приемочного контроля.

15. Различные варианты взаимодействия поставщика и потребителя в связи с системой принятия решений о качестве продукции.

16. Синтез планов контроля на основе предела среднего выходного уровня дефектности.

17. Синтез планов контроля на основе значений приемочного и браковочного уровней дефектности.

18. Синтез планов контроля на основе принципа распределения приоритетов.

19. Расчет средней длины серий для контрольных карт Шухарта и карт кумулятивных сумм при скачкообразной и постепенной разладке.

20. Программные продукты, используемые при анализе и синтезе планов статистического контроля.

21. Нормативные документы, предназначенные для планирования и проведения статистического контроля.

22. Методы отбора единиц контроля в выборку.

## **Глава 5. Экспертные методы принятия решений в экологии**

В задачах обеспечения экологической безопасности, управления природопользованием и охраны окружающей природной среды постоянно используются разнообразные методы экспертных оценок. О них рассказывается в настоящей главе.

### **5.1. Примеры методов экспертных оценок**

Что будет с окружающей природной средой через десять лет? Как изменится экологическая обстановка? Будет ли обеспечена экологическая безопасность промышленных производств или же вокруг станет простираться рукотворная пустыня? Достаточно вдуматься в эту постановку вопроса, проанализировать, как десять или тем более двадцать лет назад мы представляли себе сегодняшний день, чтобы понять, что стопроцентно надежных прогнозов просто не может быть. Вместо утверждений с конкретными числами можно ожидать лишь качественных оценок. Тем не менее мы должны принимать решения, например, об экологических и иных проектах и инвестициях, последствия которых скажутся через десять, двадцать и более лет. Как быть? Остается обратиться к методам экспертных оценок. Что это за методы?

Бесспорно совершенно, что для принятия обоснованных решений необходимо опираться на опыт, знания и интуицию специалистов. После второй мировой войны в рамках кибернетики, теории управления, менеджмента и исследования операций стала развиваться самостоятельная дисциплина - теория и практика экспертных оценок.

*Методы экспертных оценок - это методы организации работы*

*со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов.* Эти мнения обычно выражены частично в количественной, частично в качественной форме. Экспертные исследования проводят с целью подготовки информации для принятия решений Лицом, Принимающим Решения (ЛПР). Для проведения работы по методу экспертных оценок создают Рабочую группу (сокращенно РГ), которая и организует по поручению ЛПР деятельность экспертов, объединенных (формально или по существу) в экспертную комиссию (ЭК).

Экспертные оценки бывают *индивидуальные* и *коллективные*. *Индивидуальные оценки* - это оценки одного специалиста. Например, преподаватель единолично ставит отметку студенту, а врач - диагноз больному. Но в сложных случаях заболевания или угрозе отчисления студента за плохую учебу обращаются к *коллективному* мнению - симпозиуму врачей или комиссии преподавателей. Аналогичная ситуация - в армии. Обычно командующий принимает решение единолично. Но в сложных и ответственных ситуациях проводят военный совет. Один из наиболее известных примеров такого рода - военный совет 1812 г. в Филях, на котором под председательством М.И. Кутузова решался вопрос: «Давать или не давать французам сражение под Москвой?»

Другой простейший пример экспертных оценок - оценка номеров в КВН. Каждый из членов жюри поднимают планшет со своей оценкой, а технический работник вычисляет среднюю арифметическую оценку, которая и объявляется как коллективное мнение жюри (ниже мы увидим, что такой подход некорректен с точки зрения современной теории измерений).

В фигурном катании процедура усложняется - перед усреднением *отбрасываются самая большая и самая маленькая*

*оценки.* Это делается для того, чтобы не было соблазна завысить оценку одной спортсменке (например, соотечественнице) или занижить другой. Такие резко выделяющиеся из общего ряда оценки будут сразу отброшены.

Экспертные оценки часто используются при выборе - одного варианта технических устройств из нескольких, группы космонавтов из многих претендентов, набора проектов научно-исследовательских работ для финансирования из массы заявок, получателей экологических кредитов из многих желающих, совокупность инвестиционных проектов, выбранных для реализации среди представленных, и т.д.

Существует масса методов получения экспертных оценок. В одних с каждым экспертом работают отдельно, он даже не знает, кто еще является экспертом, а потому высказывает свое мнение независимо от авторитетов. В других экспертов собирают вместе для подготовки материалов для ЛПР, при этом эксперты обсуждают проблему друг с другом, учатся друг у друга, и неверные мнения отбрасываются. В одних методах число экспертов фиксировано и таково, чтобы статистические методы проверки согласованности мнений и затем их усреднения позволяли принимать обоснованные решения. В других - число экспертов растет в процессе проведения экспертизы, например, при использовании метода «снежного кома» (о нем - дальше).

Не меньше существует и методов обработки ответов экспертов, в том числе весьма насыщенных математикой и компьютеризированных. Многие из них основаны на достижениях статистики объектов нечисловой природы и других современных методах прикладной статистики.

Один из наиболее известных методов экспертных оценок - это

*метод «Дельфи»*. Название дано по ассоциации с древним обычаем для получения поддержки при принятии решений обращаться в Дельфийский храм. Он был расположен у выхода ядовитых вулканических газов. Жрицы храма, надышавшись отравы, начинали пророчествовать, произнося непонятные слова. Специальные «переводчики» - жрецы храма толковали эти слова и отмечали на вопросы пришедших со своими проблемами паломников. По традиции говорят, что Дельфийский храм находился в Греции. Но там нет вулканов. Видимо, он был в Италии - у Везувия или Этны, а сами описанные предсказания происходили в XII-XIV вв. Это вытекает из высшего достижения современной исторической науки - новой статистической хронологии.

В США в 1960-х годах методом Дельфи называли экспертную процедуру прогнозирования научно-технического развития. В первом туре эксперты называли вероятные даты тех или иных будущих свершений. Во втором туре каждый эксперт знакомился с прогнозами всех остальных. Если его прогноз сильно отличался от прогнозов основной массы, его просили пояснить свою позицию, и часто он изменял свои оценки, приближаясь к средним значениям (медианам). Эти средние значения и выдавались заказчику как групповое мнение. Надо сказать, что реальные результаты исследования оказались довольно скромными - хотя дата высадки американцев на Луну была предсказана с точностью до месяца, все остальные прогнозы провалились - холодного термоядерного синтеза и средства от рака в XX в. человечество не дождалось. Однако сама методика оказалась популярной - за последующие годы она использовалась не менее 40 тыс. раз. Средняя стоимость экспертного исследования по методу Дельфи - 5 тыс. долларов США, но в ряде случаев приходилось расходовать и более крупные суммы - до 130 тыс. долларов.

Несколько в стороне от основного русла экспертных оценок лежит *метод сценариев*, применяемый прежде всего для экспертного прогнозирования. Рассмотрим основные идеи технологии сценарных экспертных прогнозов. Экологическое или социально-экономическое прогнозирование, как и любое прогнозирование вообще, может быть успешным лишь при некоторой стабильности условий. Однако решения органов власти, отдельных лиц, иные события меняют условия, и события развиваются по-иному, чем ранее предполагалось. Вполне очевидно, что после первого тура российских президентских выборов 1996 г. о дальнейшем развитии событий можно было говорить лишь в терминах сценариев: если во втором туре победит Б.Н. Ельцин, то будет то-то и то-то, если же победит Г.А. Зюганов, то события пойдут так-то и так-то.

Метод сценариев необходим не только в экологической или социально-экономической области. Например, при разработке методологического, программного и информационного обеспечения *анализа риска* химико-технологических проектов необходимо было составить детальный каталог сценариев аварий, связанных с утечками токсических химических веществ. Каждый из таких сценариев описывает аварию своего типа, со своим индивидуальным происхождением, развитием, последствиями, возможностями предупреждения.

Таким образом, метод сценариев - это метод декомпозиции задачи прогнозирования, предусматривающий выделение набора отдельных вариантов развития событий (сценариев), в совокупности охватывающих все возможные варианты развития. При этом каждый отдельный сценарий должен допускать возможность достаточно точного прогнозирования, а общее число сценариев должно быть обозримо.

Возможность подобной декомпозиции не очевидна. При применении метода сценариев необходимо осуществить два этапа исследования:

- построение исчерпывающего, но обозримого набора сценариев;

- прогнозирование в рамках каждого конкретного сценария с целью получения ответов на интересующие исследователя вопросы.

Каждый из этих этапов лишь частично формализуем. Существенная часть рассуждений проводится на качественном уровне, как это принято в общественно-экономических и гуманитарных науках. Одна из причин заключается в том, что стремление к излишней формализации и математизации приводит к *искусственному* внесению определенности там, где ее нет по существу, либо к использованию громоздкого математического аппарата. Так, рассуждения на словесном уровне считаются доказательными в большинстве ситуаций, в то время как попытка уточнить смысл используемых слов с помощью, например, теории нечетких множеств приводит к весьма громоздким математическим моделям.

Набор сценариев должен быть обозрим. Приходится исключать различные маловероятные события - прилет инопланетян, падение астероида, массовые эпидемии ранее неизвестных болезней, и т.д. Само по себе создание набора сценариев - предмет экспертного исследования. Кроме того, эксперты могут оценить вероятности реализации того или иного сценария.

Прогнозирование в рамках каждого конкретного сценария с целью получения ответов на интересующие исследователя вопросы также осуществляется в соответствии с описанной выше методологией прогнозирования. При стабильных условиях могут быть

применены статистические методы прогнозирования временных рядов. Однако этому предшествует анализ с помощью экспертов, причем зачастую прогнозирование на словесном уровне является достаточным (для получения интересующих исследователя и ЛПР выводов) и не требующим количественного уточнения.

Как известно, при принятии решений на основе *анализа ситуации* (как говорят, при *ситуационном анализе*), в том числе анализе результатов прогнозных исследований, можно исходить из различных критериев. Так, можно ориентироваться на то, что ситуация сложится наихудшим, или наилучшим, или средним (в каком-либо смысле) образом. Можно попытаться наметить мероприятия, обеспечивающие минимально допустимые полезные результаты при любом варианте развития ситуации, и т.д.

Еще один вариант экспертного оценивания - *мозговой штурм*. Организуется он как собрание экспертов, на выступления которых наложено одно, но очень существенное ограничение - нельзя критиковать предложения других. Можно их развивать, можно высказывать свои идеи, но нельзя критиковать! В ходе заседания эксперты, «заражаясь» друг от друга, высказывают все более экстравагантные соображения. Часа через два записанное на магнитофон или видеокамеру заседание заканчивается, и начинается второй этап мозгового штурма - анализ высказанных идей. Обычно из 100 идей, высказанных во время заседания, 30 заслуживают дальнейшей проработки, из них 5-6 дают возможность сформулировать прикладные проекты, а 2-3 оказываются в итоге приносящими полезный эффект - прибыль, повышение экологической безопасности, оздоровление окружающей природной среды и т.п. При этом интерпретация идей - творческий процесс. Например, при обсуждении возможностей защиты кораблей от торпедной атаки была

высказана идея: «Выстроить матросов вдоль борта и приказать им дуть на торпеду, чтобы изменить ее курс». После проработки эта идея привела к созданию специальных устройств, создающих волны, сбивающиеся торпеду с курса.

## **5.2. Основные стадии экспертного опроса**

Более подробно рассмотрим отдельные этапы экспертного исследования. Как показывает опыт, с точки зрения менеджера - организатора такого исследования целесообразно выделять следующие стадии проведения экспертного опроса.

1) *Принятие решения о необходимости проведения экспертного опроса и формулировка ЛПР его цели.* Таким образом, инициатива должна исходить от руководства, что в дальнейшем обеспечит успешное решение организационных и финансовых проблем. Очевидно, что исходный толчок может быть дан докладной запиской одного из сотрудников или дискуссией на совещании, но реальное начало работы - решение ЛПР.

2) *Подбор и назначение ЛПР основного состава Рабочей группы,* сокращенно РГ (обычно - научного руководителя и секретаря). При этом научный руководитель отвечает за организацию и проведение экспертного исследования в целом, а также за анализ собранных материалов и формулировку заключения экспертной комиссии. Он участвует в формировании коллектива экспертов и выдаче задания каждому эксперту (вместе с ЛПР или его представителем). Он сам - высококвалифицированный эксперт и признаваемый другими экспертами формальный и неформальный руководитель экспертной комиссии. Дело секретаря - ведение документации экспертного опроса, решение организационных задач.

3) *Разработка РГ* (точнее, ее основным составом, прежде всего научным руководителем и секретарем) *и утверждение у ЛПР технического задания на проведение экспертного опроса.* На этой стадии решение о проведении экспертного опроса приобретает четкость во времени, финансовом, кадровом, материальном и организационном обеспечении. В частности, формируется Рабочая Группа, в РГ выделяются различные группы специалистов - аналитическая, эконометрическая (специалисты по методам), компьютерная, по работе с экспертами (например, интервьюеров), организационная. Очень важно для успеха, чтобы все перечисленные позиции (ресурсы, виды работ и выполняющие их специалисты) были утверждены ЛПР.

4) *Разработка аналитической группой РГ подробного сценария (т.е. регламента) проведения сбора и анализа экспертных мнений (оценок).* Сценарий включает в себя прежде всего конкретный вид информации, которая будет получена от экспертов (например, слова, условные градации, числа, ранжировки, разбиения или иные виды объектов нечисловой природы ). Например, довольно часто экспертов просят высказаться в свободной форме, ответив при этом на некоторое количество заранее сформулированных вопросов. Кроме того, их просят заполнить формальную карту, в каждом пункте выбрав одну из нескольких градаций. Сценарий должен содержать и конкретные методы анализа собранной информации. Например, вычисление медианы Кемени, статистический анализ люсианов, применение иных методов статистики объектов нечисловой природы и других разделов прикладной статистики (о некоторых из названных методов речь пойдет ниже). Эта работа ложится на эконометрическую и компьютерную группу РГ. Традиционная ошибка - сначала собрать информацию, а потом думать, что с ней делать. В результате, как

показывает печальный опыт, информация используется не более чем на 1-2%.

5) *Подбор экспертов* в соответствии с их компетентностью. На этой стадии РГ составляет список возможных экспертов и оценивает степень их пригодности для планируемого исследования.

6) *Формирование экспертной комиссии*. На этой стадии РГ проводит переговоры с экспертами, получает их согласие на работу в экспертной комиссии. Возможно, часть намеченных РГ экспертов не может войти в экспертную комиссию (болезнь, отпуск, командировка и др.) или отказывается по тем или иным причинам (занятость, условия контракта и др.). ЛПР утверждает состав экспертной комиссии, возможно, вычеркнув или добавив часть экспертов к предложениям РГ. Проводится заключение договоров с экспертами из внешних организаций об условиях их работы и ее оплаты.

7) *Проведение сбора экспертной информации*. Часто перед этим проводится набор и обучение интервьюеров - одной из групп, входящих в РГ.

8) *Компьютерный анализ экспертной информации* с помощью включенных в сценарий методов. Ему обычно предшествует введение информации в базы данных или электронные таблицы.

9) При применении согласно сценарию экспертной процедуры из нескольких туров - *повторение* двух предыдущих этапов.

10) *Итоговый анализ экспертных мнений, интерпретация полученных результатов* аналитической группой РГ и *подготовка заключительного документа ЭК* для ЛПР.

11) *Официальное окончание* деятельности РГ, в том числе *утверждение ЛПР заключительного документа ЭК*, подготовка и утверждение научного и финансового отчетов РГ о проведении экспертного исследования, оплата труда экспертов и сотрудников РГ,

официальное прекращение деятельности (ропуск) ЭК и РГ.

Разберем подробнее отдельные стадии экспертного исследования. Начнем с подбора экспертов: кадры решают все! Каковы эксперты - таково и качество заключения экспертной комиссии.

### 5.3. Подбор экспертов

Проблема подбора экспертов является одной из наиболее сложных в теории и практике экспертных исследований. Очевидно, в качестве экспертов необходимо использовать тех людей, чьи суждения наиболее помогут принятию адекватного решения. Но как выделить, найти, подобрать таких людей? Надо прямо сказать, что *нет методов подбора экспертов, наверняка обеспечивающих успех экспертизы*. Сейчас мы не будем обсуждать проблему существования различных «партий» среди экспертов и обратим внимание на различные иные стороны процедур подбора экспертов.

В проблеме подбора экспертов можно выделить две составляющие - *составление списка возможных экспертов и выбор из них экспертной комиссии в соответствии с компетентностью кандидатов*.

Составление списка возможных экспертов облегчается тогда, когда рассматриваемый вид экспертизы проводится многократно. В таких ситуациях обычно ведется *реестр* возможных экспертов, например, в области государственной экологической экспертизы или судейства фигурного катания, из которого можно выбирать по различным критериям или с помощью датчика (или таблицы) псевдослучайных чисел.

Как быть, если экспертиза проводится впервые, устоявшиеся

списки возможных экспертов отсутствуют? Однако и в этом случае у каждого конкретного специалиста есть некоторое представление о том, что требуется от эксперта в подобной ситуации. Для формирования списка есть полезный метод *«снежного кома»*, при котором от каждого специалиста, привлекаемого в качестве эксперта, получают определенное количество (обычно 5 - 10) фамилий тех, кто может быть экспертом по рассматриваемой тематике. Очевидно, некоторые из этих фамилий встречались ранее в деятельности РГ, а некоторые - новые. Каждого вновь появившегося опрашивают по той же схеме. Процесс расширения списка останавливается, когда новые фамилии практически перестают встречаться. В результате получается достаточно обширный список возможных экспертов. Метод *«снежного кома»* имеет и недостатки. Число туров до остановки процесса наращивания кома нельзя заранее предсказать. Кроме того, ясно, что если на первом этапе все эксперты были из одного «клана», придерживались в чем-то близких взглядов или занимались сходной деятельностью, то и метод *«снежного кома»* даст, скорее всего, лиц из этого же «клана». Мнения и аргументы других «кланов» будут упущены. (Здесь речь идет о том, что сообщество специалистов реально разбито на группы, названные выше «кланами», и общение идет в основном внутри «кланов». Неформальная структура науки, к которой относятся «кланы», достаточно сложна для изучения. Отметим здесь, что «кланы» обычно образуются на основе крупных формальных центров (вузов, научных институтов), научных школ.)

Вопрос об оценке компетентности экспертов не менее сложен. Успешность участия в предыдущих экспертизах - хороший критерий для деятельности дегустатора, врача, судьи в спортивных соревнованиях, т.е. таких экспертов, которые участвуют в длинных

сериях однотипных экспертиз. Однако, увы, наиболее интересны и важны уникальные экспертизы больших проектов, не имеющих аналогов. Использование формальных показателей экспертов (должность, ученые степень и звание, стаж, число публикаций...), очевидно, в современных быстро меняющихся условиях может носить лишь вспомогательный характер, хотя подобные показатели проще всего применять.

Часто предлагают использовать методы самооценки и взаимооценки компетентности экспертов. Обсудим их, начав с метода самооценки, при котором эксперт сам дает информацию о том, в каких областях он компетентен, а в каких - нет. С одной стороны, кто лучше может знать возможности эксперта, чем он сам? С другой стороны, при самооценке компетентности скорее оценивается степень самоуверенности эксперта, чем его реальная компетентность. Тем более, что само понятие «компетентность» строго не определено. Можно его уточнять, выделяя составляющие, но при этом усложняется предварительная часть деятельности экспертной комиссии. Достаточно часто эксперт преувеличивает свою реальную компетентность. Например, большинство людей считают, что они хорошо разбираются в политике, экономике, проблемах образования и воспитания, семьи и медицины. На самом деле экспертов (и даже знающих людей) в этих областях весьма мало. Бывают отклонения и в другую сторону, излишне критичное отношение к своим возможностям.

При использовании метода взаимооценки, помимо возможности проявления личностных и групповых симпатий и антипатий, играет роль малая осведомленность экспертов о возможностях друг друга. В современных условиях достаточно хорошее знакомство с работами и возможностями друг друга может быть лишь у специалистов, много

лет (не менее 3-4) работающих совместно, в одной комнате, над одной темой. Именно про такие пары можно сказать, что они «*вместе пуд соли съели*». Однако привлечение таких пар специалистов не очень-то целесообразно, поскольку их взгляды из-за схожести жизненного пути слишком похожи.

Если процедура экспертного опроса предполагает непосредственное общение экспертов, необходимо учитывать еще ряд обстоятельств. Большое значение имеют их личностные (социально-психологические) качества. Так, один-единственный «*говорун*» может парализовать деятельность всей комиссии на совместном заседании. К срыву могут привести и неприязненные отношения членов комиссии, и сильно различающийся научный и должностной статус членов комиссии. В подобных случаях важно соблюдение регламента работы, разработанного РГ.

Необходимо подчеркнуть, что подбор экспертов в конечном счете - функция Рабочей группы, и никакие методики подбора не снимают с нее ответственности. Другими словами, именно на Рабочей группе лежит ответственность за компетентность экспертов, за их принципиальную способность решить поставленную задачу. Важным является требование к ЛПР об утверждении списка экспертов. При этом ЛПР может как добавить в комиссию отдельных экспертов, так и вычеркнуть некоторых из них - по собственным соображениям, с которыми членам РГ и ЭК знакомиться нет необходимости.

Существует ряд нормативных документов, регулирующих деятельность экспертных комиссий в тех или иных областях. Примером является Закон Российской Федерации «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г., в котором регламентируется процедура экспертизы «намечаемой хозяйственной или иной деятельности» с целью выявления возможного вреда, который может

нанести рассматриваемая деятельность окружающей природной среде.

#### **5.4. О разработке регламента проведения сбора и анализа экспертных мнений**

Как уже говорилось, существует масса методов получения экспертных оценок. В одних из них с каждым экспертом работают отдельно, он даже не знает, кто еще является экспертом, а потому высказывает свое мнение независимо от авторитетов, «кланов» и отдельных коллег. В других экспертов собирают вместе для подготовки материалов для ЛПР, при этом эксперты обсуждают проблему друг с другом, принимают или отвергают аргументы друг друга, учатся друг у друга, и неверные или недостаточно обоснованные мнения отбрасываются. В одних методах число экспертов фиксировано и таково, чтобы статистические методы проверки согласованности мнений и затем (в случае достаточно хорошей согласованности мнений) их усреднения позволяли принимать обоснованные решения с точки зрения эконометрики. В других - число экспертов растет в процессе проведения экспертизы, например, при использовании метода «снежного кома» для формирования команды экспертов.

В настоящее время *не существует* общепринятой научно обоснованной классификации методов экспертных оценок и тем более - однозначных рекомендаций по их применению. *Попытка силой утвердить одну из возможных точек зрения на классификацию методов экспертных оценок может принести лишь вред.*

Однако для рассказа о многообразии экспертных оценок необходима какая-либо рабочая классификация методов. Одну из

таких возможных классификаций мы даем ниже, перечисляя основания, по которым мы делим экспертные оценки.

Один из основных вопросов - что именно должна представить экспертная комиссия в результате своей работы - информацию для принятия решения ЛПР или проект самого решения? От ответа на этот методологический вопрос зависит организация работы экспертной комиссии, и он служит первым основанием для разбиения методов.

**ЦЕЛЬ - СБОР ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЛПР.** Тогда Рабочая группа должна собрать возможно больше относящейся к делу информации, аргументов «за» и «против» определенных вариантов решений. Полезен следующий метод постепенного увеличения числа экспертов. Сначала первый эксперт приводит свои соображения по рассматриваемому вопросу. Составленный им материал передается второму эксперту, который добавляет свои аргументы. Накопленный материал поступает к следующему - третьему - эксперту... Процедура заканчивается, когда иссякает поток новых соображений.

Отметим, что эксперты в рассматриваемом методе только поставляют информацию, аргументы «за» и «против», но не вырабатывают согласованного проекта решения. Нет никакой необходимости стремиться к тому, чтобы экспертные мнения были согласованы между собой. Более того, наибольшую пользу приносят эксперты с мышлением, отклоняющимся от массового. Именно от них следует ожидать наиболее оригинальных аргументов.

**ЦЕЛЬ - ПОДГОТОВКА ПРОЕКТА РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЛПР.** Математические методы в экспертных оценках применяются обычно именно для решения задач, связанных с подготовкой проекта решения. При этом зачастую некритически принимают догмы согласованности и одномерности. Эти догмы «кочуют» из одной публикации в другую, поэтому целесообразно их обсудить.

ДОГМА СОГЛАСОВАННОСТИ. Часто без всяких оснований считается, что решение может быть принято лишь на основе согласованных мнений экспертов. Поэтому исключают из экспертной группы тех, чье мнение отличается от мнения большинства. При этом отсеиваются как неквалифицированные как лица, попавшие в состав экспертной комиссии по недоразумению или по соображениям, не имеющим отношения к их профессиональному уровню, так и наиболее оригинальные мыслители, глубже проникшие в проблему, чем большинство. Следовало бы выяснить их аргументы, предоставить им возможность для обоснования их точек зрения. Вместо этого их мнением пренебрегают.

Бывает и так, что эксперты делятся на две или более групп, имеющих единые *групповые* точки зрения. Так, известен пример деления специалистов при оценке результатов научно-исследовательских работ на две группы: «теоретиков», явно предпочитающих НИР, в которых получены теоретические результаты, и «практиков», выбирающих те НИР, которые позволяют получать непосредственные прикладные результаты (речь идет о конкурсе НИР в академическом Институте проблем управления (автоматики и телемеханики)).

Иногда заявляют, что в случае обнаружения двух или нескольких групп экспертов (вместо одной согласованной во мнениях) опрос не достиг цели. Это не так! *Цель достигнута - установлено, что единого мнения нет.* Это весьма важно. И ЛПР при принятии решений должен это учитывать. Стремление обеспечить согласованность мнений экспертов любой ценой может приводить к сознательному одностороннему подбору экспертов, игнорированию всех точек зрения, кроме одной, наиболее любимой Рабочей группе (или даже «подсказанной» ЛПР).

Часто не учитывают еще одного чисто эконометрического обстоятельства. Поскольку число экспертов обычно не превышает 20-30, то формальная статистическая согласованность мнений экспертов (установленная с помощью тех или иных критериев проверки статистических гипотез) может сочетаться с реально имеющимся разделением экспертов на группы, что делает дальнейшие расчеты не имеющими отношения к действительности. Для примера обратимся к конкретным методам расчетов с помощью коэффициентов конкордации (т.е. - в переводе на русский язык - согласия) на основе коэффициентов ранговой корреляции Кендалла или Спирмена. Необходимо напомнить, что согласно эконометрической теории положительный результат проверки согласованности таким способом означает ни больше, ни меньше, как отклонение гипотезы о независимости и равномерной распределенности мнений экспертов на множестве всех ранжировок. Таким образом, проверяется нулевая гипотеза, согласно которой ранжировки, описывающие мнения экспертов, являются независимыми случайными бинарными отношениями, равномерно распределенными на множестве всех ранжировок. Отклонение этой нулевой гипотезы по дурной традиции толкуется как согласованность ответов экспертов. Другими словами, мы падаем жертвой заблуждений, вытекающих из своеобразного толкования слов: проверка согласованности в указанном математико-статистическом смысле вовсе не является проверкой согласованности в смысле практики экспертных оценок. (Именно ущербность рассматриваемых математико-статистических методов анализа ранжировок привела нашу научную группу к разработке нового эконометрического аппарата для проверки согласованности - непараметрических методов, основанных на т.н. *люсианах* и входящих в современный раздел эконометрики - *статистику нечисловых*

данных). Группы экспертов с близкими взглядами можно выделить эконометрическими методами кластер-анализа.

**МНЕНИЯ ДИССИДЕНТОВ.** С целью искусственно добиться согласованности стараются уменьшить влияние мнений экспертов-диссидентов, т.е. инакомыслящих по сравнению с большинством. *Жесткий* способ борьбы с диссидентами состоит в игнорировании их мнений, т.е. фактически в их исключении из состава экспертной комиссии. Отбраковка экспертов, как и отбраковка резко выделяющихся результатов наблюдений (выбросов), приводит к процедурам, имеющим плохие или неизвестные статистические свойства. Так, известна *крайняя неустойчивость* классических методов отбраковки выбросов по отношению к отклонениям от предпосылок модели (см., например, учебник [12]).

*Мягкий* способ борьбы с диссидентами состоит в применении *робастных (устойчивых) статистических процедур*. Простейший пример: если ответ эксперта - действительное число, то резко выделяющееся мнение диссидента сильно влияет на среднее арифметическое ответов экспертов и не влияет на их медиану. Поэтому разумно в качестве согласованного мнения рассматривать медиану. Однако при этом игнорируются (не достигают ЛПР) аргументы диссидентов.

В любом из двух способов борьбы с диссидентами ЛПР лишается информации, идущей от диссидентов, а потому может принять необоснованное решение, которое впоследствии приведет к отрицательным последствиям. С другой стороны, представление ЛПР всего набора мнений снимает часть ответственности и труда по подготовке окончательного решения с комиссии экспертов и рабочей группы по проведению экспертного опроса и перекладывает эти ответственность и труд на плечи ЛПР.

ДОГМА ОДНОМЕРНОСТИ. В устаревшей, а иногда и в современной научно-технической литературе распространен довольно примитивный подход, согласно которому объект экспертизы всегда можно оценить *одним числом*. Странная идея! *Оценивать человека одним числом приходило в голову лишь на невольничьих рынках*. Вряд ли даже самые рьяные квалиметристы рассматривают книгу или картину как эквивалент числа - ее «рыночной стоимости». Практически все реальные объекты достаточно сложны, а потому сколько-нибудь точно описать их можно лишь с помощью многих и многих чисел, а также математических объектов нечисловой природы.

Вместе с тем нельзя полностью отрицать саму идею поиска обобщенных показателей качества, технического уровня и аналогичных. Так, каждый объект можно оценивать по многим показателям качества. Например, легковой автомобиль можно оценивать по таким показателям:

расход бензина на 100 км пути (в среднем);

надежность (в том числе средняя стоимость ремонта за год);

экологическая безопасность, оцениваемая по содержанию вредных веществ в выхлопных газах;

маневренность (в том числе радиус поворота);

быстрота набора скорости 100 км/час после начала движения;

максимальная достигаемая скорость;

длительность сохранения в салоне положительной температуры при низкой наружной температуре (например, минус пятьдесят градусов по Цельсию) и выключенном двигателе;

дизайн (привлекательность и «модность» внешнего вида и отделки салона);

вес, и т.д.

Можно ли свести оценки по этим показателям вместе? Ясно, что

определяющей является конкретная ситуация, для которой выбирается автомашина. Максимально достигаемая скорость важна для гонщика, но, как нам представляется, не имеет большого практического значения для водителя рядовой частной машины, особенно в городе с суровым ограничением на максимальную скорость. Для такого водителя важнее расход бензина, маневренность и надежность. Для машин различных служб государственного управления, видимо, надежность важнее, чем для частника, а расход бензина - наоборот. Для районов Крайнего Севера важна теплоизоляция салона, а для южных районов - нет. И т.д.

Таким образом, важна конкретная (узкая) постановка задачи перед экспертами. Но такой постановки зачастую нет. А тогда «игры» по разработке обобщенного показателя качества - например, в виде линейной функции от перечисленных переменных - не могут дать объективных выводов. Альтернативой единственному обобщенному показателю является математический аппарат типа *многокритериальной оптимизации* - множества Парето и т.д.

В некоторых случаях все-таки можно глобально сравнить объекты - например, с помощью тех же экспертов получить упорядочение рассматриваемых объектов - изделий или проектов. Тогда можно ПОДОБРАТЬ коэффициенты при отдельных показателях так, чтобы *упорядочение с помощью линейной функции возможно точнее соответствовало глобальному упорядочению* (например, найти эти коэффициенты методом наименьших квадратов). Наоборот, в подобных случаях НЕ СЛЕДУЕТ оценивать указанные коэффициенты с помощью экспертов. Эта простая идея до сих пор не стала очевидной для отдельных составителей методик по проведению экспертных опросов и анализу их результатов. Они упорно стараются заставить экспертов делать то, что они обоснованно

выполнить *не в состоянии* - указывать веса, с которыми отдельные показатели качества должны входить в итоговый обобщенный показатель.

Эксперты обычно могут сравнить объекты или проекты в целом, но не могут вычленить вклад отдельных факторов. *Раз организаторы опроса спрашивают, эксперты отвечают*, но эти ответы не несут в себе надежной информации о реальности...

**ВТОРОЕ ОСНОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ЭКСПЕРТНЫХ ПРОЦЕДУР - ЧИСЛО ТУРОВ.** Экспертизы могут включать один тур, некоторое фиксированное число туров (два, три,...) или неопределенное число туров. Чем больше туров, тем более тщательным является анализ ситуации, поскольку эксперты при этом обычно много раз возвращаются к рассмотрению предмета экспертизы. Но одновременно увеличивается общее время на экспертизу и возрастает ее стоимость. Можно уменьшить расходы, вводя в экспертизу не всех экспертов сразу, а постепенно. Так, например, если цель состоит в сборе аргументов «за» и «против», то первоначальный перечень аргументов может быть составлен одним экспертом. Второй добавит к нему свои аргументы. Суммарный материал поступит к первому и третьему, которые внесут свои аргументы и контраргументы. И так далее - добавляется по одному эксперту на каждый новый тур.

Наибольшие сложности вызывают процедуры с заранее неопределенным числом туров, например, «снежный ком». Часто задают максимально возможное число туров, и тогда неопределенность сводится к тому, придется ли проводить это максимальное число туров или удастся ограничиться меньшим числом.

**ТРЕТЬЕ ОСНОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ЭКСПЕРТНЫХ**

## ПРОЦЕДУР - ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ.

Рассмотрим достоинства и недостатки каждого из элементов шкалы: отсутствие общения - заочное анонимное общение - заочное общение без анонимности - очное общение с ограничениями - очное общение без ограничений. *При отсутствии общения* эксперт высказывает свое мнение, ничего не зная о других экспертах и об их мнениях. Он полностью независим, что и хорошо, и плохо. Хорошо, поскольку на мнение эксперта не «давят» мнения других экспертов. Плохо, поскольку эксперт не обдумывает мнения коллег, а потому его мнение является застывшим, его аргументы не уточняются в процессе экспертизы, Обычно такая ситуация соответствует однотуровой экспертизе. *Заочное анонимное общение*, например, как в методе Дельфи, означает, что эксперт знакомится с мнениями и аргументами других экспертов, но не знает, кто именно высказал то или иное положение. Следовательно, в экспертизе должно быть предусмотрено хотя бы два тура. *Заочное общение без анонимности* соответствует, например, общению по Интернету. Все варианты заочной экспертизы хороши тем, что нет необходимости собирать экспертов вместе, следовательно, находить для этого удобное время и место.

При очных экспертизах эксперты говорят, а не пишут, как при заочных, и потому успевают за то же время сказать существенно больше. *Очная экспертиза с ограничениями* весьма распространена. Это - собрание, идущее по фиксированному регламенту. Примером является военный совет в императорской русской армии, когда эксперты (офицеры и генералы) высказывались в порядке от младшего (по чину и должности) к старшему. Наконец, *очная экспертиза без ограничений* - это свободная дискуссия. Все очные экспертизы имеют недостатки, связанные с возможностями отрицательного влияния на их проведение социально-

психологических свойств и клановых (партийных) пристрастий участников, а также неравенства их профессионального, должностного, научного статусов. Представьте себе, что соберутся вместе 5 лейтенантов и 3 генерала. Независимо от того, какая информация имеется у того или иного участника встречи, ход ее предсказать нетрудно: генералы будут беседовать, а лейтенанты - помалкивать. При этом вполне очевидно, что лейтенанты получили образование позже генералов, а потому обладают полезной информацией, которой нет у генералов.

**КОМБИНАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЭКСПЕРТИЗЫ.**

Реальные экспертизы часто представляют собой комбинации различных описанных выше типов экспертиз. В качестве примера рассмотрим защиту студентом дипломного проекта. Сначала идет многотуровая очная экспертиза, проводимая научным руководителем и консультантами, в результате студент подготавливает проект к защите. Затем два эксперта работают заочно - это автор отзыва сторонней организации и заведующий кафедрой, допускающий работу к защите. Обратите внимание на различие задач этих экспертов и объемов выполняемой ими работы - один пишет подробный отзыв, второй росписью на титульном листе проекта разрешает его защиту. Наконец - очная экспертиза без ограничений (для членов ГАК - государственной аттестационной комиссии). Дипломный проект оценивается коллегиально, по большинству голосов, при этом один из экспертов (научный руководитель) знает работу подробно, а остальные - в основном лишь по докладу студента. Отметим, что мнения экспертов учитываются с весами, а именно, мнения членов ГАК - с весом 1, мнения всех остальных - с весом 0 (совещательный голос). Таким образом, имеем сочетание многотуровой и однотуровой, заочных и очных экспертиз. Подобные сочетания

характерны для многих реально проводящихся экспертиз.

### **5.5. Современная теория измерений и экспертные оценки**

Для дальнейшего более углубленного рассмотрения проблем экспертных оценок понадобятся некоторые понятия так называемой *репрезентативной теории измерений*, служащей основой теории экспертных оценок, прежде всего той ее части, которая связана с анализом заключений экспертов, выраженных в качественном (а не в количественном) виде.

Репрезентативная (т.е. связанная с *представлением* отношений между реальными объектами в виде отношений между числами) теория измерений (в дальнейшем сокращенно РТИ) является одной из составных частей эконометрики. А именно, она входит в состав *статистики объектов нечисловой природы*. Нас РТИ интересует прежде всего в связи с развитием теории и практики экспертного оценивания, в частности, в связи с агрегированием мнений экспертов, построением обобщенных показателей (их называют также рейтингами или ранкингами).

Мнения экспертов часто выражены в *порядковой шкале* (подробнее о шкалах говорится ниже), т.е. эксперт может сказать (и обосновать), что один показатель качества продукции более важен, чем другой, первый технологический объект более опасен, чем второй, и т.д. Но он не в состоянии сказать, *во сколько раз* или *на сколько* более важен, соответственно, более опасен. Экспертов часто просят дать ранжировку (упорядочение) объектов экспертизы, т.е. расположить их в порядке возрастания (или убывания) интенсивности интересующей организаторов экспертизы характеристики. Ранг - это номер (объекта экспертизы) в

упорядоченном ряду. Формально ранги выражаются числами 1, 2, 3, ..., но с этими числами нельзя делать привычные арифметические операции. Например, хотя  $1 + 2 = 3$ , но нельзя утверждать, что для объекта, стоящем на третьем месте в упорядочении (в другой терминологии - ранжировке), интенсивность изучаемой характеристики равна сумме интенсивностей объектов с рангами 1 и 2. Так, один из видов экспертного оценивания - оценки учащихся. Вряд ли кто-либо будет утверждать, что знания отличника равны сумме знаний двоечника и троечника (хотя  $5 = 2 + 3$ ), хорошист соответствует двум двоечникам ( $2 + 2 = 4$ ), а между отличником и троечником такая же разница, как между хорошистом и двоечником ( $5 - 3 = 4 - 2$ ). Поэтому очевидно, что для анализа подобного рода качественных данных необходима не всем известная арифметика, а другая теория, дающая базу для разработки, изучения и применения конкретных методов расчета. Эта другая теория и есть РТИ. Надо иметь в виду, что в настоящее время термин «теория измерений» применяется для обозначения целого ряда научных дисциплин: классической метрологии (она занимается в основном измерениями физических величин), РТИ, некоторых других направлений, например, алгоритмической теории измерений.

Сначала РТИ развивалась как теория психофизических измерений. Основоположник современной РТИ американский психолог С.С. Стивенс в первой половине XX в. основное внимание уделял шкалам измерения. Характерен следующий этап развития РТИ. Один из томов выпущенной в США в 1950-х годах «Энциклопедии психологических наук» назывался «Психологические измерения». Значит, составители этого тома расширили сферу применения РТИ с психофизики на психологию в целом. А в основной статье в этом сборнике под названием, обратите внимание, «Основы теории

измерений», изложение шло на абстрактно-математическом уровне, без привязки к какой-либо конкретной области применения. В этой статье упор был сделан на «гомоморфизмах эмпирических систем с отношениями в числовые» (в эти математические термины здесь вдаваться нет необходимости), и математическая сложность изложения возросла по сравнению с работами С.С. Стивенса.

Уже в одной из первых отечественных статей по РТИ (конец 1960-х годов) было установлено, что баллы, присваиваемые экспертами при оценке объектов экспертизы, как правило, измерены в порядковой шкале. Отечественные работы, появившиеся в начале 1970-х годов, привели к существенному расширению области использования РТИ. Ее применяли к педагогической квалиметрии (измерению качества знаний учащихся), в системных исследованиях, в различных задачах теории экспертных оценок, для агрегирования показателей качества продукции, в социологических исследованиях и других областях.

В качестве двух основных проблем РТИ наряду с *установлением типа шкалы* был выдвинут поиск алгоритмов анализа данных, результат работы которых не меняется при любом допустимом преобразовании шкалы (т.е. является *инвариантным* относительно этого преобразования).

***Основные шкалы измерения.*** В соответствии с РТИ при математическом моделировании реального явления или процесса следует прежде всего установить, *в каких типах шкал измерены* те или иные переменные. Тип шкалы задает так называемую «*группу допустимых преобразований*» шкалы. Верно и обратное - группа допустимых преобразований определяет тип шкалы. При этом термин группа понимается в том же смысле, что и в (высшей) алгебре.

Допустимые преобразования не меняют рассматриваемых в

данной шкале соотношений между объектами измерения. Например, при измерении длины переход от аршин к метрам не меняет соотношений между длинами рассматриваемых объектов - если первый объект длиннее второго, то это будет установлено и при измерении в аршинах, и при измерении в метрах.

Укажем основные виды шкал измерения и соответствующие группы допустимых преобразований. В *шкале наименований* (другое название - *номинальной* шкале) *допустимыми* являются все взаимно-однозначные преобразования. В этой шкале числа используются лишь как метки. Примерно так же, как при сдаче белья в прачечную, т.е. лишь для различения объектов. В шкале наименований измерены, например, номера телефонов, автомашин, паспортов, студенческих билетов. Пол людей тоже измерен в шкале наименований, результат измерения принимает два значения - мужской, женский. Раса, национальность, цвет глаз, волос - номинальные признаки. Номера букв в алфавите - тоже измерения в шкале наименований. Никому в здравом уме не придет в голову складывать или умножать номера телефонов, такие операции не имеют смысла. Сравнить буквы и говорить, например, что буква П лучше буквы С, также никто не будет. Единственное, для чего годятся измерения в шкале наименований - это различать объекты. Во многих случаях только это от них и требуется. Например, шкафчики в раздевалках для взрослых различают по номерам, т.е. числам, а в детских садах используют рисунки, поскольку дети еще не знают чисел.

В *порядковой* шкале числа используются для установления порядка между объектами. Простейшим примером являются оценки знаний учащихся. Символично, что в средней школе применяются оценки 2, 3, 4, 5, а в высшей ровно тот же смысл выражается словесно - неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. Этим

подчеркивается «нечисловой» характер оценок знаний учащихся. В порядковой шкале *допустимыми* являются все строго возрастающие преобразования.

Установление типа шкалы, т.е. задания группы допустимых преобразований шкалы измерения - дело специалистов соответствующей прикладной области. Так, оценки привлекательности профессий мы, выступая в качестве социологов, считали измеренными в порядковой шкале. Однако отдельные социологи не соглашались с нами, полагая, что выпускники школ пользуются шкалой с более узкой группой допустимых преобразований, например, интервальной шкалой. Очевидно, эта проблема относится не к математике, а к наукам о человеке. Для ее решения может быть поставлен достаточно трудоемкий эксперимент. Пока же он не поставлен, целесообразно принимать порядковую шкалу, так как это гарантирует от возможных ошибок.

Оценки экспертов, как уже отмечалось, часто следует считать измеренными в порядковой шкале. Типичным примером являются задачи ранжирования и классификации промышленных объектов, подлежащих экологическому страхованию (см. ниже).

Почему мнения экспертов естественно выражать именно в порядковой шкале? *Как показали многочисленные опыты, человек более правильно (и с меньшими затруднениями) отвечает на вопросы качественного, например, сравнительного, характера, чем количественного.* Так, ему легче сказать, какая из двух гирь тяжелее, чем указать их примерный вес в граммах.

Используется много других известных примеров порядковых шкал. Так, например, в минералогии используется шкала Мооса, по которому минералы классифицируются согласно критерию твердости. А именно: тальк имеет балл 1, гипс - 2, кальций - 3, флюорит - 4,

апатит - 5, ортоклаз - 6, кварц - 7, топаз - 8, корунд - 9, алмаз - 10. Порядковыми шкалами в географии являются - бофортова шкала ветров («штиль», «слабый ветер», «умеренный ветер» и т.д.), шкала силы землетрясений. В медицине порядковыми шкалами являются - шкала стадий гипертонической болезни (по Мясникову), шкала степеней сердечной недостаточности (по Стражеско-Василенко-Лангу), шкала степени выраженности коронарной недостаточности (по Фогельсону). Номера домов также измерены в порядковой шкале. При оценке качества продукции и услуг, в т.н. квалиметрии (буквальный перевод: измерение качества) популярны порядковые шкалы. А именно, единица продукции оценивается как годная или не годная. При более тщательном анализе используется шкала с тремя градациями: есть значительные дефекты - присутствуют только незначительные дефекты - нет дефектов.

При оценке экологических воздействий первоначальная оценка - обычно порядковая: природная среда стабильна - природная среда угнетена (деградирует). Аналогично в эколого-медицинской шкале: нет выраженного воздействия на здоровье людей - отмечается отрицательное воздействие на здоровье. Порядковая шкала используется и в иных областях.

*Порядковая шкала и шкала наименований - основные шкалы качественных признаков.* Поэтому во многих конкретных областях результаты качественного анализа можно рассматривать как измерения по этим шкалам.

*Основные шкалы количественных признаков - это шкалы интервалов, отношений, разностей, абсолютная.* По шкале интервалов измеряют величину потенциальной энергии или координату точки на прямой. В этих случаях на шкале нельзя отметить ни естественное начало отсчета, ни естественную единицу

измерения. Допустимыми преобразованиями в шкале интервалов являются линейные возрастающие преобразования, т.е. линейные функции. Температурные шкалы Цельсия и Фаренгейта связаны именно такой зависимостью:  $C^0 = 5/9 (\Phi^0 - 32)$ , где  $C^0$  - температура по шкале Цельсия, а  $\Phi^0$  - температура по шкале Фаренгейта.

Из количественных шкал наиболее распространенными в науке и практике являются шкалы *отношений*. В них есть естественное начало отсчета - нуль, т.е. отсутствие величины, но нет естественной единицы измерения. По шкале отношений измерены большинство физических единиц: масса тела, длина, заряд, а также цены в экономике. Допустимыми преобразованиями шкале отношений являются подобные (изменяющие только масштаб). Другими словами, линейные возрастающие преобразования без свободного члена.

Время измеряется по шкале *разностей*, если год принимаем естественной единицей измерения, и по шкале интервалов в общем случае. Исходя из периодов обращения Земли вокруг Солнца и Луны вокруг Земли можно построить естественную единицу измерения времени, однако естественного начала отсчета указать на современном уровне знаний нельзя. Дату сотворения мира различные авторы рассчитывают по-разному, равно как и момент рождения Христа. Так, согласно новой статистической хронологии Господь Иисус Христос родился в 1054 г. в Стамбуле (он же - Царьград, Византия, Троя, Иерусалим, Рим) по принятому ныне летоисчислению.

Только для *абсолютной* шкалы результаты измерений - числа в обычном смысле слова. Примером является число людей в комнате. Для абсолютной шкалы допустимым является только тождественное преобразование.

В процессе развития соответствующей области знания тип

шкалы может меняться. Так, сначала температура измерялась людьми по *порядковой* шкале (холоднее - теплее). Затем - по *интервальной* (шкалы Цельсия, Фаренгейта, Реомюра). Наконец, после открытия абсолютного нуля температур ее следует считать измеренной по шкале *отношений* (шкала Кельвина). Надо отметить, что среди специалистов иногда имеются разногласия по поводу того, по каким шкалам следует считать измеренными те или иные реальные величины. Другими словами, процесс измерения включает в себя и определение типа шкалы (вместе с обоснованием).

***Инвариантные алгоритмы и средние величины.*** Основное требование к алгоритмам анализа данных формулируется в РТИ так: *выводы, сделанные на основе данных, измеренных в шкале определенного типа, не должны меняться при допустимом преобразовании шкалы измерения этих данных.* Другими словами, выводы обязаны быть *инвариантными* по отношению к допустимым преобразованиям шкалы.

Таким образом, одна из основных целей теории измерений - борьба с субъективизмом исследователя при приписывании численных значений реальным объектам. Так, расстояния можно измерять в аршинах, сажнях, верстах, метрах, микронах, милях, парсеках и других единицах измерения. Массу (вес) - в пудах, килограммах, фунтах и др. Цены на товары и услуги можно указывать в юанях, рублях, тенге, гривнах, латах, кронах, марках, тугриках, долларах США и других валютах (при условии заданных курсов пересчета). Подчеркнем очень важное, хотя и вполне очевидное обстоятельство: выбор единиц измерения зависит от исследователя, т.е. субъективен. *Статистические выводы могут быть адекватны реальности только тогда, когда они не зависят от того, какую единицу измерения предпочтет исследователь, т.е. когда они*

*инвариантны относительно допустимого преобразования шкалы.*

В качестве примера рассмотрим обработку мнений экспертов, измеренных в порядковой шкале. Пусть  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  - совокупность оценок экспертов, «выставленных» одному объекту экспертизы (например, одному из вариантов стратегического развития фирмы),  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  - второму объекту экспертизы (другому варианту такого развития).

Как сравнивать эти совокупности? Очевидно, самый простой способ - по средним значениям. А как вычислять средние? Известны различные виды средних величин: среднее арифметическое, медиана, мода, среднее геометрическое, среднее гармоническое, среднее квадратическое. Обобщением нескольких из перечисленных является среднее по Колмогорову. Для чисел  $X_1, X_2, \dots, X_n$  среднее по Колмогорову вычисляется по формуле

$$G\{(F(X_1) + F(X_2) + \dots + F(X_n))/n\},$$

где  $F$  - строго монотонная (т.е. строго возрастающая или строго убывающая) функция,  $G$  - функция, обратная к  $F$  (т.е. такая, что  $G(F(x)) = x$ ,  $F(G(y))=y$ ). Среди средних по Колмогорову - много хорошо известных персонажей. Так, если  $F(x) = x$ , то среднее по Колмогорову - это среднее арифметическое, если  $F(x) = \ln x$ , то - среднее геометрическое, если  $F(x) = 1/x$ , то - среднее гармоническое, если  $F(x) = x^2$ , то - среднее квадратическое, и т.д. С другой стороны, такие популярные средние, как медиана и мода, нельзя представить в виде средних по Колмогорову.

Напомним, что общее понятие средней величины введено французским математиком первой половины XIX в. академиком О. Коши. Оно таково: средней величиной является любая числовая функция  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$  такая, что при всех возможных значениях аргументов значение этой функции не меньше, чем минимальное из

чисел  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , и не больше, чем максимальное из этих чисел. Среднее по Колмогорову - частный случай среднего по Коши. Медиана и мода, хотя и не являются средними по Колмогорову, но тоже - средние по Коши.

При допустимом преобразовании шкалы значение средней величины, очевидно, меняется. Но выводы о том, для какой совокупности среднее больше, а для какой - меньше, не должны меняться (в соответствии с требованием инвариантности выводов, принятом как основное требование к выводам на основе анализа данных в РТИ). Сформулируем соответствующую математическую задачу поиска вида средних величин, результат сравнения которых устойчив относительно допустимых преобразований шкалы.

Пусть  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$  - среднее по Коши. Пусть среднее по первой совокупности меньше среднего по второй совокупности:

$$f(Y_1, Y_2, \dots, Y_n) < f(Z_1, Z_2, \dots, Z_n). \quad (5.1)$$

Тогда согласно РТИ для устойчивости результата сравнения средних необходимо, чтобы для любого допустимого преобразования  $g$  из группы допустимых преобразований в соответствующей шкале было справедливо также неравенство

$$f(g(Y_1), g(Y_2), \dots, g(Y_n)) < f(g(Z_1), g(Z_2), \dots, g(Z_n)), \quad (5.2)$$

т.е. среднее преобразованных значений из первой совокупности также было меньше среднего преобразованных значений для второй совокупности. Причем сформулированное условие должно быть верно для любых двух совокупностей  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  и  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  и, напомним, любого допустимого преобразования в рассматриваемой шкале. Согласно РТИ только такими средними (их называют устойчивыми относительно сравнения) можно пользоваться при анализе мнений экспертов и иных данных, измеренных в рассматриваемой шкале.

С помощью математической теории, развитой А.И.Орловым в 1970-х годах (см. монографию [4]), удается описать вид допустимых средних в основных шкалах:

в шкале наименований понятие среднего не имеет смысла, поскольку при допустимом преобразовании, переводящем  $Y_1$  в  $Z_1, Y_2$  в  $Z_2, \dots, Y_n$  в  $Z_n$  из двух неравенств (5.1) и (5.2) будет выполнено ровно одно;

из всех средних по Коши в порядковой шкале в качестве средних можно использовать только члены вариационного ряда (порядковые статистики), в частности, медиану (при нечетном объеме выборки; при четном же объеме следует применять один из двух центральных членов вариационного ряда - как их иногда называют, левую медиану или правую медиану), но не среднее арифметическое, среднее геометрическое и т.д.;

в шкале интервалов из всех средних по Колмогорову можно применять только среднее арифметическое;

в шкале отношений из всех средних по Колмогорову устойчивыми относительно сравнения являются только степенные средние и среднее геометрическое.

Приведем численный пример, показывающий некорректность использования среднего арифметического  $f(X_1, X_2) = (X_1 + X_2)/2$  в порядковой шкале. Пусть  $Y_1 = 1, Y_2 = 11, Z_1 = 6, Z_2 = 8$ . Тогда  $f(Y_1, Y_2) = 6$ , что меньше, чем  $f(Z_1, Z_2) = 7$ . Пусть строго возрастающее преобразование  $g$  таково, что  $g(1) = 1, g(6) = 6, g(8) = 8, g(11) = 99$ . Таких преобразований много. Например, можно положить  $g(x) = x$  при  $x$ , не превосходящих 8, и  $g(x) = 99(x - 8)/3 + 8 = 33(x - 8) + 8$  для  $x$ , больших 8. Тогда  $f(g(Y_1), g(Y_2)) = 50$ , что больше, чем  $f(g(Z_1), g(Z_2)) = 7$ . Как видим, в результате допустимого, т.е. строго возрастающего преобразования шкалы упорядоченность средних изменилась.

Аналогичный результат получаем и при использовании преобразования  $g(x)=x^2$ .

Приведенные результаты о средних величинах широко применяются, причем не только в теории экспертных оценок или социологии, но и, например, для анализа методов агрегирования датчиков в АСУ ТП доменных печей. Велико прикладное значение РТИ в задачах стандартизации и управления качеством, в частности, в квалиметрии. Здесь есть и интересные теоретические результаты. Так, например, любое изменение коэффициентов весомости единичных показателей качества продукции приводит к изменению упорядочения изделий по средневзвешенному показателю (эта теорема доказана В.В. Подиновским).

Рассмотрим в качестве примера один сюжет, связанный с ранжировками и рейтингами.

**Методы средних баллов.** В настоящее время распространены экспертные, маркетинговые, квалиметрические, социологические и иные опросы, в которых опрашиваемых просят выставить баллы объектам, изделиям, технологическим процессам, предприятиям, проектам, заявкам на выполнение научно-исследовательских работ, идеям, проблемам, программам, политикам и т.п., а затем рассчитывают средние баллы и рассматривают их как *интегральные (т.е. обобщенные, итоговые) оценки*, выставленные коллективом опрошенных экспертов. Какими формулами пользоваться для вычисления средних величин? Ведь средних величин существует, как мы знаем, очень много разных видов.

Обычно применяют *среднее арифметическое*. Специалисты по теории измерений уже более 25 лет знают, что *такой способ некорректен*, поскольку баллы обычно измерены в *порядковой* шкале (см. выше). Обоснованным является использование медиан в качестве

средних баллов. Однако полностью *игнорировать средние арифметические нецелесообразно из-за их привычности и распространенности*. Поэтому *представляется рациональным использовать одновременно оба метода - и метод средних арифметических рангов (баллов), и методов медианных рангов*. Такая рекомендация находится в согласии с общенаучной *концепцией устойчивости*, рекомендующей применять различные методы для обработки одних и тех же данных с целью выделить выводы, получаемые одновременно при всех методах. Такие выводы, видимо, соответствуют реальной действительности, в то время как заключения, меняющиеся от метода к методу, зависят от субъективизма исследователя, выбирающего метод обработки исходных экспертных оценок.

*Пример сравнения восьми проектов*. Рассмотрим конкретный пример применения только что сформулированного подхода.

По заданию руководства фирмы анализировались восемь проектов, предлагаемых для включения в план стратегического развития фирмы. Они обозначены следующим образом: Д, Л, М-К, Б, Г-Б, Сол, Стеф, К (по фамилиям менеджеров, предложивших их для рассмотрения). Все проекты были направлены 12 экспертам, включенным в экспертную комиссию, организованную по решению Правления фирмы. В приведенной ниже табл.5.1 приведены ранги восьми проектов, присвоенные им каждым из 12 экспертов в соответствии с представлением экспертов о целесообразности включения проекта в стратегический план фирмы. При этом эксперт присваивает ранг 1 самому лучшему проекту, который обязательно надо реализовать. Ранг 2 получает от эксперта второй по привлекательности проект, ..., наконец, ранг 8 - наиболее сомнительный проект, который реализовывать стоит лишь в

последнюю очередь).

Таблица 5.1.

Ранги 8 проектов по степени привлекательности  
для включения в план стратегического развития фирмы

| №<br>эксперта | Д | Л | М-К | Б   | Г-Б | Сол | Стеф | К |
|---------------|---|---|-----|-----|-----|-----|------|---|
| 1             | 5 | 3 | 1   | 2   | 8   | 4   | 6    | 7 |
| 2             | 5 | 4 | 3   | 1   | 8   | 2   | 6    | 7 |
| 3             | 1 | 7 | 5   | 4   | 8   | 2   | 3    | 6 |
| 4             | 6 | 4 | 2,5 | 2,5 | 8   | 1   | 7    | 5 |
| 5             | 8 | 2 | 4   | 6   | 3   | 5   | 1    | 7 |
| 6             | 5 | 6 | 4   | 3   | 2   | 1   | 7    | 8 |
| 7             | 6 | 1 | 2   | 3   | 5   | 4   | 8    | 7 |
| 8             | 5 | 1 | 3   | 2   | 7   | 4   | 6    | 8 |
| 9             | 6 | 1 | 3   | 2   | 5   | 4   | 7    | 8 |
| 10            | 5 | 3 | 2   | 1   | 8   | 4   | 6    | 7 |
| 11            | 7 | 1 | 3   | 2   | 6   | 4   | 5    | 8 |
| 12            | 1 | 6 | 5   | 3   | 8   | 4   | 2    | 7 |

*Примечание.* Эксперт № 4 считает, что проекты М-К и Б равноценны, но уступают лишь одному проекту - проекту Сол. Поэтому проекты М-К и Б должны были бы стоять на втором и третьем местах и получить баллы 2 и 3. Поскольку они равноценны, то получают средний балл  $(2+3)/2 = 5/2 = 2,5$ .

Анализируя результаты работы экспертов (т.е. упомянутую

таблицу), члены аналитической подразделения Рабочей группы, анализировавшие ответы экспертов по заданию Правления фирмы, были вынуждены констатировать, что полного согласия между экспертами нет, а потому данные, приведенные в таблице, следует подвергнуть более тщательному математическому анализу.

*Метод средних арифметических рангов.* Сначала был применен метод средних арифметических рангов. Для этого прежде всего была подсчитана сумма рангов, присвоенных проектам (см. табл. 5.1). Затем эта сумма была разделена на число экспертов, в результате рассчитан средний арифметический ранг (именно эта операция дала название методу). По средним рангам строится итоговая ранжировка (в другой терминологии - упорядочение), исходя из принципа - чем меньше средний ранг, тем лучше проект.

Наименьший средний ранг, равный 2,625, у проекта Б, - следовательно, в итоговой ранжировке он получает ранг 1. Следующая по величине сумма, равная 3,125, у проекта М-К, - и он получает итоговый ранг 2. Проекты Л и Сол имеют одинаковые суммы (равные 3,25), значит, с точки зрения экспертов они равноценны (при рассматриваемом способе сведения вместе мнений экспертов), а потому они должны бы стоять на 3 и 4 местах и получают средний балл  $(3+4) / 2 = 3,5$ . Дальнейшие результаты приведены в табл. 5.2 ниже.

Итак, ранжировка по суммам рангов (или, что то же самое, по средним арифметическим рангам) имеет вид:

$$Б < М-К < \{Л, Сол\} < Д < Стеф < Г-Б < К . \quad (5.3)$$

Здесь запись типа «А<Б» означает, что проект А предшествует проекту Б (т.е. проект А лучше проекта Б). Поскольку проекты Л и Сол получили одинаковую сумму баллов, то по рассматриваемому методу они эквивалентны, а потому объединены в группу (в фигурных

скобках). В терминологии математической статистики ранжировка (5.3) имеет одну связь.

*Метод медиан рангов.* Значит, наука сказала свое слово, итог расчетов - ранжировка (5.3), и на ее основе предстоит принимать решение? Так был поставлен вопрос при обсуждении полученных результатов на заседании Правления фирмы. Но тут наиболее знакомый с современной эконометрикой член Правления вспомнил то, о чем шла речь в предыдущем разделе. Он вспомнил, что ответы экспертов измерены в порядковой шкале, а потому для них неправомерно проводить усреднение методом средних арифметических. Надо использовать метод медиан.

Что это значит? Надо взять ответы экспертов, соответствующие одному из проектов, например, проекту Д. Это ранги 5, 5, 1, 6, 8, 5, 6, 5, 6, 5, 7, 1. Затем их надо расположить в порядке неубывания (проще было бы сказать - «в порядке возрастания», но поскольку некоторые ответы совпадают, то приходится использовать несколько непривычный термин «неубывание»). Получим последовательность: 1, 1, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 7, 8. На центральных местах - шестом и седьмом - стоят 5 и 5. Следовательно, медиана равна 5.

Медианы совокупностей из 12 рангов, соответствующих определенным проектам, приведены в предпоследней строке табл.5.2. (При этом медианы вычислены по обычным правилам статистики - как среднее арифметическое центральных членов вариационного ряда.) Итоговое упорядочение по методу медиан приведено в последней строке таблицы. Ранжировка (т.е. упорядочение - итоговое мнение комиссии экспертов) по медианам имеет вид:

$$Б < \{М-К, Л\} < Сол < Д < Стеф < К < Г-Б . \quad (5.4)$$

Поскольку проекты Л и М-К имеют одинаковые медианы баллов, то по рассматриваемому методу ранжирования они эквивалентны, а

потому объединены в группу (кластер), т.е. с точки зрения математической статистики ранжировка (5.4) имеет одну связь.

Таблица 5.2.

Результаты расчетов по методу средних арифметических и методу медиан для данных, приведенных в табл. 5.1.

|   | Д  | Л        | М-К       | Б         | Г-Б       | Сол      | Сте<br>ф  | К         |
|---|----|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Сумма рангов                              | 60 | 39       | 37,5      | 31,5      | 76        | 39       | 64        | 85        |
| Среднее арифметическое рангов             | 5  | 3,2<br>5 | 3,12<br>5 | 2,62<br>5 | 6,33<br>3 | 3,2<br>5 | 5,33<br>3 | 7,08<br>3 |
| Итоговый ранг по среднему арифметическому | 5  | 3,5      | 2         | 1         | 7         | 3,5      | 6         | 8         |
| Медианы рангов                            | 5  | 3        | 3         | 2,25      | 7,5       | 4        | 6         | 7         |
| Итоговый ранг по медианам                 | 5  | 2,5      | 2,5       | 1         | 8         | 4        | 6         | 7         |

*Сравнение ранжировок по методу средних арифметических и методу медиан.* Сравнение ранжировок (5.3) и (5.4) показывает их близость (похожесть). Можно принять, что проекты М-К, Л, Сол упорядочены как  $M-K < L < Сол$ , но из-за погрешностей экспертных оценок в одном методе признаны равноценными проекты Л и Сол (ранжировка (5.3)), а в другом - проекты М-К и Л (ранжировка (5.4)). Существенным является только расхождение, касающееся упорядочения проектов К и Г-Б: в ранжировке (5.3)  $Г-Б < К$ , а в ранжировке (5.4), наоборот,  $К < Г-Б$ . Однако эти проекты - наименее

привлекательные из восьми рассматриваемых, и при выборе наиболее привлекательных проектов для дальнейшего обсуждения и использования на указанное расхождение можно не обращать внимания.

Рассмотренный пример демонстрирует сходство и различие ранжировок, полученных по методу средних арифметических рангов и по методу медиан, а также пользу от их совместного применения.

***Метод согласования кластеризованных ранжировок.***

Проблема состоит в расчете итогового мнения комиссии экспертов в виде нестроого порядка на основе набора кластеризованных ранжировок (на статистическом языке - ранжировок со связями). Этот набор может отражать мнения нескольких экспертов или быть получен при обработке мнений экспертов различными методами. *Предлагается метод согласования кластеризованных ранжировок, позволяющий «загнать» противоречия внутрь специальным образом построенных кластеров (групп), в то время как упорядочение кластеров соответствует одновременно всем исходным упорядочениям.*

В различных прикладных областях возникает необходимость анализа нескольких кластеризованных ранжировок объектов. К таким областям относятся прежде всего экология, инженерный бизнес, менеджмент, экономика, социология, прогнозирование, научные и технические исследования и т.д., особенно те их разделы, что связаны с экспертными оценками (см., например, [1, 2]). В качестве объектов могут выступать образцы продукции, технологии, математические модели, проекты, кандидаты на должность и др. Кластеризованные ранжировки могут быть получены как с помощью экспертов, так и объективным путем, например, при сопоставлении математических моделей с экспериментальными данными с помощью того или иного

критерия качества. Мы разработали описанный ниже метод в связи с проблемами химической безопасности биосферы и экологического страхования.

*Опишем метод построения кластеризованной ранжировки, согласованной (в раскрытом ниже смысле) со всеми рассматриваемыми кластеризованными ранжировками. При этом противоречия между отдельными исходными ранжировками оказываются заключенными внутри кластеров согласованной ранжировки. В результате упорядоченность кластеров отражает общее мнение экспертов, точнее, то общее, что содержится в исходных ранжировках.*

В кластеры заключены объекты, по поводу которых некоторые из исходных ранжировок *противоречат* друг другу. Для их упорядочения необходимо провести новые исследования. Эти исследования могут быть как формально-математическими (например, вычисление медианы Кемени, упорядочения по средним рангам или по медианам и т.п.), так и требовать привлечения новой информации из соответствующей прикладной области, возможно, проведения дополнительных научных или прикладных работ.

*Введем необходимые понятия, затем сформулируем алгоритм согласования кластеризованных ранжировок в общем виде и рассмотрим его свойства.*

Пусть имеется конечное число объектов, которые мы для простоты изложения будем изображать натуральными числами 1, 2, 3, ...,  $k$  и называть их совокупность «носителем». *Под кластеризованной ранжировкой, определенной на заданном носителе, понимаем следующую математическую конструкцию.* Пусть объекты разбиты на группы, которые будем называть кластерами. В кластере может быть и один элемент. Входящие в один кластер объекты будем

заклучать в фигурные скобки. Например, объекты 1, 2, 3, ..., 10 могут быть разбиты на 7 кластеров: {1}, {2, 3}, {4}, {5, 6, 7}, {8}, {9}, {10}. В этом разбиении один кластер {5, 6, 7} содержит три элемента, другой - {2, 3} - два, остальные пять - по одному элементу. Кластеры не имеют общих элементов, а объединение их (как множеств) есть все рассматриваемое множество объектов (весь носитель).

*Вторая составляющая кластеризованной ранжировки - это строгий линейный порядок между кластерами.* Задано, какой из них первый, какой второй, и т.д. Будем изображать упорядоченность с помощью знака  $<$ . При этом кластеры, состоящие из одного элемента, будем для простоты изображать без фигурных скобок. Тогда кластеризованную ранжировку на основе введенных выше кластеров можно изобразить так:

$$A = [ 1 < \{2, 3\} < 4 < \{5, 6, 7\} < 8 < 9 < 10 ] .$$

Конкретные кластеризованные ранжировки будем заключать в квадратные скобки. Если для простоты речи термин «кластер» применять только к кластеру не менее чем из 2-х элементов, то можно сказать, что в кластеризованную ранжировку  $A$  входят два кластера {2, 3} и {5, 6, 7} и 5 отдельных элементов.

Введенная описанным образом кластеризованная ранжировка является бинарным отношением на носителе - множестве {1, 2, 3, ..., 10}. Его структура такова. Задано отношение эквивалентности с 7-ю классами эквивалентности, а именно, {2, 3}, {5, 6, 7}, а 5 классов остальные состоят из оставшихся 5 отдельных элементов. Затем введен строгий линейный порядок между классами эквивалентности.

Введенный математический объект известен в литературе как «ранжировка со связями» (М. Холлендер, Д. Вулф), «упорядочение» (Дж. Кемени, Дж. Снелл), «квазисерия» (Б.Г. Миркин), «совершенный квазипорядок» (Ю.А. Шрейдер [3, с.127, 130]). Учитывая разноречивость в

терминологии, мы сочли полезным ввести собственный термин «кластеризованная ранжировка», поскольку в нем явным образом названы основные элементы изучаемого математического объекта - кластеры, рассматриваемые на этапе согласования ранжировок как классы эквивалентности, и ранжировка - строгий совершенный порядок между ними (в терминологии Ю.А. Шрейдера [3, гл.IV]).

Следующее важное понятие - *противоречивость*. Оно определяется для четверки - две кластеризованные ранжировки на одном и том же носителе и два различных объекта - элементы того же носителя. При этом два элемента из одного кластера будем связывать символом равенства =, как эквивалентные.

Пусть  $A$  и  $B$  - две кластеризованные ранжировки. Пару объектов  $(a, b)$  назовем «противоречивой» относительно кластеризованных ранжировок  $A$  и  $B$ , если эти два элемента по-разному упорядочены в  $A$  и  $B$ , т.е.  $a < b$  в  $A$  и  $a > b$  в  $B$  (первый вариант противоречивости) либо  $a > b$  в  $A$  и  $a < b$  в  $B$  (второй вариант противоречивости). Отметим, что в соответствии с этим определением пара объектов  $(a, b)$ , эквивалентная хотя бы в одной кластеризованной ранжировке, не может быть противоречивой: эквивалентность  $a = b$  не образует «противоречия» ни с  $a < b$ , ни с  $a > b$ . Это свойство оказывается полезным при выделении противоречивых пар.

В качестве примера рассмотрим, кроме  $A$ , еще две кластеризованные ранжировки

$$B = [ \{1,2\} < \{3, 4, 5\} < 6 < 7 < 9 < \{8, 10\} ],$$

$$C = [ 3 < \{1, 4\} < 2 < 6 < \{5, 7, 8\} < \{9, 10\} ].$$

Совокупность противоречивых пар объектов для двух кластеризованных ранжировок  $A$  и  $B$  назовем «ядром противоречий» и обозначим  $S(A, B)$ . Для рассмотренных выше в качестве примеров

трех кластеризованных ранжировок  $A$ ,  $B$  и  $C$ , определенных на одном и том же носителе  $\{1, 2, 3, \dots, 10\}$ , имеем

$$S(A, B) = [ (8, 9) ], S(A, C) = [ (1, 3), (2, 4) ],$$

$$S(B, C) = [ (1, 3), (2, 3), (2, 4), (5, 6), (8, 9) ].$$

Как при ручном, так и при программном нахождении ядра можно в поисках противоречивых пар просматривать пары  $(1, 2)$ ,  $(1, 3)$ ,  $(1, 4)$ , ...,  $(1, k)$ , затем  $(2, 3)$ ,  $(2, 4)$ , ...,  $(2, k)$ , потом  $(3, 4)$ , ...,  $(3, k)$ , и т.д., вплоть до  $(k-1, k)$ .

Пользуясь понятиями дискретной математики, «ядро противоречий» можно изобразить *графом* с вершинами в точках носителя. При этом *противоречивые пары задают ребра этого графа*. Граф для  $S(A, B)$  имеет только одно ребро (одна связная компонента более чем из одной точки), для  $S(A, C)$  - 2 ребра (две связные компоненты более чем из одной точки), для  $S(B, C)$  - 5 ребер (три связные компоненты более чем из одной точки, а именно,  $\{1, 2, 3, 4\}$ ,  $\{5, 6\}$  и  $\{8, 9\}$ ).

Каждую кластеризованную ранжировку, как и любое бинарное отношение, можно задать квадратной матрицей  $\|x(a, b)\|$  из 0 и 1 порядка  $k$ . При этом  $x(a, b) = 1$  тогда и только тогда, когда  $a < b$  либо  $a = b$ . В первом случае  $x(b, a) = 0$ , а во втором  $x(b, a) = 1$ . При этом хотя бы одно из чисел  $x(a, b)$  и  $x(b, a)$  равно 1. Из определения противоречивости пары  $(a, b)$  вытекает, что для нахождения всех таких пар достаточно поэлементно перемножить матрицы  $\|x(a, b)\|$  и  $\|y(a, b)\|$ , соответствующие двум кластеризованным ранжировкам, и отобрать те и только те пары, для которых

$$x(a, b) y(a, b) = x(b, a) y(b, a) = 0.$$

Предлагаемый алгоритм согласования некоторого числа (двух или более) кластеризованных ранжировок состоит из трех этапов. На первом *выделяются противоречивые пары* объектов во всех парах

кластеризованных ранжировок. На втором формируются кластеры итоговой кластеризованной ранжировки (т.е. классы эквивалентности - *связные компоненты графов*, соответствующих объединению попарных ядер противоречий). На третьем этапе эти *кластеры (классы эквивалентности) упорядочиваются*. Для установления порядка между кластерами произвольно выбирается один объект из первого кластера и второй - из второго, порядок между кластерами устанавливается такой же, какой имеет быть между выбранными объектами в любой из рассматриваемых кластеризованных ранжировок. Корректность подобного упорядочивания, т.е. его независимость от выбора той или иной пары объектов, вытекает из соответствующих теорем, доказанных в статье [2]. Два объекта из разных кластеров согласующей кластеризованной ранжировки могут оказаться эквивалентными в одной из исходных кластеризованных ранжировок (т.е. находиться в одном кластере). В таком случае надо рассмотреть упорядоченность этих объектов в какой-либо другой из исходных кластеризованных ранжировок. Если же во всех исходных кластеризованных ранжировках два рассматриваемых объекта находились в одном кластере, то естественно считать (и это является уточнением к этапу 3 алгоритма), что они находятся в одном кластере и в согласующей кластеризованной ранжировке.

Результат согласования кластеризованных ранжировок  $A, B, C, \dots$  обозначим  $f(A, B, C, \dots)$ . Тогда

$$f(A, B) = [ 1 < 2 < 3 < 4 < 5 < 6 < 7 < \{8, 9\} < 10 ],$$

$$f(A, C) = [ \{1, 3\} < \{2, 4\} < 6 < \{5, 7\} < 8 < 9 < 10 ],$$

$$f(B, C) = [ \{1, 2, 3, 4\} < \{5, 6\} < 7 < \{8, 9\} < 10 ],$$

$$f(A, B, C) = f(B, C) = [ \{1, 2, 3, 4\} < \{5, 6\} < 7 < \{8, 9\} < 10 ].$$

В случае  $f(A, B)$  дополнительного изучения с целью упорядочения требуют только объекты 8 и 9. В случае  $f(A, C)$  кластер  $\{5, 7\}$

появился не потому, что относительно объектов 5 и 7 имеется противоречие, а потому, что в обеих исходных ранжировках эти объекты не различаются. В случае  $f(B, C)$  объекты 1, 2, 3, 4 объединились в один кластер, т.е. кластеризованные ранжировки оказались настолько противоречивыми, что процедура согласования не позволила провести достаточно полную декомпозицию задачи нахождения итогового мнения экспертов.

Рассмотрим некоторые свойства алгоритмов согласования.

1. Пусть  $D = f(A, B, C, \dots)$ . Если  $a < b$  в согласующей кластеризованной ранжировке  $D$ , то  $a < b$  или  $a = b$  в каждой из исходных ранжировок  $A, B, C, \dots$

2. Построение согласующих кластеризованных ранжировок может осуществляться поэтапно. В частности,

$$f(A, B, C) = f(f(A, B), f(A, C), f(B, C)).$$

Ясно, что *ядро противоречий для набора кластеризованных ранжировок является объединением таких ядер для всех пар рассматриваемых ранжировок.*

3. Построение согласующих кластеризованных ранжировок нацелено на выделение общего упорядочения в исходных кластеризованных ранжировках. Однако при этом некоторые общие свойства исходных кластеризованных ранжировок могут теряться. Так, при согласовании ранжировок  $B$  и  $C$ , рассмотренных выше, противоречия в упорядочении элементов 1 и 2 не было - в ранжировке  $B$  эти объекты входили в один кластер, т.е.  $1 = 2$ , в то время как  $1 < 2$  в кластеризованной ранжировке  $C$ . Значит, при их отдельном рассмотрении можно принять упорядочение  $1 < 2$ . Однако в  $f(B, C)$  они попали в один кластер, т.е. возможность их упорядочения исчезла. Это связано с поведением объекта 3, который «перескочил» в  $C$  на первое место и «увлек с собой в противоречие» пару (1, 2),

образовав противоречивые пары и с 1, и с 2. Другими словами, связная компонента графа, соответствующего ядру противоречий, сама по себе не всегда является полным графом. Недостающие ребра при этом соответствуют парам типа (1, 2), которые сами по себе не являются противоречивыми, но «увлекаются в противоречие» другими парами.

4. Необходимость согласования кластеризованных ранжировок возникает, в частности, при разработке методики применения экспертных оценок в задачах экологического страхования и химической безопасности биосферы. Как уже говорилось, популярным является метод упорядочения по средним рангам, в котором итоговая ранжировка строится на основе средних арифметических рангов, выставленных отдельными экспертами [1]. Однако из теории измерений известно [4, гл.3], что более обоснованным является использование не средних арифметических, а медиан (подробнее см. выше). Вместе с тем метод средних рангов весьма известен и широко применяется, так что просто отбросить его нецелесообразно. Поэтому было принято решение об одновременном применении обоих методов. Реализация этого решения потребовала разработки методики согласования двух указанных кластеризованных ранжировок.

5. Область применения рассматриваемого метода не ограничивается экспертными оценками. Он может быть использован, например, для сравнения качества математических моделей процесса испарения жидкости. Имелись данные экспериментов и результаты расчетов по 8 математическим моделям. Сравнить модели можно по различным критериям качества. Например, по сумме модулей относительных отклонений расчетных и экспериментальных значений. Можно и по другому - в каждой экспериментальной точке

упорядочить модели по качеству, а потом получать единую оценку методами средних рангов и медиан. Использовались и иные методы. Затем применялись методы согласования полученных кластеризованных ранжировок. В результате оказалось возможным упорядочить модели по качеству и использовать это упорядочение при разработке банка математических моделей, используемого в задачах химической безопасности биосферы.

6. Рассматриваемый метод согласования кластеризованных ранжировок построен в соответствии с *методологией теории устойчивости* [4], согласно которой результат обработки данных, инвариантный относительно метода обработки, соответствует реальности, а результат расчетов, зависящий от метода обработки, отражает субъективизм исследователя, а не объективные соотношения.

## **5.6. Математические методы анализа экспертных оценок**

При анализе мнений экспертов можно применять самые разнообразные статистические методы, описывать их - значит описывать практически всю прикладную статистику. Тем не менее можно выделить основные широко используемые в настоящее время методы математической обработки экспертных оценок - это проверка согласованности мнений экспертов (или классификация экспертов, если нет согласованности) и усреднение мнений экспертов внутри согласованной группы.

Поскольку ответы экспертов во многих процедурах экспертного опроса - не числа, а такие объекты нечисловой природы, как градации качественных признаков, ранжировки, разбиения, результаты парных сравнений, нечеткие предпочтения и т.д., то для их анализа

оказываются полезными методы статистики объектов нечисловой природы.

***Почему ответы экспертов часто носят нечисловой характер?*** Наиболее общий ответ состоит в том, что люди не мыслят числами. В мышлении человека используются образы, слова, но не числа. Поэтому требовать от эксперта ответ в форме чисел - значит насиловать его разум. Даже в экономике предприниматели, принимая решения, лишь частично опираются на численные расчеты. Это видно из условного (т.е. определяемого произвольно принятыми соглашениями, обычно оформленными в виде инструкций) характера балансовой прибыли, амортизационных отчислений и других экономических показателей. Поэтому фраза типа «фирма стремится к максимизации прибыли» не может иметь строго определенного смысла. Достаточно спросить: «Максимизация прибыли - за какой период?» И сразу станет ясно, что степень оптимальности принимаемых решений зависит от горизонта планирования (на экономико-математическом уровне этот сюжет рассмотрен в монографии [4]).

Эксперт может сравнить два объекта, сказать, какой из двух лучше (метод парных сравнений), дать им оценки типа «хороший», «приемлемый», «плохой», упорядочить несколько объектов по привлекательности, но обычно не может ответить, во сколько раз или на сколько один объект лучше другого. Другими словами, ответы эксперта обычно измерены в порядковой шкале, или являются ранжировками, результатами парных сравнений и другими объектами нечисловой природы, но не числами. *Распространенное заблуждение состоит в том, что ответы экспертов стараются рассматривать как числа, занимаются «оцифровкой» их мнений, приписывая этим мнениям численные значения - баллы, которые потом обрабатывают*

*с помощью методов прикладной статистики как результаты обычных физико-технических измерений.* В случае произвольности «оцифровки» выводы, полученные в результате обработки данных, могут не иметь отношения к реальности. В связи с «оцифровкой» уместно вспомнить классическую притчу о человеке, который ищет потерянные ключи под фонарем, хотя потерял их в кустах. На вопрос, почему он так делает, отвечает: «Под фонарем светлее». Это, конечно, верно. Но, к сожалению, весьма малы шансы найти потерянные ключи под фонарем. Так и с «оцифровкой» нечисловых данных. Она дает возможность имитации научной деятельности, но не возможность найти истину.

***Проверка согласованности мнений экспертов и классификация экспертных мнений.*** Ясно, что мнения разных экспертов различаются. Важно понять, насколько велико это различие. Если мало - усреднение мнений экспертов позволит выделить то общее, что есть у всех экспертов, отбросив случайные отклонения в ту или иную сторону. Если велико - усреднение является чисто формальной процедурой. Так, если представить себе, что ответы экспертов равномерно покрывают поверхность бублика, то формальное усреднение укажет на центр дырки от бублика, а такого мнения не придерживается ни один эксперт. Из сказанного ясна важность проблемы проверки согласованности мнений экспертов.

Разработан ряд методов такой проверки. Статистические методы проверки согласованности зависят от математической природы ответов экспертов. Соответствующие статистические теории весьма трудны, если эти ответы - ранжировки или разбиения, и достаточно просты, если ответы - результаты независимых парных сравнений. Отсюда вытекает рекомендация по организации экспертного опроса: не старайтесь сразу получить от эксперта

ранжировку или разбиение, ему трудно это сделать, да и имеющиеся математические методы не позволяют далеко продвинуться в анализе подобных данных. Например, рекомендуют проверять согласованность ранжировок с помощью коэффициента ранговой конкордации Кендалла-Смита. Но давайте вспомним, какая статистическая модель при этом используется. Проверяется нулевая гипотеза, согласно которой ранжировки независимы и равномерно распределены на множестве всех ранжировок. Если эта гипотеза принимается, то конечно, ни о какой согласованности мнений экспертов говорить нельзя. А если отклоняется? Тоже нельзя. Например, может быть два (или больше) центра, около которых группируются ответы экспертов. Нулевая гипотеза отклоняется. Но разве можно говорить о согласованности?

Эксперту гораздо легче на каждом шагу сравнивать только два объекта. Пусть он занимается парными сравнениями. *Непараметрическая теория парных сравнений (теория люсианов) позволяет решать более сложные задачи, чем статистика ранжировок или разбиений.* В частности, вместо гипотезы равномерного распределения можно рассматривать гипотезу однородности, т.е. вместо совпадения всех распределений с одним фиксированным (равномерным) можно проверять лишь совпадение распределений мнений экспертов между собой, что естественно трактовать как согласованность их мнений. Таким образом, удастся избавиться от неестественного предположения равномерности.

При отсутствии согласованности экспертов естественно разбить их на группы сходных по мнению. Это можно сделать различными методами статистики объектов нечисловой природы, относящимися к кластер-анализу, предварительно введя метрику в пространство мнений экспертов. Идея американского математика Джона Кемени об

аксиоматическом введении метрик (см. ниже) нашла многочисленных продолжателей. Однако методы кластер-анализа обычно являются эвристическими. В частности, невозможно с позиций статистической теории обосновать «законность» объединения двух кластеров в один. Имеется важное исключение - для независимых парных сравнений (люсианов) разработаны методы, позволяющие проверять возможность объединения кластеров как статистическую гипотезу. Это - еще один аргумент за то, чтобы рассматривать теорию люсианов как ядро математических методов экспертных оценок [1].

**Нахождение итогового мнения комиссии экспертов.** Пусть мнения комиссии экспертов или какой-то ее части признаны согласованными. Каково же итоговое (среднее, общее) мнение комиссии? Согласно идее Джона Кемени следует найти среднее мнение как решение *оптимизационной задачи*. А именно, надо минимизировать суммарное расстояние от кандидата в средние до мнений экспертов. Найденное таким способом среднее мнение называют «медианой Кемени».

Математическая сложность состоит в том, что мнения экспертов лежат в некотором пространстве объектов нечисловой природы. Общая теория подобного усреднения построена в ряде наших работ [12 – 14], в частности, показано, что в силу обобщения закона больших чисел среднее мнение при увеличении числа экспертов (чьи мнения независимы и одинаково распределены) приближается к некоторому пределу, который естественно назвать *математическим ожиданием* (случайного элемента, имеющего то же распределение, что и ответы экспертов).

В конкретных пространствах нечисловых мнений экспертов вычисление медианы Кемени может быть достаточно сложным делом. Кроме свойств пространства, велика роль конкретных метрик. Так, в

пространстве ранжировок при использовании метрики, связанной с коэффициентом ранговой корреляции Кендалла, необходимо проводить достаточно сложные расчеты, в то время как применение показателя различия на основе коэффициента ранговой корреляции Спирмена приводит к упорядочению по средним рангам.

**Бинарные отношения и расстояние Кемени.** Как известно, бинарное отношение  $A$  на конечном множестве  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_k\}$  - это подмножество декартова квадрата  $Q^2 = \{(q_m, q_n), m, n = 1, 2, \dots, k\}$ . При этом пара  $(q_m, q_n)$  входит в  $A$  тогда и только тогда, когда между  $q_m$  и  $q_n$  имеется рассматриваемое отношение.

Каждую кластеризованную ранжировку, как и любое бинарное отношение, можно задать квадратной матрицей  $\|x(a, b)\|$  из 0 и 1 порядка  $k$ . При этом  $x(a, b) = 1$  тогда и только тогда, когда  $a < b$  либо  $a = b$ . В первом случае  $x(b, a) = 0$ , а во втором  $x(b, a) = 1$ . При этом хотя бы одно из чисел  $x(a, b)$  и  $x(b, a)$  равно 1.

Как использовать связь между ранжировками и матрицами? Например, из определения противоречивости пары  $(a, b)$  вытекает, что для нахождения всех таких пар можно воспользоваться матрицами, соответствующими ранжировкам. Достаточно поэлементно перемножить две матрицы  $\|x(a, b)\|$  и  $\|y(a, b)\|$ , соответствующие двум кластеризованным ранжировкам, и отобрать те и только те пары, для которых  $x(a, b)y(a, b) = x(b, a)y(b, a) = 0$ .

В экспертных методах используют, в частности, такие бинарные отношения, как ранжировки (упорядочения, или разбиения на группы, между которыми имеется строгий порядок), отношения эквивалентности, толерантности (отношения сходства). Как следует из сказанного выше, каждое бинарное отношение  $A$  можно описать матрицей  $\|a(i, j)\|$  из 0 и 1, причем  $a(i, j) = 1$  тогда и только тогда, когда  $q_i$  и  $q_j$  находятся в отношении  $A$ , и  $a(i, j) = 0$  в противном случае.

**Определение.** Расстоянием Кемени между бинарными отношениями  $A$  и  $B$ , описываемыми матрицами  $\|a(i, j)\|$  и  $\|b(i, j)\|$  соответственно, называется число

$$D(A, B) = \sum_{i, j=1}^k |a(i, j) - b(i, j)|,$$

где суммирование производится по всем  $i, j$  от 1 до  $k$ , т.е. расстояние Кемени между бинарными отношениями равно сумме модулей разностей элементов, стоящих на одних и тех же местах в соответствующих им матрицах.

Легко видеть, что расстояние Кемени - это число несовпадающих элементов в матрицах  $\|a(i, j)\|$  и  $\|b(i, j)\|$ .

Расстояние Кемени основано на некоторой системе аксиом. Эта система аксиом и вывод из нее формулы для расстояния Кемени между упорядочениями содержится в книге [7], которая сыграла большую роль в развитии в нашей стране такого научного направления, как анализ нечисловой информации [4, 6]. В дальнейшем под влиянием Кемени были предложены различные системы аксиом для получения расстояний в тех или иных нужных для социально-экономических исследований пространствах, например, в пространствах множеств [4].

**Медиана Кемени и законы больших чисел.** С помощью расстояния Кемени находят итоговое мнение комиссии экспертов. Пусть  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_p$  - ответы  $p$  экспертов, представленные в виде бинарных отношений. Для их усреднения используют т.н. **медиану Кемени**

$$\mathop{\text{Arg min}}_A \sum_{i=1}^p D(A_i, A),$$

где  $\mathop{\text{Arg min}}_A$  - то или те значения  $A$ , при которых достигается минимума указанная сумма расстояний Кемени от ответов экспертов

до текущей переменной  $A$ , по которой и проводится минимизация. Здесь

$$\sum_{i=1}^p D(A_i, A) = D(A_1, A) + D(A_2, A) + D(A_3, A) + \dots + D(A_p, A).$$

Кроме медианы Кемени, используют **среднее по Кемени**, в котором вместо  $D(A_i, A)$  стоит  $D^2(A_i, A)$ .

Медиана Кемени - частный случай определения эмпирического среднего в пространствах нечисловой природы. Для нее справедлив закон больших чисел, т.е. эмпирическое среднее приближается при росте числа составляющих (т.е.  $p$  - числа слагаемых в сумме), к теоретическому среднему:

$$\underset{A}{\text{Arg min}} \sum_{i=1}^p D(A_i, A) \rightarrow \underset{A}{\text{Arg min}} MD(A_i, A).$$

Здесь  $M$  - символ математического ожидания. Предполагается, что ответы  $p$  экспертов  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_p$  есть основания рассматривать как независимые одинаково распределенные случайные элементы (т.е. как случайную выборку) в соответствующем пространстве произвольной природы, например, в пространстве упорядочений или отношений эквивалентности. Систематически эмпирические и теоретические средние и соответствующие законы больших чисел изучены в ряде работ (см., например, [4, 6]).

Законы больших чисел показывают, во-первых, что медиана Кемени обладает *устойчивостью* по отношению к незначительному изменению состава экспертной комиссии; во-вторых, при увеличении числа экспертов она *приближается к некоторому пределу*. Его естественно рассматривать как *истинное мнение* экспертов, от которого каждый из них несколько отклонялся по случайным причинам.

Рассматриваемый здесь закон больших чисел является

обобщением известного в статистике «классического» закона больших чисел. Он основан на иной математической базе - теории оптимизации, в то время как «классический» закон больших чисел использует суммирование. Упорядочения и другие бинарные отношения нельзя складывать, поэтому приходится применять иную математическую базу.

Вычисление медианы Кемени - задача целочисленного программирования. В частности, для ее нахождения используется различные алгоритмы дискретной математики, в частности, основанные на методе ветвей и границ. Применяют также алгоритмы, основанные на идее случайного поиска, поскольку для каждого бинарного отношения нетрудно найти множество его соседей.

Таблица 5.3.

Матрица попарных расстояний

|    |   |    |   |    |    |    |   |    |
|----|---|----|---|----|----|----|---|----|
| 0  | 2 | 13 | 1 | 7  | 4  | 10 | 3 | 11 |
| 2  | 0 | 5  | 6 | 1  | 3  | 2  | 5 | 1  |
| 13 | 5 | 0  | 2 | 2  | 7  | 6  | 5 | 7  |
| 1  | 6 | 2  | 0 | 5  | 4  | 3  | 8 | 8  |
| 7  | 1 | 2  | 5 | 0  | 10 | 1  | 3 | 7  |
| 4  | 3 | 7  | 4 | 10 | 0  | 2  | 1 | 5  |
| 10 | 2 | 6  | 3 | 1  | 2  | 0  | 6 | 3  |
| 3  | 5 | 5  | 8 | 3  | 1  | 6  | 0 | 9  |
| 11 | 1 | 7  | 8 | 7  | 5  | 3  | 9 | 0  |

Рассмотрим пример вычисления медианы Кемени. Пусть дана квадратная матрица (порядка 9) попарных расстояний для множества бинарных отношений из 9 элементов  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_9$  (см. табл.5.3).

Найти в этом множестве *медиану* для множества из 5 элементов  $\{A_2, A_4, A_5, A_8, A_9\}$ .

В соответствии с определением медианы Кемени следует ввести в рассмотрение функцию

$$C(A) = \sum D(A_i, A) = D(A_2, A) + D(A_4, A) + D(A_5, A) + D(A_8, A) + D(A_9, A),$$

рассчитать ее значения для всех  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_9$  и выбрать наименьшее. Проведем расчеты:

$$C(A_1) = D(A_2, A_1) + D(A_4, A_1) + D(A_5, A_1) + D(A_8, A_1) + D(A_9, A_1) = 2 + 1 + 7 + 3 + 11 = 24,$$

$$C(A_2) = D(A_2, A_2) + D(A_4, A_2) + D(A_5, A_2) + D(A_8, A_2) + D(A_9, A_2) = 0 + 6 + 1 + 5 + 1 = 13,$$

$$C(A_3) = D(A_2, A_3) + D(A_4, A_3) + D(A_5, A_3) + D(A_8, A_3) + D(A_9, A_3) = 5 + 2 + 2 + 5 + 7 = 21,$$

$$C(A_4) = D(A_2, A_4) + D(A_4, A_4) + D(A_5, A_4) + D(A_8, A_4) + D(A_9, A_4) = 6 + 0 + 5 + 8 + 8 = 27,$$

$$C(A_5) = D(A_2, A_5) + D(A_4, A_5) + D(A_5, A_5) + D(A_8, A_5) + D(A_9, A_5) = 1 + 5 + 0 + 3 + 7 = 16,$$

$$C(A_6) = D(A_2, A_6) + D(A_4, A_6) + D(A_5, A_6) + D(A_8, A_6) + D(A_9, A_6) = 3 + 4 + 10 + 1 + 5 = 23,$$

$$C(A_7) = D(A_2, A_7) + D(A_4, A_7) + D(A_5, A_7) + D(A_8, A_7) + D(A_9, A_7) = 2 + 3 + 1 + 6 + 3 = 15,$$

$$C(A_8) = D(A_2, A_8) + D(A_4, A_8) + D(A_5, A_8) + D(A_8, A_8) + D(A_9, A_8) = 5 + 8 + 3 + 0 + 9 = 25,$$

$$C(A_9) = D(A_2, A_9) + D(A_4, A_9) + D(A_5, A_9) + D(A_8, A_9) + D(A_9, A_9) = 1 + 8 + 7 + 9 + 0 = 25.$$

Из всех вычисленных сумм наименьшая равна 13, и достигается она при  $A = A_2$ , следовательно, медиана Кемени - это  $A_2$ , а точнее, медиана Кемени – это множество, состоящее из одного элемента  $A_2$ , т.е. множество  $\{A_2\}$ .

## **5.7. Автоматизированное рабочее место «Математика в экспертизе»**

Обсудим разработанное под нашим руководством в 1990-х гг. автоматизированное рабочее место «Математика в экспертизе» и его использование при оценке убытков от аварийного загрязнения окружающей среды.

В настоящее время экспертные исследования широко применяются для решения различных сложных задач, связанных с экологическим страхованием (см. разд. 6.5), в частности, с оценкой, ранжированием и классификацией видов экологических опасностей и подверженных им объектов, оценкой и выбором технологий и проектов. Экспертные методы могут применяться, например, для отбора возможных исполнителей тех или иных работ, для оценивания совокупности объектов и выбора из них лучшего (или наиболее опасного), для выяснения возможностей разработки объекта с заданными характеристиками в увязке с временными, финансовыми и иными ограничениями, и т.д. При этом высококвалифицированные специалисты-эксперты с соответствием со специально разработанной процедурой формулируют свои мнения по рассматриваемым вопросам, которые затем сводятся вместе с целью подготовки для лица, принимающего решения, необходимой информации и проекта решения.

В настоящем разделе кратко обсуждаются догмы в области экспертных оценок и современные рекомендации, применение статистики объектов нечисловой природы в экспертных оценках, вопросы построения интегральных показателей качества, эффективности и пр., т.е. рейтингов, а также перспективы создания и применения гаммы современных методик экспертных оценок на основе подходов и результатов нашего научного коллектива.

***Экспертные исследования.*** Бесспорно совершенно, что для принятия обоснованных решений необходимо опираться на опыт, знания и интуицию специалистов. После второй мировой войны в рамках теории управления (менеджмента) стала развиваться самостоятельная дисциплина - экспертные оценки.

Напомним, методы экспертных оценок - это методы

организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов, выраженных в количественной и/или качественной форме с целью подготовки информации для принятия решений ЛПР - лицами, принимающими решения.

Большое распространение экспертных методов в практических работах находит свое отражение в том, что разрабатываются и утверждаются соответствующие нормативно-технические документы, например, ГОСТ 23554.2-82 «Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Обработка значений экспертных оценок качества продукции» или «Руководство по разработке комплексной оценки качества объекта». Разрабатываются и иные проекты, например, проект фирмы «Бектел Нэшнл. Инк.» (США) по методологии выбора технологии уничтожения химического оружия.

В настоящее время не существует научно обоснованной классификации методов экспертных оценок и тем более - однозначных рекомендаций по их применению. Вполне естественно, что сначала в нашей стране появились публикации о простейших методах экспертных оценок. Как обычно бывает, эти простые идеи широко распространились, вошли в массовое сознание инженеров и управленцев (менеджеров) - и стали, увы, тормозом на пути внедрения современных результатов в области экспертных оценок. По нашему мнению, наиболее продвинутые результаты в рассматриваемой области были получены в результате работы комиссии «Экспертные оценки» Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» в 70-90-х годах.

*Математика экспертных оценок.* Процедуры формирования экспертной группы, сбора и анализа мнений экспертов предполагают постоянное использование методов прикладной математической статистики. Без применения таких методов невозможно осуществить

выбор возможных экспертов и подбор состава экспертной комиссии, проверить согласованность мнений экспертов, выделить группы единомышленников, сформировать итоговое (среднее) мнение экспертной комиссии. Поэтому необходимо использовать при планировании и проведении экспертных обследований весь арсенал методов современной прикладной математической статистики. Однако приходится констатировать, что имеющиеся нормативно-технические и методические разработки не вполне соответствуют этому требованию, методы анализа мнений экспертов имеют недостатки с точки зрения современной прикладной математической статистики, не позволяют в полной мере использовать возможности современной вычислительной техники.

Поэтому анализ используемых в настоящее время процедур экспертных оценок целесообразно начать с анализа современных методов прикладной математической статистики.

Математические методы выборочных исследований - классическая область прикладной математической статистики. Начиная с 70-х годов в нашей стране развитие современных выборочных методов, в частности, статистики объектов нечисловой природы, стимулировалось запросами социологических и экспертных исследований [1, 6, 13 14]. Были разработаны новые теоретические и практические подходы, сформулированы постановки статистических задач описания данных, оценивания характеристик и параметров, проверки гипотез, предложены алгоритмы анализа разнотипных данных (включающих значения количественных и качественных признаков), получены теоремы о свойствах этих алгоритмов, о состоятельности оценок и т.д. В частности, сводка теоретических результатов была издана в виде сборника [15], подготовленного подкомиссией «Статистика объектов нечисловой природы» Научного

Совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» и Институтом социологических исследований АН СССР.

Итак, на основе опыта комиссии «Экспертные оценки» Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» и сорока лет работы ее научного семинара «Математические методы анализа экспертных оценок» (в 1990е годы название было изменено на «Экспертные оценки и анализ данных») можно утверждать, что современные математические методы экспертных оценок - это в основном методы статистики объектов нечисловой природы.

*Описание автоматизированного рабочего места МАТЭК (МАТематические методы в Экспертных оценках).* Разработано и применяется весьма большое число методов (и особенно их разновидностей) организации и проведения экспертных исследований. Для решения конкретной задачи можно применять, как правило, не один, а много методов, и выбор наиболее подходящего из них лежит на организаторах экспертизы. (Попытки стандартизовать правила принятия подобных решений в настоящее время рассматриваются как нецелесообразные - таков один из результатов развития стандартизации в нашей стране в 1970 - 2010-е годы.) Разработанный нашим коллективом АРМ «МАТЭК» предоставляет организаторам экспертизы большие возможности для выбора тех или иных методов планирования, организации, проведения экспертизы, анализа экспертных оценок, обеспечивает необходимую компьютерную поддержку в проведении экспертного исследования.

АРМ «МАТЭК» предназначен для подготовки и проведения экспертизы по определенной теме. С помощью АРМ «МАТЭК» можно автоматизировать процесс подбора экспертов, работу комиссии экспертов и анализ экспертных мнений, а также подготовку опросных листов, бланков и всей отчетной документации.

Работа на АРМ в соответствии с методологией работ [1, 16] состоит из двух частей:

**А.** Подготовка экспертизы.

**В.** Проведение экспертизы.

**А.** Этап подготовки экспертизы включает в себя ввод всей информации, необходимой для проведения экспертизы. Итогом этого этапа являются два документа: «ТЗ» и «Сценарий».

Подробнее: на этом этапе ЛПР должен сформулировать цель экспертизы, сформировать руководство рабочей группы (РГ).

Далее к работе приступает РГ. Её руководитель должен ввести данные для формирования документа «ТЗ». Затем собираются данные для компоновки документа «Сценарий».

РГ может включать в себя Руководителя, Группу обработки, Группу связи и Интервьюеров.

Данные для документа «ТЗ» следующие: основание для проведения экспертизы, задачи экспертных опросов, сформулированные в соответствии с целью экспертизы, требования к ЭК, опросному листу, сроки выполнения экспертизы и порядок контроля за ними.

В зависимости от того, введены или нет те или иные данные для «ТЗ», они соответственно будут или нет включены в документ «ТЗ». Последний можно просмотреть на экране и распечатать.

Данные для документа «Сценарий» следующие: вводный текст (в этом тексте должна содержаться собственно последовательность действий при проведении экспертизы), календарный план (КП), список используемых методов анализа экспертных мнений (ЭМ). Как и при формировании «ТЗ», «Сценарий» может иметь разную структуру, в зависимости от того, какие пункты будут в него включены. Как приложение к «Сценарию» могут быть использованы

примеры бланков опросных листов, анкеты «Согласие» (для выявления согласия экспертов участвовать в экспертизе), анкеты «Снежный ком», «Взаимооценка» (если соответствующие этапы включены в КП). Для этих бланков также требуется ввести оповещение (либо выбрать стандартное). Документ «Сценарий» можно просмотреть на экране и распечатать.

При формировании «Сценария» будет сформирован опросный лист экспертизы. Опросный лист состоит из оповещения (стандартного или оригинального - по выбору РГ) и собственно вопросов. Вопросы группируются по задачам из ТЗ. При формулировке вопросов учитывается список методов обработки ответов. Точнее, пользователь, сформулировав вопрос, должен точно знать формат ответа. Для каждого формата ответа в АРМ предусмотрен список методов обработки ответов (краткое описание каждого из них можно будет просмотреть при выборе метода). Если пользователя не устраивает ни один из этих методов, он должен будет переформулировать вопрос (т. е. изменить формат ответа) так, чтобы в списке соответствующих методов оказался подходящий ему. Тем самым при формировании опросного листа будет одновременно сформулирован список используемых методов анализа экспертных мнений (ЭМ).

**В.** Этап проведения экспертизы недоступен до тех пор, пока не будет завершен этап подготовки экспертизы. После того как подготовка создана, можно запустить или открыть проведение экспертизы. Тем самым возможно проведение нескольких экспертиз с одной и той же подготовкой (для каждой экспертизы выделяется собственная, идентифицируемая по названию экспертизы, база данных).

На этапе проведения экспертизы формируется ЭК, проводится

сбор и анализ ЭМ, формируется отчет и заключение для ЛПР.

Формирование ЭК - многоступенчатый процесс. Сначала член РГ (руководитель) в соответствии с информацией об экспертах из БДЭ (базы данных об экспертах) может отобрать подходящих кандидатов в ЭК. Далее с помощью анкеты «Согласие» из этого списка отбираются согласившиеся быть членами ЭК. Два последних шага могут проводиться или нет, в зависимости от того, включены ли они в КП. Это этапы «Снежный ком» и «Взаимооценка». После того, как сформирован ЭК, можно проводить сбор ЭМ. Это осуществляется с помощью бланка вопросника. ЭМ будут храниться так, чтобы доступ к ним был удобен (то есть по любому эксперту и любому вопросу можно было получить ответ, и т.д.).

Анализ ЭМ по каждому вопросу проводится методом, выбранным пользователем АРМ (руководителем РГ) на этапе подготовки экспертизы для этого вопроса .

По всем предыдущим этапам формируются отчеты, из которых в результате получается общий отчет о проведении экспертизы. В соответствии с задачами из ТЗ формируется заключение для ЛПР.

В соответствии с КП ведется контроль за сроками проведения экспертизы.

Ведется протокол экспертизы, т. е. при выходе из системы фиксируется текущее состояние этапа проведения экспертизы, и при открытии данной экспертизы происходит возврат именно на тот этап экспертизы, на котором произошел выход из системы. (На этапе подготовки экспертизы протокол не ведется.)

Разграничены права доступа к БДЭ (база данных экспертов), ЭМ и результатам обработки ЭМ.

## 5.8. Экологические экспертизы

Рассмотрим применение в экологии методов экспертных оценок. Для таких экспертных процедур принято использовать термин «экологические экспертизы».

*Система экологических экспертиз.* Хорошо известно, что в экологии активно используют методы экспертных оценок. Они позволяют решать многие проблемы управления охраной природы, обеспечивая при этом сочетание отраслевого и территориального принципов. Экологической экспертизе должны подвергаться все проекты хозяйственной и иной деятельности, могущей оказывать вредное воздействие на состояние окружающей среды. Заключение экспертов опираются на материалы по оценке воздействия на окружающую природную среду (сокращенно - ОВОС). Эта оценка проводится заказчиком проекта и включает анализ, обобщение и распространение информации о таком воздействии, а также описание необходимых мер по охране окружающей природной среды. Оценка воздействия на окружающую природную среду производится с учетом экологической емкости и состояния окружающей среды в месте планируемого размещения объекта, а также перспектив социально-экономического развития региона, мощности и видов воздействия рассматриваемого объекта на окружающую природу, а также требований действующего природоохранного законодательства.

В России экологические экспертизы делятся на государственные и общественные. Задачами *государственной экологической экспертизы* являются определение уровня экологической опасности намечаемой или осуществляемой хозяйственной и иной деятельности, которая может в настоящем или будущем прямо или косвенно оказать воздействие на состояние окружающей среды и здоровье населения.

Кроме того, проводится проверка соответствия проектируемой хозяйственной или иной деятельности требованиям природоохранительного законодательства, а также определяется достаточность и обоснованность предусматриваемых проектом мер по охране природы. Государственная экологическая экспертиза организуется федеральным специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы или его территориальными отделениями. Название этого органа в нашей стране время от времени меняется. Это или специальный государственный комитет по экологии - Госкомэкология, или Министерство охраны природы, или Министерство природных ресурсов... Государственная экологическая экспертиза проводится на основе принципов законности, научной обоснованности, комплексности, гласности и с участием позиции общественности. В ней не должны участвовать лица, заинтересованные каким-либо образом в ее исходе. Для анализа правовых вопросов процедуры государственной экологической экспертизы и проверки законности составления проекта полезно участие квалифицированных юристов.

Перечень объектов государственной экологической экспертизы постоянно расширяется государственными органами. Ей подвергаются не только инвестиционные проекты в промышленности. Это и проекты различных государственных планов, программ, концепций, основных направлений и схем размещения производительных сил страны и отраслей народного хозяйства, другая предплановая, предпроектная документация по развитию хозяйственной и иной деятельности, реализация которой может оказать воздействие на состояние окружающей среды. Это могут быть проекты инструктивно-методических и нормативно-технических документов, регламентирующих хозяйственную деятельность,

документация по созданию новой техники, технологии, материалов и веществ, в том числе закупаемых за рубежом, ввозимая в Россию и вывозимая из России продукция. В последнее время экспертизе подвергаются также экологическая ситуация в регионе в целом, а не только действующие предприятия и другие объекты, оказывающие влияние на состояние окружающей среды.

*Важность государственной экологической экспертизы определяется тем, что реализация проекта, подлежащего экологической экспертизе, без положительного заключения государственной экологической экспертизы запрещается. Такой проект не подлежит финансированию.* Последнее очень важно - иначе благие пожелания и призывы экологов могут повиснуть в воздухе. Так уже произошло с сотнями объектов, строительство которых началось до окончательного утверждения проекта и получения комплексного заключения экспертизы. Отказ в открытии финансирования без заключения экспертизы является надежным барьером на пути любителей ставить общественность перед фактом - перед начатыми и проведенными работами. Не исключена возможность постановки вопроса о взыскании затраченных средств с виновных в незаконном строительстве (в судебном порядке) в случае признания его экологически вредным и небезопасным.

Почему государственная экологическая экспертиза призвана *согласовывать* интересы отраслей (фирм, предприятий) и территорий? Дело в том, что выносимый на экспертную оценку проект отражает, как правило, задачи природопользования - эксплуатацию природных ресурсов в интересах предпринимателя, даже если в качестве такового выступает государственная организация или народное хозяйство в целом. Экспертная же комиссия, включающая в основном экологов, учитывающая мнение

лиц, проживающих на данной территории, или по крайней мере находящаяся под их активным воздействием, по сути является представителем территории. Причем территории, стремящейся к экологическому благополучию. Здесь проявляются противоречия между интересами производства, неизбежно загрязняющего окружающую природную среду, и региона, разгораются экологические страсти. Правовое решение описанного противоречия во многом зависит от объективности и научности подходов государственной экологической экспертизы.

Итак, система *экологических экспертиз* - независимая, вневедомственная, состоящая из компетентных, не заинтересованных в ведомственности, в местничестве специалистов, оснащенная современным оборудованием, создается в регионах при комитетах охраны природы. Она набирает опыт, приобретает достойный статус, уважаемый как государственными органами, так и общественностью и предпринимателями. Заключение государственных экологических экспертиз обычно рассматриваются на коллегиях комитетов по охране природы субъектов федерации (иногда их называют комитетами по экологии), а в наиболее важных случаях, когда затрагиваются интересы нескольких субъектов федерации - на заседании коллегии федерального специально уполномоченного государственного органа в области экологической экспертизы.

Обобщение экспертной работы приводит к выводам: экологическую экспертизу должны проходить все без исключения проекты и программы, а по инициативе органов местного самоуправления - и ранее принятые программы. Отбор экспертов надо производить из компетентных специалистов, не связанных с заказчиками и исполнителями проектов. Следует обязательно включать в их состав экономистов, юристов, специалистов по

системному анализу и теории принятия решений. При этом принципиальное значение имеют:

- права граждан и общественных объединений в области государственной экологической экспертизы;
- общественная экологическая экспертиза;
- некоторые процедурные моменты, которые полезно знать всем участвующим в экспертизах сторонам;
- правовые гарантии при экологической экспертизе.

***Роль общественности в экологических экспертизах.*** Участие общественности является настолько важным и актуальным принципом проведения экологической экспертизы, что заслуживает более подробного рассмотрения.

В Законе Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» (от 19 декабря 1991 г.) и Федеральном законе РФ «Об экологической экспертизе» (от 23 ноября 1995 г.) указаны следующие весьма важные принципы проведения государственной экологической экспертизы, касающиеся общественности. *Это принципы гласности, участия общественных организаций (объединений), обязательного учета общественного мнения и др.* В частности, граждане и общественные организации (объединения) имеют право:

в соответствии с законодательством выдвигать предложения о проведении государственной и общественной экологической экспертизы хозяйственной и иной деятельности, реализация которой затрагивает экологические интересы населения, проживающего на данной территории;

направлять в письменной форме органам охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ *аргументированные* предложения по экологическим аспектам намечаемой хозяйственной и иной

деятельности;

получать от органов, организующих проведение государственной экологической экспертизы конкретных объектов экологической экспертизы, информацию о результатах ее проведения;

обжаловать выводы экспертной комиссии в судебном порядке (через суд или арбитражный суд);

требовать назначения государственной экологической экспертизы, выступая с изложением экологической платформы в средствах массовой информации;

рекомендовать своих представителей для участия в ЗАСЕДАНИЯХ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ государственной экологической экспертизы (с совещательным голосом) по вопросам размещения и проектирования объектов.

К проведению государственной экологической экспертизы имеют отношение некоторые более общие экологические права граждан, записанные в Конституции РФ, а именно:

право требовать от соответствующих органов предоставления своевременной, полной и достоверной информации о состоянии окружающей среды и мерах по ее охране;

право ставить вопрос о привлечении к ответственности виновных должностных лиц;

право предъявлять в суде или арбитражном суде *иски о возмещении вреда здоровью и имуществу* граждан, причиненного экологическими правонарушениями;

право требовать в административном или судебном порядке отмены решений о размещении, строительстве или эксплуатации экологически вредных объектов, об ограничении, приостановлении, прекращении или перепрофилировании их деятельности.

Согласно Закону Российской Федерации о государственной тайне

от 21 июля 1993 г., к сведениям, *не подлежащим засекречиванию*, относятся сведения:

о чрезвычайных происшествиях и катастрофах, угрожающих безопасности и Здоровью граждан, и их последствиях, а также о стихийных бедствиях и их последствиях, а также об официальных прогнозах о их приближении;

о состоянии экологии, здравоохранения, санитарной обстановки;

о фактах нарушения прав и свобод человека и гражданина, в том числе экологических;

о фактах нарушения законодательства органами государственной власти и их должностными лицами.

***Общественная экологическая экспертиза*** организуется и проводится по инициативе граждан и общественных организаций (объединений), а также *по инициативе органов местного самоуправления*. Она организуется общественными организациями (объединениями), которые зарегистрированы в установленном законодательством РФ порядке. Основным направлением их деятельности (в соответствии с их уставами) должна являться *охрана окружающей среды, в том числе организация и проведение экологических экспертиз*. Таким образом, ***организатором общественной экологической экспертизы может быть не любая общественная организация (объединение), а только экологическая, причем зарегистрированная в соответствии с законодательством***. Общественная экологическая экспертиза может проводиться независимо от государственной экологической экспертизы тех же объектов.

*Общественные организации (объединения), осуществляющие общественную экологическую экспертизу, имеют право:*

получать от заказчика экспертизы предусмотренную законом

документацию, подлежащую экологической экспертизе,

знакомиться с действующей нормативно-технической документацией, устанавливающей требования к проведению государственной экологической экспертизы;

направлять своих представителей в качестве наблюдателей на заседания экспертных комиссий государственной экологической экспертизы и участвовать в проводимом ими обсуждении заключений общественной экологической экспертизы.

(Это тем более важно, что, согласно Закону РФ «Об охране окружающей природной среды» (от 19 декабря 1991 г.) общественная экологическая экспертиза становится юридически обязательной после утверждения ее результатов соответствующими органами государственной экологической экспертизы.)

Статьями 23 и 24 Закона РФ «Об экологической экспертизе» (от 23 ноября 1995 г.) установлены следующие положения, устанавливающие правовые нормы проведения общественной экологической экспертизы:

государственная регистрация заявления общественных организаций (объединений) о проведении экологической экспертизы;

порядок и сроки этой регистрации органами местного самоуправления;

форма и содержание заявления о проведении экологической экспертизы;

обязанности общественных организаций (объединений), проводящих экологическую экспертизу, связанные с извещением населения о начале ее осуществления и заключении экспертной комиссии общественной экологической экспертизы;

исчерпывающий перечень оснований, по которым может быть отказано в государственной регистрации заявления о проведении

общественной экологической экспертизы.

Заключение (итоговый документ) общественной экологической экспертизы направляется федеральному органу, отвечающему за государственные экологические экспертизы, и соответствующим территориальным органам, заказчику, органам, принимающим решение о реализации объектов экологической экспертизы, органам местного самоуправления, а также может передаваться другим заинтересованным лицам. Целесообразна публикация основных положений заключения в средствах массовой информации.

В случае придания *юридической силы* заключению общественной экологической экспертизы на руководителя и членов экспертной комиссии общественной экологической экспертизы распространяются требования *об ответственности* за правильность и обоснованность экспертного заключения в целом и отдельных его положений. Другими словами, руководитель и члены экспертной комиссии общественной экологической экспертизы приравниваются в этом отношении к руководителю и членам экспертной комиссии государственной экологической экспертизы. Ответственность наступает в соответствии с трудовым, гражданским, административным либо уголовным законодательствами. Законами Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» от 19 декабря 1991 г. и «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г. предусматриваются конкретные правонарушения в области экологической экспертизы, влекущие соответствующий вид ответственности.

Значимость заключения общественной экологической экспертизы зависит от дискуссионности объекта обсуждения и авторитета общественных экспертов, мотивированности доводов. Надо иметь в виду, что цели и основные приемы и принципы государственной и

общественной экспертизы совпадают. Общественная экспертиза наряду с другими задачами имеет целью привлечь внимание государственных органов к конкретному объекту, широко распространить объективную, научно обоснованную информацию об исходящей от него потенциальной экологической опасности, внедрить мысль о необходимости принятия мер по предупреждению этой опасности.

Материальные основания для проведения общественной экологической экспертизы - озабоченность судьбой объекта. Процессуальными основаниями могут быть решения органов местного самоуправления, высших (съезд, конференция) или исполнительных органов общественной организации (объединения) в соответствии с компетенцией, определенной в уставе или ином основополагающем документе этой общественной организации (объединения). Начало процессу общественной экологической экспертизы могут положить решения общего собрания научного коллектива, или даже просто группы граждан, проживающих в одном поселке, квартале, на одной улице.

Учитывая зависимость силы заключения общественной экологической экспертизы от авторитета участников и мотивированности доводов, *очень важно обеспечить правильную процедуру экспертизы и адекватный подбор членов и председателя комиссии общественной экологической экспертизы.* В принципе требования и к тому и к другому совпадают с аналогичными при проведении государственной экологической экспертизы, однако scrupulousness и тщательность выполнения этих требований имеют повышенное значение в связи с отсутствием обязательности для исполнения заключения общественной экологической экспертизы. Необходимо максимальное обеспечение гласности и доступа

общественности по всем указанным выше направлениям. *Состав экспертов по их научной квалификации и компетентности должен быть по уровню не ниже экспертов государственной экспертизы - иначе их доводы, даже более мотивированные, не будут должным образом восприняты.*

Немаловажное значение имеет *тщательное выполнение всех требований, зафиксированных в нормативно-правовых и инструктивно-методических документах, регламентирующих проведение экологической экспертизы.* Последнее десятилетие породило легкость отношения к их нарушениям, порой весьма многочисленным. Нередко эти требования воспринимаются как формализм, бюрократизм, а между тем они являются неременными и необходимыми - полное их соблюдение положительно влияет на качество экспертного заключения общественной экологической экспертизы.

Получение мотивированного, обоснованного экспертного заключения общественной экологической экспертизы важно, но это лишь часть дела. Главное - *довести это мотивированное заключение до сведения принимающих решение органов и должностных лиц, сделать его хотя и альтернативным, но равноправным, наряду с заключением государственной экологической экспертизы, мнением официальных организаций.*

Поэтому целесообразно довести содержание заключения общественной экологической экспертизы до сведения максимально широкого круга лиц, заинтересованных в этой проблеме. Как это можно сделать? Путем рассылки заключения, опубликования его в средствах массовой информации, организации лекций, круглых столов, дискуссий, обсуждений.

Общественная экологическая экспертиза не исключает оплату

работы членов и сотрудников экспертных комиссий (за счет экологических фондов, пожертвований, иных поступлений, не запрещенных законом). Допускается и самообложение граждан, предусмотренное российским законодательством. В зарубежных странах весьма распространена практика объединения граждан для решения временных проблем, таких, как общественная экологическая экспертиза, приглашение юриста для консультации или выступления в суде, сбор средств исключительно для этих локальных и ограниченных по времени нужд.

*Общественности принадлежит весомая роль в обеспечении выполнения требований законодательства об обязательности проведения государственной экологической экспертизы в целях предотвращения загрязнения среды. Вследствие этого нередко возникают вопросы: всегда ли при наличии достаточных оснований назначается и проводится государственная экологическая экспертиза?*

Все ли объекты, подлежащие экспертизе, ею охвачены?

Имеются ли случаи осуществления или финансирования строительства или реконструкции предприятий без экологической экспертизы, осуществления проектов, хозяйственных и иных решений?

Всегда ли представители контролирующих экологических органов входят в состав комиссий по приему в эксплуатацию объектов и иных сооружений, могущих оказать вредное воздействие на природную среду?

Привлекаются ли к персональной ответственности за нарушение порядка приемки объектов председатель и члены приемочных комиссий?

Как государственные органы реагируют на случаи финансирования предприятий, сооружений и устройств, не

удовлетворяющих требованиям экологической экспертизы?

Привлекаются ли к ответственности председатели и члены экологических экспертных комиссий за дачу заведомо неправильных и необоснованных заключений, возмещается ли причиненный в результате этого вред?

Привлекаются ли к ответственности руководители предприятий, учреждений, организаций, другие должностные лица за невыполнение требований экологической экспертизы?

Имеются ли случаи прекращения финансирования или приостановка эксплуатации предприятий, цехов, работ по их реконструкции в случаях невыполнения требований экспертизы или отсутствия проведения государственной экологической экспертизы?

Задавая эти вопросы, пытаясь получить на них ответы, конструктивно участвуя в их решении, граждане и общественные организации (объединения) тем самым реализуют свои права на надлежащую окружающую среду, на экологическую гласность, на участие в оценке проектов, могущих повлиять на природное благополучие. Ответы на указанные вопросы могут даваться как через средства массовой информации, на митингах и собраниях, так и через государственные органы, депутатские запросы, указы избирателей, правоохранительные и природоохранные учреждения. Важно уяснить, что экологическая экспертиза - важнейшая на сегодня форма и стадия предупреждения и пресечения деградации природы, которую общественности надо держать под пристальным вниманием.

В современных условиях, при существующем уровне политической, правовой культуры большинства граждан *подключение их к деятельности государственной экологической экспертизы является эффективной формой воздействия на принимаемые экологические решения.* Это, по-видимому,

объясняется недостаточной развитостью системы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). Есть и иные причины. Плохо работает связка «заказчик - общественность». Слаб контроль за полным отражением общественных слушаний и общественного мнения в пояснительных записках и иных материалах технико-экономического обоснования (ТЭО) и проекта в целом. Низок сложившийся уровень информации, гласности, навыки выражения и защиты собственного мнения - все это наращивается и формируется годами, а может быть, и десятилетиями.

Характерно, что *мало заключений государственных экологических экспертиз обжалуется в судебные органы* - сказывается сложившееся веками отношение граждан к суду как к чему-то чужеродному, отчужденному, государственному, официальному, короче, к тому месту, которое следует избегать.

Поэтому *природоохранные органы, местное самоуправление экологические объединения заинтересованы в использовании государственной экологической экспертизы* для привлечения граждан, выявления их мнения, анализа их предложений, учета позиций - как для предупреждения ошибок проекта и будущих конфликтов, так и для повышения приемлемости проекта для населения, устранения недоразумений, выбора более одобряемых гражданами вариантов решений.

На этапе проведения государственной экологической экспертизы общественность может, не доводя дело до принятия решения органами власти, до его обжалования в суд, отстаивать свои экологические интересы. Она может воздействовать через горизонтальные (находящиеся здесь же, на равноправных началах) или вертикальные (вышестоящие, базирующиеся в другом месте) органы на ход и организацию государственной экологической

экспертизы, добиваться от них использования демократических форм совета с народом.

В ряде субъектов Российской Федерации разработаны и приняты нормативные акты по вопросам государственной экологической экспертизы, предусматривающие конкретные формы привлечения к ней общественности. Так, например, согласно Закону Республики Коми «Об экологической экспертизе» от 20 октября 1992 г., предусматривается по более сложным проектам обязательное составление *«Резюме, позволяющее неспециалисту в достаточной степени разобраться в сути излагаемых вопросов»*. Предусматривается также опубликование органом государственной экологической экспертизы в периодических изданиях декларации об экологических последствиях с указанием организации-заказчика, ответственной за ознакомление общественности с документами и материалами, сроков, места и времени ознакомления.

Закон Республики Коми «Об экологической экспертизе» содержит специальную статью о порядке обсуждения намечаемой заказчиком деятельности с общественностью (подобные нормы имеются и в некоторых других субъектах Федерации). Таким образом, научные рекомендации и пожелания обретают обязательную силу и становятся правовыми нормами, обеспечиваемыми государством, должностными лицами. Это весьма важно для общественности - из области пожеланий, опыта, предложения они превращаются в требования ко всем учреждениям, предприятиям, организациям, их должностным лицам.

Согласно этой статье Закона Республики Коми, представители общественности вправе бесплатно знакомиться с документами и представлять в государственное экспертное учреждение свои письменные замечания и предложения. Установлен и срок для этого -

один месяц со дня опубликования декларации об экологических последствиях. Государственный комитет по охране природы направляет в течение недели копии этих замечаний и предложений экспертам и заказчику намечаемой деятельности Лица, представившие свои замечания, по их желанию, могут действовать анонимно.

Как отмечалось, *выводы экологической экспертной комиссии могут быть обжалованы в суд или арбитражный суд* на основании статьи 38 Закона «Об охране окружающей природной среды». Так, например, государственная экологическая экспертиза Кемеровского областного комитета экологии выдала *экспертное заключение о согласовании* перекладки коксовой батареи №3 Кузнецкого металлургического комбината при выполнении некоторых условий, зафиксированных в протоколе соответствующего технического совещания. Кемеровский областной центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора также согласовал этот проект при соблюдении аналогичных условий. Между тем, коксохимпроизводство на этом комбинате затрагивает интересы многих жителей Новокузнецка, так как при производстве кокса в окружающую среду поступает значительное количество химических соединений, вредных для здоровья населения, в частности, вызывающих онкологические и другие заболевания.

В данном случае **обжалование** положительного заключения государственной экологической экспертизы осуществлялось с позиции закона. А именно, не выполнено требование статьи 35 Закона «Об охране окружающей природной среды» о научной обоснованности и законности выводов, обеспечения независимости и вневедомственности в организации и проведении экспертизы, широкой гласности и участия общественности. Нарушено требование

Закона о недопустимости согласования проектной документации при наличии каких либо невыполненных условий.

Законные требования были предъявлены в интересах государства и граждан в суд путем *иска о признании незаконными выводов государственной экологической экспертизы Кемеровского областного комитета экологии по проекту перекладки коксовой батареи Кузнецкого металлургического комбината. Иск был удовлетворен.*

### ***О процедуре государственной экологической экспертизы.***

Целесообразно остановиться на процедурных правилах экологической экспертизы. Приведем некоторые правовые нормы, показывающие, кто за что должен отвечать

Правительство Российской Федерации осуществляет меры по обеспечению законов, а также прав граждан и юридических лиц в области экологической экспертизы. К ведению субъектов Российской Федерации относится делегирование экспертов для участия в качестве наблюдателей в заседаниях экспертных комиссии, информирование населения о намечаемых и проводимых экологических экспертизах и их результатах.

*Федеральный специально уполномоченный государственный орган в области экологической экспертизы (Госкомэкология, или Министерство охраны природы, или Министерство природных ресурсов...) и его территориальные отделения уполномочены:*

получать бесплатно от государственных органов независимо от их принадлежности информацию, необходимую для выполнения задач в области экологической экспертизы,

иметь доступ к находящимся в распоряжении государственных органов базам данных о состоянии окружающей среды и возможных последствиях негативного воздействия на нее хозяйственной и иной деятельности,

направлять в банковские организации представления о приостановлении (прекращении) финансирования, кредитования и других финансовых операций в отношении объектов экологической экспертизы, не получивших положительного заключения государственной экологической экспертизы,

предварительно информировать органы государственной власти и органы местного самоуправления о проведении заседаний экспертных комиссий государственной экологической экспертизы по объектам, реализуемым на территории соответствующих органов,

организовывать информационное обеспечение государственной экологической экспертизы, в том числе формирование и ведение банков данных о намечаемой деятельности, реализации объектов экологической экспертизы и о негативном воздействии намечаемой деятельности на окружающую среду;

предоставлять для ознакомления общественным объединениям, осуществляющим общественную экологическую экспертизу, нормативно-технические документы, которые устанавливают требования к проведению экологической экспертизы;

направлять органам местного самоуправления, общественным объединениям и гражданам, представившим аргументированные предложения, материалы о рассмотрении этих предложений при проведении государственной экологической экспертизы, информацию о заключении государственной экологической экспертизы;

предоставлять средства массовой информации по их запросам сведения о результатах проведения государственной экологической экспертизы.

Территориальные экологические органы обязаны своевременно информировать органы прокуратуры о нарушении законодательства РФ и законодательства субъектов РФ, готовить и направлять другим

правоохранительным органам соответствующие материалы по вопросам привлечения к ответственности лиц, виновных в совершении нарушений законодательства РФ об экологической экспертизе.

Ближе всех к населению находятся *органы местного самоуправления*, которые в рассматриваемой области могут:

делегировать своих экспертов в качестве наблюдателей на заседаниях экспертных комиссий государственной экологической экспертизы, причем не только по объектам, расположенным на своей территории, но и в случаях возможного воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности, намечаемой другой административно-территориальной единицей;

***организовывать общественные обсуждения***, проводить опросы, референдумы среди населения о намечаемой хозяйственной и иной деятельности, которая подлежит экологической экспертизе;

организовывать по требованию населения общественную экологическую экспертизу и ***финансировать ее проведение***;

информировать органы прокуратуры, территориальные специально уполномоченные государственные органы в области охраны окружающей природной среды, органы государственной власти субъектов РФ о начале реализации объекта экологической экспертизы без положительного заключения государственной экологической экспертизы.

Для того чтобы быть в состоянии реализовать эти полномочия, органы местного самоуправления вправе получать от соответствующих государственных органов необходимую информацию об объектах экологической экспертизы, реализация которых может оказывать воздействие на окружающую среду в пределах территории соответствующего муниципального образования

и о результатах проведения государственной экологической экспертизы и общественной экологической экспертизы.

В *обязанности заказчиков* документации, подлежащей экологической экспертизе, входят:

***оплата проведения государственной экологической экспертизы;***

передача государственным органам экспертизы и общественным объединениям, организующим проведение экспертизы, необходимых материалов, сведений, расчетов, дополнительных разработок относительно объекта экспертизы,

осуществление намечаемой деятельности исключительно в соответствии с документацией, получившей положительное заключение государственной экологической экспертизы.

В Законе РФ «Об экологической экспертизе» постоянно упоминаются специально уполномоченные государственные органы в области экологической экспертизы. Федеральный специально уполномоченный государственный орган в области экологической экспертизы и его территориальные органы имеют исключительное право на проведение государственной экологической экспертизы. Они осуществляют эту функцию через свои подразделения, специализированные в области организации и проведения государственной экологической экспертизы (ст. 13 Закона РФ «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г.).

Не следует смешивать государственную и общественную экологическую экспертизы с иными смежными мероприятиями, не обладающими описанными правовыми статусами: экологическими исследованиями, научными оценками и т.п., имеющими нередко те же цели, но не обеспечиваемыми соответствующими нормами права.

***Гарантии качества проведения государственной***

*экологической экспертизы.* В представляемую на экспертизу документацию, подготовленную заказчиком и разработчиком проекта или документа, должны быть включены:

материалы оценки воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности;

положительные заключения и документы согласования органов федерального надзора и контроля и органов местного самоуправления;

материалы обсуждений объектов с гражданами и общественными организациями (объединениями), организованных органами местного самоуправления.

Повторное проведение государственной экологической экспертизы осуществляется на основании решения суда или арбитражного суда.

*Эксперт* государственной экологической экспертизы обязан участвовать в подготовке материалов, обосновывающих учет при проведении государственной экспертизы заключения общественной экспертизы, а также поступивших от органов местного самоуправления, общественных организаций (объединений) и граждан аргументированных предложений по экологическим аспектам рассматриваемой деятельности. Он имеет право заявлять о необходимости представления заказчиком на экспертизу дополнительных материалов для всесторонней и объективной оценки объектов, формулировать свое особое мнение по объекту экологической экспертизы.

*Заключение* государственной экологической экспертизы - это документ, содержащий обоснованные выводы о допустимости воздействия на окружающую среду хозяйственной или иной деятельности и о возможности реализации объекта экспертизы,

одобренный квалифицированным большинством списочного состава экспертной комиссии (более двух третей экспертов от списочного состава). Утверждение заключения экспертной комиссии специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы означает подтверждение последним соответствия порядка проведения экспертизы требованиям законов Российской Федерации и законов ее субъектов. После этого утверждения заключение государственной экологической экспертизы обретает правовую силу, в частности, на его основе банкам может быть разрешено (при положительном заключении) или запрещено (при отрицательном заключении) финансирование реализации объекта экологической экспертизы.

Рассмотрим некоторые *правовые гарантии* обеспечения требований к экологической экспертизе, способствующие защите экологических прав граждан.

Законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» от 19 декабря 1991 г. предусматривается *обязанность государства* гарантировать экологическим и иным общественным организациям (объединениям), выполняющим экологические функции, а также отдельным гражданам возможность реализации предоставленных им прав в области охраны окружающей среды. Государственные органы и их должностные лица обязаны оказывать *всемерное содействие* общественным организациям (объединениям) и гражданам в реализации их экологических прав и обязанностей, принимать необходимые меры по выполнению их предложений, связанных с организацией правоохранительной деятельности.

Должностные лица и граждане, препятствующие выполнению общественными организациями (объединениями) и гражданами их

экологических прав и обязанностей, вытекающих из Конституции Российской Федерации и законов РФ, относящихся к экологическому праву, привлекаются к ответственности. В частности, согласно ст. 84 Закона Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» от 19 декабря 1991 г. должностные лица и граждане, предприятия, учреждения, организации, виновные в невыполнении обязанностей по проведению государственной экологической экспертизы и требований, содержащихся в заключениях экологической экспертизы, подлежат наказанию. Ответственность наступает также при предоставлении заведомо неправильных и необоснованных экспертных заключений, несвоевременной или искаженной информации, при отказе от предоставления своевременной, полной, достоверной информации о состоянии природной среды и радиационной обстановки. Физические и юридические лица *подвергаются штрафу*, налагаемому в административном порядке. Наказание гражданам - до десятикратного размера минимальной заработной платы, должностным лицам - до двадцатикратного.

Законом Российской Федерации «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г. предусматривается большое количество норм, обеспечивающих организацию и проведение экологической экспертизы, защиту прав граждан. Значительное внимание уделяется ответственности за нарушение законодательства как одному из средств гарантий качества экологической экспертизы с целью обеспечения надлежащей окружающей среды.

Экологическое право развивается. Так, правонарушениями со стороны заказчика и других заинтересованных лиц теперь (с 30 ноября 1995 г. - дня опубликования Закона «Об экологической экспертизе» в «Российской газете») считаются:

фальсификация материалов, сведений и данных, представляемых на экологическую экспертизу, а также сведений о результатах ее проведения;

принуждение эксперта к подготовке заведомо ложного заключения;

создание препятствий организации и проведению экологической экспертизы;

уклонение от представления государственным органам экспертизы и общественным организациям (объединениям), организующим и проводящим экологическую экспертизу, необходимых материалов, сведений и данных;

осуществление хозяйственной и иной деятельности, не соответствующей документации, которая получила положительное заключение государственной экологической экспертизы.

*Нарушениями* со стороны руководителей государственных органов экспертизы и экспертных комиссий признаются:

*необоснованность* материалов по учету выводов общественной экологической экспертизы и поступивших от органов местного самоуправления, общественных организаций (объединений), граждан аргументированных предложений по экологическим аспектам хозяйственной и иной экспортируемой деятельности;

*нарушение установленного порядка расходования* перечисленных заказчиком средств на проведение государственной экологической экспертизы.

Руководители и члены экспертной комиссии несут ответственность за *фальсификацию* выводов заключения экологической экспертизы, за *сокрытие* от органов государственной экологической экспертизы или от общественного объединения, организующих проведение экологической экспертизы, сведений,

отражающих заинтересованность в результатах экспертизы. *Так, экспертом не может быть представитель заказчика или разработчика, гражданин, состоящий в трудовых или договорных отношениях с ними, представитель юридического лица, состоящего с заказчиком или разработчиком объекта экологической экспертизы в договорных отношениях.*

Разработчикам экспертных технологий Федеральный закон «Об экологической экспертизе» интересен тем, что в нем подробно расписаны требования к экспертам, процедуры формирования экспертной комиссии, подготовки и принятия ее заключения, виды ответственности экспертов и других участников государственной экологической экспертизы, условия, при которых наступает тот или иной вид ответственности. Однако по поводу конкретных реализаций технологий сбора и анализа мнений экспертов в Федеральном законе «Об экологической экспертизе» даны отсылки к подзаконным актам, инструкциям, методикам. Сделано это для того, чтобы не сковывать инициативу организаторов конкретных экспертиз. Целесообразно провести аналогию с историей государственных стандартов по статистическим методам управления качеством [12]. Казалось бы, строгая регламентация процедур прикладной статистики, статистического приемочного контроля, статистического регулирования технологических процессов должна была поднять научно-технический уровень работ в рассматриваемой области. Однако разработчиками стандартов в ряде случаев оказались некомпетентные лица, не имеющие необходимых знаний в области статистических методов. В результате соответствующие стандарты содержали грубые ошибки, а потому вместо подъема научно-технического уровня работ приводили к его падению. Этот пример показывает нецелесообразность и, более того, опасность излишней

регламентации процедур сбора и анализа статистических и экспертных данных.

Развитию методов экспертных оценок в России посвящена обзорная статья [17]. Продемонстрировано, что основную роль сыграл «незримый» научный коллектив вокруг семинара «Экспертные оценки и анализ данных», который начал работать в 1973 г. в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, а позже заседания стали проводить в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук. Экспертным оценкам посвящен учебник [16], а также значительная часть учебника [18]. Экспертные оценки мы рассматриваем как неотъемлемую часть организационно-экономического моделирования и эконометрики [12]. При разработке ориентированных на практическое использование методов управления экологической безопасностью нельзя обойтись без проведения разнообразных экспертиз, при этом процедуры сбора экспертных оценок и алгоритмы их анализа должны соответствовать современным требованиям [16, 18], использовать достижения нечисловой статистики [14].

## **Литература**

1. Орлов А.И. Экспертные оценки // Заводская лаборатория. 1996. Т.62. № 1. С.54-60.
2. Горский В.Г., Орлов А.И., Гриценко А.А. Метод согласования кластеризованных ранжировок // Автоматика и телемеханика. 2000. №3. С. 159-167.
3. Шрейдер Ю.А. Равенство, сходство, порядок. М.: Наука, 1971. – 256 с.
4. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. -

М.: Наука, 1979. - 296 с.

5. Менеджмент / Под ред. Ж.В. Прокофьевой. - М.: Знание, 2000. - 288 с.

6. Орлов А.И. Современная прикладная статистика // Заводская лаборатория. 1998. Т. 64. № 3. С.52-60.

7. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения. - М.: Советское радио, 1972. - 192 с.

8. Васильева М.И. Судебная защита экологических прав. - М.: Центр экологической политики России, 2004. - 128 с.

9. Захарченко Т.Р. Охрана окружающей среды: к юридическим действиям граждан России. - Санкт-Петербург: Подвиг, 1994.-89с.

10. Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г. // Российская газета. - 1995. - 30 ноября.

11. Экология / Под ред. С.А. Боголюбова. - М.: Знание, 1999. - 288 с.

12. Орлов А.И. Эконометрика. - М.: Изд-во «Экзамен», 2004. - 576 с.

13. Орлов А.И. Прикладная статистика. - М.: Экзамен, 2006. - 672 с.

14. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник : в 3 ч. Часть 1: Нечисловая статистика. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 2009. - 541 с.

15. Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях. - М.: Наука, 1985. - 222 с.

16. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч.2. Экспертные оценки. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 486 с.

17. Орлов А.И. О развитии экспертных технологий в нашей стране // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2010. Т.76. №11. С.64-70.

18. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений. — М. : КноРус, 2011. — 568 с.

## Контрольные вопросы

1. Почему необходимо применение экспертных оценок при решении экологических проблем?
2. Какие стадии экспертного исследования выделяет менеджер - организатор такого исследования?
3. По каким основаниям классифицируют различные варианты организации экспертных исследований?
4. Какова роль диссидентов в различных видах экспертиз?
5. Какой вид могут иметь ответы экспертов?
6. Какие основные шкалы измерения используют в экспертных оценках?
7. Какими видами средних величин следует пользоваться в порядковой шкале, в шкалах интервалов и отношений?
8. Чем метод средних арифметических рангов отличается от метода медиан рангов?
9. Почему необходимо согласование кластеризованных ранжировок и как оно проводится?
10. В чем состоит проблема согласованности ответов экспертов?
11. Как бинарные отношения используются в экспертизах?
12. Как бинарные отношения описываются матрицами из 0 и 1?
13. Что такое расстояние Кемени и медиана Кемени?
14. Чем закон больших чисел для медианы Кемени отличается от «классического» закона больших чисел, известного в статистике?
15. Какие задачи решают с помощью Автоматизированного рабочего места «Математика в экспертизе»?
16. Каковы задачи и принципы экологической экспертизы<sup>7</sup>
17. Какова роль общественности в экологической экспертизе?

18. Чем гарантируются права граждан на участие в экологической экспертизе?
19. За что наступает ответственность в области экологической экспертизы?
20. Каковы обязанности участников экологической экспертизы?
21. Почему нецелесообразна излишняя регламентация процедур сбора и анализа статистических и экспертных данных?

### **Темы докладов и рефератов**

1. Роль экспертных оценок в экологии.
2. Организация различных видов экспертных исследований.
3. Сравнение различных (очных и заочных) вариантов работы экспертов.
4. Основные шкалы измерения.
5. Средние по Коши и средние по Колмогорову.
6. Связь теории средних и теории измерений.
7. Методы средних баллов.
8. Согласование кластеризованных ранжировок.
9. Методы теории люсианов в экспертных оценках.
10. Классификация мнений экспертов и проверка согласованности.
11. Использование люсианов в теории и практике экспертных оценок.
12. Формирование итогового мнения комиссии экспертов.
13. Расстояние по Кемени и медиана Кемени в экспертных оценках.
14. Законы больших чисел в пространствах нечисловой природы.
15. Автоматизированное рабочее место «Математика в экспертизе» как программный продукт.
16. Государственная экологическая экспертиза: назначение, цели, порядок проведения.

17. Организация и проведение экологической экспертизы.
18. Правовые основы экологической экспертизы.
19. Значение нечисловой статистики для теории экспертных оценок.
20. Теория нечетких множеств в экспертных оценках.
21. Экспертные методы построения иерархических систем показателей, включающих единичные, групповые, обобщенные, интегральные показатели.
22. Оценивания весовых коэффициентов (коэффициентов важности, значимости) с помощью экспертов.

## Глава 6. Механизмы управления экологической безопасностью

Рассмотрим организационно-экономические механизмы управления экологической безопасностью.

### 6.1. Субъекты и объекты управления экологической безопасностью

Хотим мы этого или не хотим, но мы - часть природы. Мы вынуждены пользоваться разнообразными природными ресурсами. Ресурсы ограничены. Поэтому установить принципы рационального природопользования весьма важно. Основное - это обеспечение *экологической безопасности* населения.

А что это такое - «экологическая безопасность»? Понятие «экологическая безопасность» очень емкое (см. главу 2 выше). Оно предусматривает и анализ потребностей человека в природных ресурсах, и выяснение возможностей природы по удовлетворению этих потребностей.

Но мало найти оптимальное сочетание потребностей человека и возможностей природы. Надо еще суметь перейти от нынешнего далеко не идеального состояния к этому оптимальному сочетанию. Для этого разработаны различные *механизмы управления экологической безопасностью и охраной окружающей среды*. Под словами «механизм управления» понимают совокупность тех или иных методов управления народным хозяйством в целом и природопользованием как материальной основой хозяйствования.

*Метод управления* — это набор способов, приемов, средств воздействия на управляемый объект. По содержанию воздействия на объект управления методы обычно делятся на: *организационно-*

*административные, экономические, социально-психологические* и др. Так, **организационно-административные методы** основаны на приказах, распоряжениях, законах и других нормативно-правовых документах и опираются на возможность применения силы государственными органами, в том числе непосредственно на силовые структуры (экологическую милицию, налоговую полицию и др.). **Социально-психологические методы** управления опираются на убеждение, на сознательность, основанную на экологической грамотности граждан, держатся на обычаях и традиционных ценностях общества.

**Экономические методы** воздействия основаны на использовании материальных (экономических, денежных) интересов. Конкретный экономический метод включает как отдельные приемы воздействия, так и их совокупности. Комплекс взаимосвязанных экономических мер, направленных на достижение конкретного результата, образует *экономический механизм управления экологической безопасностью*, обеспечивающий рациональное ресурсосберегающее природопользование, основанное на принципах «устойчивого развития».

**Экономический механизм природопользования и управления экологической безопасностью является частью общей системы управления экономикой в целом.** На различных уровнях управления он имеет свои особенности. Можно выделить макроуровень, т. е. управление в рамках всей экономики, и мезоуровень, касающийся отдельных ее секторов, отраслей, например, нефтедобычи. На уровне конкретных предприятий-природопользователей инструменты экономического механизма, вполне естественно, носят более специальный характер, приспособленный к особенностям этих предприятий.

Целесообразно выделить понятие «экологопользование». Так называют природопользование, организованное на основе экологической теории. Очевидно, не всякое природопользование по тем или иным причинам является экологопользованием. На современном этапе развития производительных сил надежное обеспечение экологической безопасности невозможно без постоянной опоры на экологическую теорию.

*Взаимосвязь организационно-административных и экономических мер.* Экономический механизм управления экологической безопасностью можно рассматривать в широком и узком смысле. В широком смысле *экономический механизм управления — это система организационно-экономических мер, касающихся природопользования и охраны окружающей среды, что означает наличие взаимосвязанных организационно-административных и экономических мер.* Так, планирование, разработка, введение, исполнение и контроль целевых программ природопользования осуществляются с помощью механизма управления экологической безопасностью. В них содержатся элементы экономического воздействия. В частности, контроль за установленными государством нормами осуществляется административными методами, но при этом он сопровождается штрафами и субсидиями, т.е. экономическими воздействиями на природопользователей. В узком смысле *экономический механизм включает только собственно экономические меры, без административного воздействия.* Например, потребители готовы платить больше за экологически чистые продукты, что стимулирует сельскохозяйственных производителей изготавливать такие продукты.

*Концепция экономического механизма, выбор конкретных мер* зависят от решения вопроса о *целях* развития экономики конкретного

сектора народного хозяйства или региона. Пусть установлено, что производство в агропромышленном комплексе (АПК), несмотря на резкое снижение его объема в последние годы, излишне велико для данной области, а дефицит продовольствия объясняется не недостаточным объемом производства, а отсталостью в сфере хранения и перерабатывающей промышленности. Тогда целью управления природопользованием в данной области должно стать сокращение природного базиса сельского хозяйства, т.е. *сокращение объема используемых в сельском хозяйстве природных ресурсов*. При этом меры экономического воздействия будут включать, например, установление высокой арендной платы за земли сельскохозяйственного назначения для торможения вовлечения новых земель в хозяйственный оборот, установление повышенных налогов на дополнительное освоение земель, увеличение штрафов за нерациональное использование земель, стимулирование различными способами консервации деградированных участков, и др. Все эти меры направлены на сокращение сельскохозяйственного производства и снятие сельскохозяйственной нагрузки с окружающей природной среды. Одновременно, очевидно, следует бороться с отсталостью в сфере хранения произведенного продовольствия и в сфере перерабатывающей промышленности. Необходимо создание благоприятных условий для совершенствования технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, развития соответствующей отрасли народного хозяйства.

Если же целью развития АПК на определенный период считать всемерное увеличение производства сельскохозяйственной продукции, то меры экономического воздействия, наоборот, не только не должны препятствовать вовлечению новых земельных и водных ресурсов, химических средств защиты растений, минеральных

удобрений, а всемерно *стимулировать* их. Считается, что проводимые в 1990-х годах в России аграрная и земельная реформы направлены на природоёмкий вариант функционирования агропромышленного комплекса. *Повышения экологической безопасности при этом ожидать нельзя.* Реально за эти годы экологическая безопасность на селе *упала* вместе с сокращением производства сельхозпродукции (в среднем на 30-40%).

*Механизм управления экологической безопасностью, в том числе экономический механизм, должны быть согласованы как по вертикали, так и по горизонтали.* Меры воздействия, принимаемые на различных уровнях управления, на различных стадиях технологической цепочки — от изъятия природных ресурсов до производства готовой продукции и ее реализации — не должны противоречить друг другу.

Механизм управления экологической безопасностью закреплён в нормах основополагающего Закона Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды», в многочисленных подзаконных актах. Особенностью Закона «Об охране окружающей природной среды» является то, что в нём идёт речь фактически о *природопользовании*, т.е. использовании природных ресурсов человеком. Такое использование предполагает, естественно охрану объекта использования, т.е. природной среды. Таким образом, в Законе речь идёт отнюдь не только об охране окружающей природной среды. Отметим, что содержание норм, связанных с экономическим механизмом управления экологической безопасностью, шире названия соответствующего раздела Закона. В нём приводятся *элементы не только экономического, но и организационно-административного механизма.* К последнему относятся планирование, учёт и социально-экономическая оценка ресурсов,

регулируемое ценообразование, договоры и лицензии на комплексное природопользование, установление лимитов природопользования. Организационно-административные и экономические методы управления экономикой, ее материальной составляющей - природными ресурсами, а также охраной окружающей среды - используются одновременно, и их разделение носит условный характер, столь же условный, как и разделение экономики и менеджмента. Организационно-административные методы - это методы работы менеджеров (т.е. управляющих, руководителей), состоящих на службе в государственных структурах и органах местного самоуправления.

***Цель управления экологической безопасностью.** Целью механизма управления экологической безопасностью и охраной окружающей среды является согласование экономических и экологических интересов общественного производства как вертикальных - федеральных, региональных, локальных, так и горизонтальных - территориальных, ведомственных, на уровне связей между предприятиями.*

Элементы механизма управления экологической безопасностью и обеспечения экологической безопасности в России стали развиваться с 60-х годов двадцатого столетия. До этого времени проблемы охраны окружающей среды решались преимущественно на основе административно-правовых методов, путем запретов, ограничений, мер административного и уголовного наказания. Анализ многолетней практики применения административных и правовых мер показал, что использование только *прямых методов воздействия на природопользователей* на основе отношений власти и подчинения не всегда эффективно, так как зачастую не приводит к заметному улучшению состояния природной среды. Поэтому был сделан вывод о

необходимости использования также и *экономических* рычагов, основанных на материальной заинтересованности, т.е. на *косвенном государственном управлении экономикой*.

***Экономический механизм неразрывно связан с организационно-правовым,*** дополняет его и способствует выполнению экологических требований природопользования, закрепленных в правовых нормах. В частности, правовые нормы раздела 3 Закона России «Об охране окружающей природной среды» закрепляют основы экономического механизма и являются в данном случае правовой формой для экономического содержания.

Среди специалистов сложилось мнение, что охрану природной среды нецелесообразно рассматривать как отдельный самостоятельный вид деятельности. Она представляет собой составную часть природопользования в процессе общественного производства. Говоря словами одного из персонажей И.С.Тургенева: «Природа не храм, а мастерская, и человек в ней работник». Ясно, что ни один настоящий работник не будет захламлять свое рабочее место.

В каждой стране как хозяйственная, так и нехозяйственная (военная, религиозная, спортивная и др.) деятельность общества сознательно управляются. Что имеется в виду под термином «управление»? *Управление - процесс воздействия субъекта управления на объект управления в целях перевода его в новое качественное состояние или поддержания в установленном режиме.*

Обсудим понятия субъектов и объектов управления применительно к экологической безопасности и природоохранной деятельности.

*Субъектами управления природопользованием, в том числе и природоохранной деятельностью, выступают государственные органы общей компетенции, кроме того - специально уполномоченные*

*органы по охране окружающей природной среды, а также органы местного самоуправления. На уровне предприятий субъектами управления являются подразделения и службы природопользования (цехи, отделы) или отдельные работники. Эти органы имеют различную компетенцию и особенности деятельности, но используют все рассмотренные выше методы управления в той или иной степени, в том числе и экономические методы, образующие в целом механизм управления экологической безопасностью.*

К государственным органам *общей компетенции* относятся Президент, Федеральное Собрание, Правительство, представительные и исполнительные органы власти субъектов Российской Федерации. Государственные и муниципальные органы *общей компетенции* ведают вопросами охраны природной среды наряду с множеством других направлений работы.

К государственным органам *специальной компетенции* относятся те, которые соответствующими правительственными актами уполномочены выполнять природоохранные функции. Органы специальной компетенции подразделяются на три вида: *комплексные, отраслевые и функциональные*. Комплексные природоохранные органы выполняют все экологические задачи или отдельные блоки задач, отраслевые занимаются своей отраслью (например, лесным хозяйством или железнодорожным транспортом), функциональные отвечают за отдельные функции (например, мониторинг состояния окружающей природной среды).

К охране природной среды имеют отношение многие министерства и ведомства. Например, Министерство экономики Российской Федерации (в 2012 г. - Министерство экономического развития РФ), формируя стратегию социально-экономического развития, обязано учитывать и экологические интересы

общественного развития. Государственный комитет по стандартизации и метрологии (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), Госстандарт России) осуществляет надзор за соблюдением государственных стандартов и в том числе за выполнением зафиксированных в них экологических требований. Государственный Комитет Российской Федерации по строительной, архитектурной и жилищной политике (позже Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу) разрабатывает экологические требования при капитальном строительстве, и т.п.

*Компетенция органов местного самоуправления по охране окружающей среды отражена в их уставах. Их роль напоминает роль государственных органов общей компетенции, только на гораздо более узком пространстве, относящемся к ведению соответствующего органа местного самоуправления.*

*Объектами управления являются все природопользователи, как юридические, так и физические лица, независимо от характера и направлений их деятельности. Связи и отношения между субъектами и объектами управления в процессе природопользования и охраны природной среды строятся двумя способами: на основе правил и процедур, зафиксированных в действующих нормативно-правовых актах, и на основе договоров между конкретными субъектами и объектами управления.*

## **6.2. Основные принципы управления экологической безопасностью**

Принципы управления экологической безопасностью, прежде

все принципы построения экономического механизма использования, воспроизводства и охраны природных ресурсов - это исходные начала, определяющие рассматриваемую деятельность. Как уже отмечалось, практика выработала такие принципы экономического механизма управления природопользованием и экологической безопасностью, как платность, научная обоснованность, экономическая ответственность. В нашей стране пробивают себе дорогу и такие принципы, как комплексность и хозяйственный расчет.

***Принцип платности пользования природными ресурсами.*** В современных условиях основным принципом экономического механизма природопользования и экологической безопасности является *платность*. Он означает использование природных ресурсов в процессе производства исключительно за плату. Ни один природный ресурс - недра, земля, леса, реки - не может предоставляться кому бы то ни было в пользование бесплатно.

Принцип платности пользования природными ресурсами применялся не всегда. Как известно, в 1917 г. Декретом о земле в России была отменена частная собственность на землю и другие природные ресурсы. В стране законодательно был закреплён принцип *бесплатного* использования природных ресурсов. Он означал, что колхозам, государственным, кооперативным, общественным предприятиям, организациям, учреждениям и гражданам земля и другие природные ресурсы предоставлялась государством в бесплатное и бессрочное пользование. Это решение в дальнейшем явилось одной из причин возникновения ряда экологических и экономических проблем.

К сожалению, бесплатность пользования природными ресурсами способствовала развитию отношения к ним как к *даровому*

*благу*. Ущерб, причиняемый земле, не учитывался при технико-экономических обоснованиях экологических проектов. Например, при строительстве каскада равнинных гидроэлектростанций на Волге было создано множество водохранилищ. При их строительстве затопили, т. е. вывели из сельскохозяйственного оборота, миллионы гектаров ценных сельскохозяйственных угодий, в том числе и пойменных земель, наиболее плодородных. Эти потери земель сельскохозяйственного назначения не имели экономической оценки (в денежных единицах) и фактически не учитывались при принятии решения о строительстве каскада ГЭС.

Бесплатность пользования ресурсами не воспитывала бережного отношения к природе. Она надолго задержала проведение экономических исследований по определению стоимостной оценки природных ресурсов. Разумеется, она не привела и к улучшению экологической ситуации в стране.

Земля, являясь основным средством производства в сельском хозяйстве, до сих пор зачастую учитывается на балансах сельскохозяйственных предприятий только в гектарах, без стоимостной оценки. Следовательно, имеет место неполный учет основных средств, участвующих в производстве, а поэтому, например, недостоверно исчисляется показатель рентабельности. Нет возможности производить амортизационные отчисления, предназначенные для восстановления плодородия земли как части основных фондов сельскохозяйственных предприятий.

В основе *принципа платности* лежит экономическая (стоимостная) оценка природных ресурсов. Более двадцати пяти лет назад появились предложения оценивать земельные угодья в денежной (стоимостной) форме. Природные земельные фонды участвуют в процессе производства наряду с другими средствами

производства - материально-техническими и трудовыми. Денежная оценка земли позволяет сопоставить ее роль в производстве с ролью других видов ресурсов. Как следствие, удается препятствовать необоснованному отводу ценных земель для несельскохозяйственных целей, а также более точно определять ущерб, причиняемый земельным угодьям при их нерациональном использовании.

Установление платы за пользование землей и другими природными ресурсами, т.е. утверждение принципа платности, последовало за отменой исключительной государственной собственности на землю. Земля стала рассматриваться как один из видов имущества. Некоторые ее категории были превращены в объект аренды, купли-продажи и других гражданско-правовых сделок. В частности, с 1 января 1992 г. введен в действие Закон «О плате за землю». Очередной шаг сделан в новом варианте Земельного кодекса, принятом в 2001 г.

Из документов Конференции ООН по окружающей среде и развитию, проведенной в Рио-де-Жанейро в 1992 г., видно, что мировое сообщество, как и наша страна, идет к введению системы цен за право пользования всеми видами природных ресурсов с учетом ущерба, наносимого окружающей природной среде с учетом интересов будущих поколений.

Установление платности пользования природными ресурсами направлено на решение важных социальных, экономических и экологических задач повышения заинтересованности в эффективном использовании природных ресурсов, формирования дополнительных финансовых источников для воспроизводства ограниченных ресурсов окружающей природной среды.

***Некоторые другие принципы управления экологической безопасностью.*** Принцип научной обоснованности управления

экологической безопасностью и охраны окружающей среды означает разумное, основанное на научных исследованиях сочетание экологических и экономических интересов общества, обеспечивающих реальные гарантии прав человека на здоровую и благоприятную для жизни окружающую среду. Строгая научная обоснованность требуется при совместном использовании различных составляющих экономического механизма. Остро стоят проблемы научности экономической оценки природных ресурсов и ценообразования, а также расчетов экономического ущерба, причиняемого среде. Необходимы научные рекомендации при определении оптимального сочетания затрат на обеспечение экологической безопасности и охрану природной среды из различных источников - бюджетных, собственных средств предприятий, средств экологических фондов, других каналов.

Законодательное установление принципа научной обоснованности природопользования, к сожалению, недостаточно для его реального воплощения в жизнь. Оно во многом зависит как от исполнительной дисциплины аппарата государственного и муниципального управления, так и от степени развития экологической и экономической наук, а также и от экономической и социально-политической стабильности в стране.

*Принцип экономической ответственности* находит свое выражение в обязанности природопользователей возмещать ущерб, причиняемый природной среде, здоровью людей и имуществу физических и юридических лиц в результате совершения экологических правонарушений.

*Принцип комплексности* (другими словами, системности, всестороннего охвата ситуации) означает, в частности, стремление к многоцелевому использованию ресурсов, развитию малоотходных и

безотходных производств, глубокой переработке сырья. Этому принципу должны соответствовать все элементы механизма управления экологической безопасностью. Именно отсутствие комплексности является одной из причин несовершенства такого механизма в реальных ситуациях.

*Принцип хозяйственного расчета* требует увязки экологизации производства на каждом конкретном предприятии с его экономической эффективностью, прибыльностью. Этот принцип должен стать основополагающим при формировании системы управления всей производственной сферы, так как он отвечает интересам хозяйствующих объектов и общества в целом. Нет проблем с выполнением экологических требований тогда, когда их выполнять выгодно.

### **6.3. Элементы механизма управления экологической безопасностью**

Механизм управления экологической безопасностью и охраной природной среды в России включает ряд элементов, основными из которых являются:

- платежи за использование природных ресурсов;
- платежи за загрязнение окружающей природной среды;
- платежи за размещение экологически вредных веществ;
- система правового и организационного обеспечения экономического стимулирования и экономической ответственности;
- система экологических фондов;
- система экологического страхования.

В свою очередь, эти элементы рассматриваемого механизма управления содержат конкретные виды воздействия на

природопользователей, т. е. сами являются системами. Усложнение экономических отношений, развитие рыночных взаимосвязей влекут за собой совершенствование уже устоявшихся, а также появление новых элементов механизма управления экологической безопасностью, направленных на обеспечение ресурсосберегающего природопользования и охраны окружающей природной среды. Это, например, создание рынка природных ресурсов, продажа прав на определенный объем загрязнения окружающей среды, система «залог — возврат», активно используемые в некоторых зарубежных странах.

Рассмотрим подробнее перечисленные элементы механизма управления экологической безопасностью и охраной природной среды.

***Платежи за природные ресурсы.*** Еще классики политэкономии изучали *ренду* – плату за пользование землей, иногда выступающую в виде соответствующей составляющей доходов землевладельца. В современных условиях надо говорить не только о земле как основе сельскохозяйственного производства, но и обо всех иных видах природных ресурсов. *Плата за природные ресурсы* (земля, недра, воды, леса и иная растительность, животный мир, рекреационные и другие природные ресурсы) складывается из трех слагаемых:

- выплаты непосредственно за право пользования природными ресурсами;
- платежи и штрафы за загрязнение окружающей природной среды;
- отчисления на воспроизводство и охрану природных ресурсов.

Мировой опыт показывает, что платность природопользования способствует более рациональному использованию природных ресурсов.

Плата за право пользования природными ресурсами

предназначена для собственников этих ресурсов независимо от форм собственности и связана с изъятием абсолютной ренты. Основной получателем этой платы – *государство как представитель российского народа*.

Распространение взимания платы за природные ресурсы началось после принятия федеральных Законов «О плате за землю» и «О недрах». Так, Законом РСФСР «О плате за землю» от 11 октября 1991 г. установлены формы платы в виде *земельного налога, арендной платы и нормативной цены земли*. Плательщиками земельного налога и арендной платы являются предприятия всех форм собственности, объединения, организации и учреждения, граждане РФ, иностранные граждане и лица без гражданства, которым земля на территории России предоставлена в собственность, владение, пользование или аренду. Земельный налог уплачивается с облагаемой налогом земельной площади, закрепленной за налогоплательщиком.

С каких объектов взимается *земельный налог и арендная плата*? Это сельскохозяйственные угодья, участки, предоставленные гражданам для ведения личного подсобного хозяйства, садоводства, огородничества и животноводства, жилищного, дачного, гаражного строительства, разнообразной предпринимательской деятельности. Кроме того, облагаются налогом земли, используемые предприятиями и организациями промышленности, транспорта, связи, других отраслей материального производства и непромышленной сферы.

*Ставки земельного налога* утверждаются органами власти субъектов Российской Федерации. Они исходят из средних по России ставок, которые дифференцируются по зонам. Плата за землю перечисляется землепользователями в установленные сроки и зачисляется на специальные счета. Она учитывается в доходах местных бюджетов отдельной строкой и используется на

финансирование мероприятий по землеустройству, ведение земельного кадастра, мониторинга, на охрану земли и повышение ее плодородия, другие природоохранные работы и деятельность по повышению экологической безопасности.

Законодательством предусмотрена *плата за пользование недрами, водными объектами, лесными и растительными ресурсами, ресурсами животного мира*. Платежи за воспроизводство и охрану природных ресурсов служат для компенсации затрат ресурсов в процессе производства.

С 1991 г в России введены *платежи за загрязнение окружающей среды*. Введено три вида платы:

- за выброс в атмосферу загрязняющих экологически вредных веществ,
- за сброс загрязняющих веществ в водные объекты или на рельеф местности;
- за размещение экологически вредных отходов.

Платежи за загрязнение природной среды отражают общепринятый принцип необходимости восстановления нанесенного ущерба при природопользовании в его экономическом выражении («загрязнитель платит»). В случаях превышения разработанных и утвержденных государственными органами нормативов загрязнения рассматриваемые платежи взимаются по повышенным ставкам, играют роль штрафов и служат средством экономического воздействия на природопользователей, наносящих вред окружающей природной среде, побуждая их заботиться об экологической безопасности своего производства.

Плата за загрязнение окружающей природной среды, а также за размещение отходов (в том числе на специально оборудованных свалках и местах складирования и утилизации) и другие вредные

воздействия в бесспорном порядке перечисляется всеми природопользователями на счета экологических фондов.

*Система платежей за природные ресурсы*, введенная всего несколько лет назад, стала основным действующим рычагом экономического механизма обеспечения экологической безопасности, регулирования природопользования и охраны природной среды. Рядом специалистов высказываются предложения, что платежи за пользование природными ресурсами должны составлять *главный источник доходов бюджетов* различных уровней, поскольку природные ресурсы – достояние народа в целом.

Совершенствование системы платежей продолжается по следующим основным направлениям:

- учет *инфляции* при определении ставок платежей и тем самым их номинальных размеров,
- более полный учет отраслевых особенностей загрязнения окружающей природной среды при расчетах и взимании платы,
- расширение состава видов вредного воздействия на природную среду, подлежащих оплате.

Работа по совершенствованию системы платежей за природные ресурсы, как и экономического механизма обеспечения экологической безопасности, регулирования природопользования и охраны природной среды в целом, возглавляется федеральным органом по охране окружающей природной среды. Этот федеральный орган разрабатывает основные нормативно-правовые и инструктивно-методические документы в рассматриваемой области. В частности, он утверждает *«Рекомендации по определению предельных размеров платы за загрязнение окружающей природной среды»*, а также федеральные коэффициенты индексации платы по отношению к базовым нормативам. Разработаны и введены в действие документы

по взиманию платы за шумовое загрязнение, тепловое загрязнение водных объектов, загрязнение пестицидами при их использовании в сельском хозяйстве, за сброс загрязняющих веществ при смыве их с территорий и др.

***Экономическое стимулирование – составная часть механизма управления экологической безопасностью.***

Существенное значение для обеспечения экологической безопасности, рационального природопользования и охраны природной среды имеет экономическое стимулирование. Без него выполнение планов и программ в области экологии и рационального природопользования может быть весьма затруднено.

Термин «стимул» (от латинского слова *stimulus*) буквально означает «остроконечная палка, которой погоняют животных», «побуждение к действию». Стимул, другими словами, - это то, что вызывает заинтересованность в совершении чего-либо. *Сущность экономического стимулирования природоохранной деятельности заключается в создании у природопользователей непосредственной материальной (денежной) заинтересованности в осуществлении мер природоохранного характера.*

В последние годы стимулированию придается все большее значение, при этом усиливается понимание того, что только административными санкциями наладить дело охраны природы в современных условиях и на современном уровне попросту невозможно. В основополагающем документе - «Национальном плане России действий по окружающей среде» поставлена задача разработать *научные основы экономического стимулирования рационального использования земель и других природных ресурсов.* Кроме того, отмечено, что разработка общих принципов стимулирования природоохранной деятельности имеет

международное значение, так как вытекает из многостороннего Соглашения государств - участников СНГ от 8 февраля 1992 г. Целесообразно упомянуть и решения известной Конференции ООН 1992 г. в Рио-де-Жанейро по проблемам охраны окружающей среды, принявшей известную концепцию *«устойчивого развития»*.

Принципы экономического стимулирования выработаны и продолжают вырабатываться практикой. К ним относятся:

1. *Комплексность (системность, всесторонность)* стимулирования, означающая обязательность стимулирования использования современных технологических процессов, если они имеют целью ресурсосбережение и проводятся экологически приемлемыми методами, а также и собственно природоохранных мероприятий (утилизация отходов, строительство очистных сооружений в целях предотвращения загрязнения водных источников и атмосферного воздуха и др.). Следует стимулировать и деятельность менеджеров предприятия по переходу к выпуску экологически чистой продукции и отказу от выпуска продукции, производство которой дает нагрузку на окружающую природную среду. Подобная переориентация плана выпуска продукции может быть достигнута в результате целенаправленной маркетинговой деятельности.

2. *Соблюдение баланса между экономическим стимулированием и экономическими санкциями*, т.е. между позитивными и негативными мерами воздействия на природопользователей. Другими словами, выплаты по экономическому стимулированию должны быть сопоставимы с размерами экономических санкций.

3. *Сочетание стимулирования на различных уровнях* экономического механизма. Например, недостаточно поощрять работников за природоохранную деятельность только в рамках конкретного предприятия путем премирования со стороны

руководства предприятия. Необходимо побуждать к этой деятельности и само предприятие как юридическое лицо на федеральном, региональном и местном уровнях. Должны стимулироваться также местные и региональные экологические органы, экологические фонды, иные экологические организации, в том числе и общественные.

4. *Увязка стимулирования с другими элементами управления природопользованием и охраны природной среды: планированием, контролем, регулированием, санкциями.* Экономическое стимулирование играет важную роль в обеспечении экологической безопасности, но оно не панацея, и применяемое отдельно, в отрыве от других элементов, не даст того эффекта и не оправдает тех надежд, которые с ним обычно связываются.

5. *Сочетание материального и морального стимулирования как отдельных работников, так и предприятий и организаций.* Человек как биологическое существо должен для своего существования удовлетворять материальные интересы, а как существо социальное — интересы духовные. Одним из методов удовлетворения духовных потребностей является широкая гласность результатов природоохранного труда и характера стимулирования, а также иные приемы морального поощрения, применяемые, например, в современной Японии (переходящие знамена и вымпелы, памятные подарки и премии, вручаемые в торжественной обстановке, звания «Лучший по профессии», Доски почета и др.).

Основные виды экономического стимулирования предусмотрены Законом РФ «Об охране окружающей природной среды». К ним относятся *льготное налогообложение и кредитование предприятий, установление повышенных норм амортизации основных производственных природоохранных фондов, применение*

*поощрительных цен и надбавок на экологически чистую продукцию.*

В качестве примера льготного налогообложения можно привести норму Закона РФ «О налоге на прибыль предприятий и организаций», в соответствии с которой размер налога на прибыль уменьшается на сумму в размере 30% от капитальных вложений на природоохранные мероприятия.

Граждане, впервые организующие крестьянские (фермерские) хозяйства, согласно ст. 6 Инструкции Государственной налоговой службы № 11 по применению Закона «О плате за землю», вообще освобождаются от уплаты земельного налога в течение пяти лет с момента предоставления им земельных участков. Отметим, что при использовании земли не по назначению, т.е. не для сельскохозяйственного производства, эта льгота не предоставляется.

Смысл повышенных норм амортизации основных производственных природоохранных фондов состоит в том, чтобы быстрее окупить природоохранные сооружения, а затем иметь возможность заменить их на новые, более совершенные, тем самым способствовать внедрению достижений научно-технического прогресса. С этой целью такая льгота в качестве одного из видов экономического стимулирования применяется в развитых странах. Что касается России, то в условиях экономического кризиса и повышенной инфляции (десятки процентов в год) повышение нормы амортизации на природоохранные фонды по сравнению с другими производственными фондами практически теряет смысл. Средств, накопившихся за годы амортизации, с учетом инфляции даже при повышенной норме амортизации не хватит для приобретения нового оборудования, для обновления основных фондов. Именно поэтому амортизационный фонд российских предприятий к настоящему времени практически почти прекратил оказывать влияние как

источник финансирования приобретения основных средств (наращивания основных фондов).

Для того, чтобы установить повышенные цены на экологически чистую продукцию, нужно уяснить, что под ней понимается; чем экологически чистая продукция, хотя бы продовольственная, отличается от обычной; как она маркируется и какими знаками. Однажды, еще в 1995 г., газета «Московский комсомолец» сообщила, что столицу завалили импортными продуктами такого низкого качества, что городские санэпидемстанции начали опасаться за здоровье людей. Это подтолкнуло столичное правительство открыть первые два магазина, торгующие экологически чистыми продуктами, которые, как сообщила указанная газета, поступают от английской фирмы.

В России, как ни в одной другой стране, имеются природные условия для производства экологически чистой продукции, особенно в местах, удаленных от промышленных центров. Фактически такая продукция, т.е. практически с нулевым содержанием нитратов, пестицидов, радионуклидов, широко производится, в особенности на приусадебных и садово-огородных участках, но пока реализуется на общих основаниях или же потребляется в натуральных хозяйствах (сам вырастил – сам съел). После дефолта 1998 г. количество импортных продуктов заметно сократилось, соответственно возросло количество отечественных, как правило, изготовленных по гораздо более экологически чистым технологиям, чем импортные.

Большинство из рассмотренных выше видов экономического стимулирования показали свою эффективность во многих странах. Наиболее эффективным средством стимулирования считаются налоги. Причем экологические («зеленые») налоги повышают стоимость продукции, поскольку учитывают затраты природных ресурсов. Они

способствуют тому, что экологический ущерб компенсирует в основном сам загрязнитель, а не все общество. Разумеется, повышая цены, производитель перекладывает уплату налога на покупателя. Но, поскольку повышение цены приводит к снижению спроса, то по обычным правилам микроэкономики можно рассчитать, в какой пропорции бремя налога делится между производителем и потребителем. В любом случае введение налога приводит к снижению расхода природных ресурсов, т.е. к снижению нагрузки на окружающую природную среду.

Вместе с тем оценка экономико-правовой экологической ситуации в целом не является оптимистической. Можно сделать вывод, что целостной системы льгот, взаимоувязанных экономических стимулов, способствующих рациональному использованию природных ресурсов, в России пока не существует. Экологическое законодательство и практика его применения требуют дальнейшего развития.

**Финансирование природоохранной деятельности и экологические фонды.** Совершенно очевидно, что для успешного функционирования механизма управления экологической безопасностью необходимо прежде всего *финансирование, т.е. обеспечение выполнения природоохранных программ материальными средствами.* Оно осуществляется за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Федерации, бюджетов органов местного самоуправления; собственных средств предприятий, учреждений, организаций; экологических фондов; фондов экологического страхования; кредитов банков; добровольных взносов населения; других источников.

В последние годы на средства федерального бюджета осуществлялись только природоохранные мероприятия, включенные в

состав государственных программ. Для этих нужд выделялись суммы, составлявшие не более 1% от всех федеральных расходов, что явно недостаточно даже для текущей борьбы с загрязнением окружающей среды.

В настоящее время основными источниками финансирования капитального строительства в природоохранной сфере являются средства предприятий и организаций всех форм собственности, а также средства муниципальных бюджетов (т.е. бюджетов органов местного самоуправления) и экологических фондов.

*Фонды - это некоммерческие организации, аккумулирующие (т.е. собирающие) денежные или материальные средства, предназначенные для какой-либо заранее заданной цели.* Система экологических фондов создана на основе Положения «О Федеральном экологическом фонде Российской Федерации и экологических фондах на территории Российской Федерации», утвержденного Правительством РФ в июне 1992 г. Фонды являются юридическими лицами и находятся в ведении федерального органа, отвечающего за охрану окружающей природной среды (в течение ряда лет - Госкомэкологии РФ), и его территориальных структур.

*Цель создания экологических фондов — формирование независимого от государственного бюджета централизованного источника финансирования природоохранных нужд, дополняющего государственные затраты.*

Как вытекает из сказанного выше, экологические фонды теоретически могут служить одним из *основным* источников финансирования экологических программ в ситуациях, когда государство по тем или иным причинам уклоняется от активного участия в обеспечении экологической безопасности и охране окружающей природной среды.

За счет каких средств формируются экологические фонды? На их счета поступают платежи за загрязнение природной среды. Этот поток платежей делится на две части. Один - выплаты в пределах нормативов, установленных природопользователям экологическими органами. Эти выплаты поступают регулярно. Второй - плата сверх нормативов. Обычно она связана с какими-либо происшествиями, приведшими к сверхплановым сбросам или выбросам экологически вредных веществ, когда виновные не собираются дожидаться решений судов.

На счета экологических фондов поступают средства за размещение отходов. Другой источник - суммы, получаемые по искам о возмещении вреда, взысканные судами и арбитражными судами за экологические правонарушения, а также в виде штрафов за подобные правонарушения. Некоторый доход дает реализация конфискованных орудий охоты и рыболовства.

Экологические фонды получают дополнительный доход от разрешенной законодательством коммерческой деятельности, например, в виде дивидендов на принадлежащие им акции, процентов по их вкладам в банки; в виде доходов от издательской деятельности фондов. Наконец, нельзя забывать о добровольных отчислениях предприятий и организаций и взносах граждан, в том числе и иностранных.

Нормативы распределения средств экологических фондов различных уровней установлены законом: 60% средств направляется на финансирование природоохранных мероприятий местного (городского, районного) значения, 30% - на природоохранные мероприятия республиканского, краевого, областного значения и 10% - на мероприятия федерального и межрегионального значения.

Среди крупных природоохранных мероприятий, на которые

использовались средства Федерального экологического фонда, назовем строительство патрульного природоохранного судна; создание опытной установки для производства сорбентов, селективных к радионуклидам и тяжелым токсичным металлам (Челябинск); строительство опытно-промышленной установки по утилизации отходов деревообрабатывающей и лесной промышленности в Тамбовской области; завершение строительства линии по переработке изношенных автомобильных шин в г. Кинешма Ивановской области; создание передвижной установки по обезвреживанию непригодных к использованию и запрещенных пестицидов и ядохимикатов в Воронежской области, и др.

Расширяется круг регионов России, в которые вкладывались средства Федерального экологического фонда на природоохранные цели.

*Средства экологических фондов предназначены для финансирования воспроизводства природных ресурсов, научных исследований, финансовой поддержки строительства очистных сооружений, внедрения экологически чистых технологий, возмещения ущерба гражданам за причинение вреда здоровью, для экологического воспитания и образования.* Однако законом не предусмотрено соотношение этих затрат, что служит поводом для возникновения дискуссий по проблемам расходования средств.

В целом доля средств экологических фондов в капитальных вложениях остается пока незначительной. Например, в последние годы в сельском хозяйстве она составляла по России в общей сумме капитальных вложений на природоохранные цели 5 - 8%.

Налоги, различные платежи и сборы, с одной стороны, и финансирование природоохранной деятельности, с другой стороны, тесно связаны между собой. Правила налогообложения, уплаты

платежей и сборов устанавливаются органами власти различных уровней управления с помощью соответствующих нормативно-правовых документов. Налоги, платежи и сборы перечисляются природопользователями на соответствующие бюджетные счета, а доходы бюджетов различных уровней используются для финансирования природоохранных мероприятий.

**Понятие об экономической ответственности.** Органичный элемент организационно-экономического механизма управления экологической безопасностью и охраны окружающей природной среды - *экономическая ответственность*. Она является составной частью хозрасчета юридических лиц и признаком их самостоятельности в хозяйственно-оперативном отношении. Закон «Об охране окружающей природной среды» называет возмещение вреда, причиненного природной среде и здоровью человека, одной из задач экономического механизма управления экологической безопасностью и охраны окружающей природной среды.

Понятие «экономическая ответственность» отличается от понятия «материальная ответственность». Материальная ответственность предусмотрена трудовым законодательством и распространяется на должностных лиц и других работников. Экономическая ответственность касается юридических лиц. Она реализуется в двух видах юридической ответственности — *административной и гражданско-правовой*. В конечном счете и штрафные санкции за административные экологические правонарушения, и нанесенный ущерб определяются в стоимостной (денежной) форме и влияют на хозрасчетные показатели производственной деятельности юридических лиц.

*Экономическая ответственность не должна базироваться на правомерной деятельности и противопоставляться юридической*

*ответственности.* Так, загрязнение среды в процессе производства в пределах установленных нормативов при современном развитии техники и технологии зачастую является неизбежным, а поэтому правомерным явлением. Плата за загрязнение в данном случае не может рассматриваться как экономическая ответственность, и ее бесспорность не свидетельствует о наличии ответственности без вины.

Не является видом экономической ответственности плата за землю (земельный налог), за воду. Не является экономической ответственностью также возмещение потерь сельскохозяйственному и лесохозяйственному производству при изъятиях земель или введении ограничений при их использовании. Эти отношения являются не экологическими, а производственно-экономическими, и между причинением ущерба и нарушением экологических требований нет прямой причинной связи. В таких случаях суммы средств, образующих убытки и потери, включаются в сметную стоимость строительства или относятся за счет производственной деятельности организации (предприятия).

Для организации любой формы собственности не имеет значения, согласно какой отрасли права (гражданского, административного и др.) определены к взысканию денежные суммы. Но существенное значение имеют хозрасчетные категории, с которыми эти суммы связываются. Так, в нормальной экономической ситуации *платежи за нормативное загрязнение среды, за пользование природными ресурсами относятся на себестоимость, а штрафы, суммы убытков, платежи за сверхнормативное загрязнение являются экономическими санкциями и осуществляются за счет прибыли, остающейся у организации.*

Одной из актуальных проблем природопользования является

научно обоснованный расчет ущерба, причиняемого среде. Необходимо признать, что существующие методики являются не вполне точными, поскольку долгосрочные последствия тех или иных воздействий на окружающую природную среду пока не вполне известны. Вместе с тем ясно, что нельзя ждать сотни или даже десятки лет, пока эти последствия в достаточной степени выявятся. Полезным инструментом эколога являются математические модели эколого-экономических явлений и процессов.

#### **6.4. Работа механизма управления экологической безопасностью**

*Учет ресурсов, планирование, лимитирование и лицензирование – составляющие работы механизма управления экологической безопасностью.* Рассмотрим эти составляющие подробнее.

**Кадастры и учет ресурсов.** Научно обоснованное использование природных ресурсов, как и всяких иных ресурсов, очевидно, должно быть основано на их учете. Общепринято, что учет определяется как сбор, систематизация, хранение и обновление сведений о количестве и качестве ресурсов. В настоящее время в России учет природных ресурсов осуществляется путем составления *кадастров по видам ресурсов.*

*Кадастр - это свод количественных, организационных, качественных экономических и экологических показателей природного ресурса.* С точки зрения прикладной статистики часть данных о каждом ресурсе имеет количественную природу (например, площадь, измеренная в гектарах), часть – качественную (например, перечень пород деревьев в лесу). В кадастре приводятся и организационные сведения (например, какой организации или частному лицу принадлежит лесной массив). Данные кадастров лежат

в основе планирования использования ресурсов, их экономической оценки, ценообразования, определения ущерба, наносимого среде, системы мер по воспроизводству ресурсов, и т.д..

Составляются *земельный, водный, лесной кадастры, кадастр месторождений полезных ископаемых*. Кадастрами служат реестры охотничьих животных, рыбных запасов, природно-заповедных территорий, а также и загрязнителей окружающей природной среды. Кадастром служит и «Красная книга», дающая информацию о редких и исчезающих видах животных и растений.

В последние годы проводится эксперимент по совершенствованию учета и социально-экономической оценке природно-ресурсного потенциала. Целью эксперимента является формирование комплексных территориальных кадастров природных ресурсов, включающих в себя информацию по всем видам ресурсов на данной территории. Они будут служить информационной базой для принятия экологически обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения экологической безопасности, охраны окружающей природной среды и природопользования с учетом приоритетов социально-экономического развития территорий.

Для проведения эксперимента разработана система показателей и структура баз данных по видам природных ресурсов в составе комплексного территориального кадастра, ведомости для совершенствования учета ресурсов и налогообложения в сфере природопользования. В этом эксперименте, проводимом под руководством федерального органа, отвечающего за охрану природы, участвуют более 30 субъектов Федерации. Наиболее активно работа по формированию межведомственных органов и созданию комплексных территориальных кадастров проводилась в Московской, Ленинградской, Ярославской, Калужской областях.

Учет природных ресурсов и контроль за их использованием неразделимы. Поэтому *вся система экологического контроля, включающая государственную службу наблюдения за состоянием природной среды, государственный, производственный и общественный контроль, система экологических экспертиз являются организационно-экономическими рычагами природопользования.* Естественно, что по результатам контроля принимаются меры по административному и экономическому стимулированию или наказанию.

***Планирование обеспечения экологической безопасности, охраны окружающей природной среды и природопользования.*** Как известно, планирование - одна из важнейших функций менеджмента, в том числе и экологического. *Под планированием понимается разработка мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды и распределение объема их выполнения применительно к временным интервалам и территориям.*

Охрана окружающей среды стала выделяться отдельным разделом в пятилетних планах страны с 1974 г. Были созданы соответствующие организационные структуры - отдел по охране природы в Госплане СССР, отделы и управления по охране природы в министерствах и ведомствах. В Постановлении Правительства СССР «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» от 1 декабря 1978 г. впервые было закреплено законодательно требование учитывать при подведении итогов соревнования между предприятиями и организациями выполнение ими планов мероприятий по охране природы.

С конца 80-х годов началась реформа системы управления природопользованием. *В 1988 г. был образован Государственный*

*комитет СССР по охране природы (Госкомприрода).* Он готовил и представлял в Госплан предложения по вопросам охраны природы для включения их в проекты государственных планов экономического и социального развития, а затем контролировал выполнение мероприятий, включаемых в планы.

С началом «реформ» вопросам охраны окружающей природной среды стало уделяться меньше внимания, что проявилось прежде всего в резком снижении реального финансирования природоохранной деятельности. В последние годы планирование и финансирование природоохранных мероприятий осуществляются по федеральным целевым программам. В качестве примера можно привести Постановление Правительства РФ «О государственной комплексной программе повышения плодородия почв России». На основе этой федеральной программы разработаны и приняты программы повышения плодородия почв во всех субъектах РФ и их районах. До конкретных землепользователей они доведены в виде контрольных цифр.

С целью выполнения решений Конференции ООН в Рио-де-Жанейро (Бразилия, 1992 г.) по окружающей среде и развитию в России разработан «Национальный план действий по окружающей среде». На предприятиях мероприятия по охране природной среды должны включаться в бизнес-планы.

***Лимитирование и лицензирование природопользования.***  
Регуляторами природопользования служат так называемые лимиты. *Лимитирование - это система эколого-экономических ограничений по территориям, срокам и объемам предельных показателей использования (изъятия) природных ресурсов, выбросов и сбросов в окружающую природную среду загрязняющих веществ и размещения отходов.*

Природопользование осуществляется путем изъятия природных ресурсов (т.е. тех или иных веществ, площадей, объемов и т.д.) из природы и внесения в нее загрязняющих веществ. В соответствии с этим лимитирование производится путем установления предельных норм изъятия ресурсов, а также норм внесения загрязняющих веществ - выбросов и сбросов в среду и размещения отходов.

Лимиты устанавливаются на размеры отвода земельных участков для строительства автомобильных и железных дорог, аэропортов, трубопроводов, мелиоративных каналов и др. Применяются лимиты потребления воды для орошаемого земледелия, для промышленных и сельскохозяйственных объектов. Лимитами для использования лесных ресурсов являются показатели расчетной лесосеки по территориям, т.е. предельная ежегодная норма вырубki. Существуют квоты (другое название лимитов) для вылова рыбы и охоты.

Лимитами для выбросов и сбросов загрязняющих веществ служат нормативы качества природной среды. Эти нормативы носят следующие названия:

- ПДВ — предельно допустимые выбросы в атмосферу;
- ПДС — предельно допустимые сбросы в водные источники;
- ПДК — предельно допустимые концентрации;
- ПДУ — предельно допустимые уровни воздействия шума, вибрации, электромагнитных полей;
- ПДН — предельно допустимые нагрузки на природную среду (количество посетителей на экскурсию в заповеднике, нагрузка скота на единицу пастбищных угодий и т.д.).

Нормативы утверждаются федеральным органом, отвечающим за охрану окружающей среды. Виды хозяйственной деятельности, лимиты и экологические требования при использовании природных

ресурсов фиксируются в лицензиях (т.е. разрешениях) на природопользование, выдаваемых органами управления. *Существует около 30 видов природопользования, на которые выдаются лицензии.* Эксплуатация природных ресурсов без соответствующей лицензии влечет за собой ответственность вплоть до уголовной.

***Новые элементы механизма управления экологической безопасностью.*** В последние годы стали активно развиваться такие новые рычаги механизма управления экологической безопасностью, природопользованием и охраной окружающей природной среды, как *экологическая сертификация и экологический аудит.*

Создание рынка природных ресурсов создает возможность получения значительных средств. Можно ожидать, что работа *бирж природных ресурсов*, проведение аукционов и конкурсов, на которых можно купить право на их разработку или аренду при условии строгого экологического контроля, позволят увеличить доходы от природопользования как Российской Федерации в целом, так и ее субъектов и органов местного самоуправления.

Рынок продажи прав на загрязнение активно формируется в США, Германии и других странах и имеет большие перспективы развития. Суть такой торговли в следующем. Для конкретной территории определяется лимит выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду. Эта сумма загрязнений не может быть превышена при новом строительстве. Поэтому новые или расширяющиеся предприятия вынуждены делать экономически обоснованный выбор: или строить дорогостоящие очистные сооружения у себя, или заплатить другому предприятию, уже имеющему очистное оборудование, за его усовершенствование и переработку дополнительного загрязнения, т.е. фактически купить право на дополнительное загрязнение. Решающую роль в принятии

решения играет величина затрат в том и другом случаях. *В итоге решаются две задачи: не увеличить (т.е. оставить прежней или даже сократить) общую сумму загрязнений на определенной территории, а сумму расходов на охрану окружающей среды максимально снизить.* Создание механизма продажи прав на загрязнение обсуждается уже и на глобальном уровне.

Удобным экономическим инструментом в охране окружающей среды является система «залог - возврат». Покупатель оплачивает дополнительную стоимость составной части товара, причем эта стоимость может возвратиться к нему назад. А именно, дополнительно оплачиваются стоимость стеклянных и пластиковых бутылок, пластиковых контейнеров, электрических батареек и т.д. Возврат пустой тары и тем более многоразовое ее использование позволяют сберечь средства и ресурсы, а также снизить объем загрязнений, поступающих в окружающую среду.

*Экологическая сертификация - это удостоверение степени соответствия экологическим требованиям оборудования, технологии и продукции, а также предприятия в целом.* Сертификация, другими словами, — это форма контроля. С 1992 г. в России действует разветвленная система сертификации, в которую входит множество аккредитованных лабораторий и центров сертификации. Система органов сертификации действует в стране на основании Закона РФ «О защите прав потребителей» от 7 февраля 1992 г. Закон требует обязательной проверки качества продуктов и их соответствия требованиям безопасности для жизни, здоровья, окружающей среды. Эти требования внесены в государственные стандарты на продукцию. Госстандартом России в 1993 г. утверждены документы по системе сертификации отдельно по правилам испытания пищевых продуктов и продовольственного сырья; плодов, овощей и продуктов их

переработки; молока и молочных продуктов. Чаще других не проходят сертификации, т.е. не получают сертификат на соответствие требованиям безопасности, спиртоводочные изделия.

*Экологический аудит - это анализ и определение экономических последствий экологических затрат.* Фактически это экономический анализ деятельности предприятий, осуществляющих природоохранные мероприятия, и экономической эффективности этих мероприятий.

Необходимым организационным элементом управления является наличие информационной базы о состоянии и охране природной среды. Статистические данные в системе информационного обеспечения незаменимы и играют основную роль. Однако воздействие производства на окружающую природную среду не находит пока адекватного отражения в статистической отчетности. Если промышленные предприятия составляют форму статистической отчетности № 4-ОС, да и то только те, которые имеют очистные сооружения, то сельскохозяйственные предприятия такой формы отчетности вообще не имеют и перед статистическими органами не отчитываются. *Собранные статистические данные необходимо обрабатывать с помощью современных методов эконометрики, в частности, методов статистики объектов нечисловой природы и статистики нечисловых данных.* Дело в том, что состояние природы требует для своего описания нечисловых величин, прежде всего качественных признаков, а неизбежные неточности при измерении тех или иных параметров приводят к необходимости использовать интервальные данные и применять соответствующий эконометрический аппарат (подробнее см. [7]).

***Рынок и природопользование.*** Впервые рыночное регулирование природопользования и охраны окружающей

природной среды стало применяться в странах с преобладанием рыночной экономики. В отличие от административно-экономического регулирования рыночные отношения в экологии означают полную свободу предпринимателей заключать договоры между собой, самостоятельно принимать решения о взаимоотношениях с экологическими банками и биржами, перераспределять, перепродавать лицензии на загрязнение. *Государства всегда и везде ограничивают рыночные отношения.* Это объясняется тем, что государство представляет и защищает интересы общества в целом, а предприниматели ориентируются прежде всего на свою выгоду.

В экономически развитых странах обычно выделяют следующие направления развития рыночных отношений в области экологии. Во-первых, проведение экономической оценки природных ресурсов и осуществление ценообразования с учетом экологических затрат. Во-вторых, создание рынка природных ресурсов, в частности, рыночной инфраструктуры, в том числе экологических банков для финансирования природоохранных программ, различного рода бирж, среди них биржи прав на загрязнение, в качестве посреднических организаций. В-третьих, развитие экономической ответственности причинителей вреда (применение штрафных санкций, для чего необходимо совершенствование методик по расчету экономического ущерба). В-четвертых, развитие системы оказания различных экологических услуг, к которым относятся, в частности, экологическое консультирование, эколого-правовое обслуживание, строительство природоохранных сооружений, сертификация предприятий, процессов производства и продукции, экологическое аудирование, экологическое воспитание и обучение.

Следует отметить, что в странах с развитой рыночной экономикой не удается эффективно решать экологические проблемы

только рыночными методами, поэтому везде рыночные методы сочетаются с государственным регулированием. Все методы в совокупности образуют организационно-экономический механизм обеспечения экологической безопасности, природопользования и охраны окружающей природной среды.

Экономической основой для начала развития рыночных методов регулирования природопользования и охраны природной среды в России явился переход к многообразию форм собственности, в том числе и на природные ресурсы. Развитие рыночного механизма в нашей стране и его государственного регулирования - задача долгосрочная.

## **6.5. Экологическое страхование**

Страхование жизни или имущества знакомо всем. В последние десятилетия все чаще обсуждается новый вид страхования: *экологическое - это страхование ответственности за ущерб, нанесенный окружающей природной среде и здоровью людей.*

***Необходимость экологического страхования в современных условиях.*** Производственная деятельность многих предприятий наносит или может нанести тот или иной ущерб окружающей природной среде, а потому и здоровью людей - как тех, кто работает на этих предприятиях, так и тех, кто живет вблизи них. Мы постоянно сталкиваемся с выбросами вредных веществ в атмосферу, сбросами их в реки и т.д. Более того, *отвечающие за экологию государственные органы регулярно дают разрешения на такие действия, наносящие вред окружающей природной среде и здоровью людей.*

В чем причины подобных ситуаций? Их несколько. Во-первых, многие применяемые в настоящее время технологические процессы не

могут не наносить вред окружающей природной среде. Достаточно вспомнить о металлургических и химических заводах. Избавиться от этого вреда можно в настоящее время только одним способом - закрыв подобные предприятия. Все мы знаем, что проектируются новые экологически чистые технологии, ведется работа по выводу экологически опасных предприятий из густонаселенных районов (например, из центральных районов Москвы), но все это - на долгую перспективу.

Известно, что городской воздух больше всего загрязняют выхлопные газы автомобилей. Можем ли мы запретить пользоваться автомобилями? В перспективе - да, перейдя, например, на экологически чистые электромобили, работающие от аккумуляторов. Но, увы, не сейчас.

Во вторых, сами предприятия не всегда стремятся немедленно повысить свою экологическую безопасность. Ведь модернизация очистных сооружений, разработка и внедрение экологически чистых технологий требует средств, и немалых. *Иногда выгоднее платить штрафы за загрязнение окружающей среды.* Такие в настоящее время установлены штрафы.

Наконец, бывают неожиданные аварии - взрывы, пожары, выбросы и утечки опасных веществ и др. Они причиняют крупный материальный ущерб, а иногда приводят и к человеческим жертвам. В каждом конкретном случае предсказать подобную аварию нельзя, но в целом по стране их число достигает сотен и тысяч.

Естественно возникает вопрос - кем и как должен возмещаться ущерб, нанесенный окружающей природной среде и населению? Напрашивается ответ: *возмещать должен виновник нанесения ущерба.* Однако виновное предприятие может попросту не иметь необходимых для этого средств. Например, совершенно ясно, что

последствия известной катастрофической аварии 1986 г. на Чернобыльской АЭС не могли быть возмещены за счет самой АЭС. Работы по ликвидации последствий аварии оплачивало государство, оно же возмещало ущерб.

А откуда берет деньги государство? Из резервных фондов или сокращая другие расходы. В ситуации, когда предприятия обладают экономической самостоятельностью, а многие - находятся в частной собственности, нелогично возлагать на государство обязанность возмещения ущерба от нарушения промышленной безопасности и экологического ущерба. Это должны делать сами предприятия с помощью системы экологического страхования.

**Основные понятия и принципы экологического страхования.** Традиционным является страхование с помощью страховых компаний. Кратко напомним основные термины и принципы страхования. Предприятие, именуемое в данной ситуации *страхователем*, заключает договор с организацией специального типа - со страховой компанией (*страховщиком*). Согласно этому договору страхователь уплачивает *страховой взнос*, т.е. вносит плату за страховую услугу. А услуга состоит в том, чтобы при наступлении страхового случая выплатить предприятию *страховое возмещение*, дающее страхователю средства для возмещения ущерба.

Рассмотрим условный пример. Предположим, что руководство завода «Амперметр» решило застраховаться от последствий аварийного сброса экологически опасных сточных вод. Оно вступает в переговоры со страховой компанией «Экострах». Сначала им надо с точки зрения экономики и с учетом действующих правовых норм оценить возможный ущерб от аварийного сброса. А именно, надо выяснить, каким физическим и юридическим лицам может быть нанесен ущерб, и в каком объеме. Если произойдет страховое событие

- аварийный сброс экологически опасных сточных вод, то претензии заводу «Амперметр» могут быть выдвинуты многими лицами и организациями. Наверняка они последуют со стороны экологических органов, отвечающих за здоровье населения. Непременно - со стороны расположенных ниже по течению реки предприятий, потребляющих воду. Со стороны групп рыбаков, а также отдельных граждан, здоровье которых пострадало в результате аварийного сброса, и др.

Оценив возможные потери, стороны («Амперметр» и «Экострах») договариваются о *страховой сумме, т.е. объеме страховой ответственности*, принимаемой на себя страховщиком. Предположим, что в результате всестороннего анализа согласована оценка возможных потерь (страховая сумма) в размере 1 млн. руб. Если произойдет аварийный сброс экологически опасных сточных вод (т.е. осуществится страховое событие), то страховая компания «Экострах» выплатит пострадавшим эту сумму.

Завод «Амперметр» может, конечно, держать на своем банковском счету резервный фонд в 1 млн. руб., который будет расходоваться лишь в случае аварийного сброса экологически опасных сточных вод (другими словами, заниматься самострахованием). Однако такое поведение экономически невыгодно, если вероятность осуществления рассматриваемого страхового события мала. Резервный фонд почти наверняка не понадобится, и замороженные в нем средства не будут приносить дохода предприятию.

Поэтому выгоднее заплатить страховой компании «Экострах» страховой взнос, равный произведению страховой суммы на страховой тариф. Например, если страховой тариф равен 0,05 или 5%, то завод «Амперметр» выплатит страховой компании «Экострах»  $0,05 \times 1000000 = 50000$  руб. Заводу обычно выгоднее выплатить 50 тыс.

руб., чем заморозить 1 млн. руб.

А в чем выгода страховой компании? Она основана на законе больших чисел и других положениях *теории вероятностей*. Если «Экострах» имеет дело с большим числом предприятий типа завода «Амперметр» (например, с тысячью заводов), а вероятность аварийных сбросов мала, например, равна 0,02 (т.е. происходит в среднем на 2 предприятиях из 100 или на 1 из 50), то страховая компания будет иметь неплохой доход.

Проведем ориентировочный расчет. Тысяча предприятий выплатит по 50 тыс. руб., всего 50 млн. руб. Выбросы произойдут в 2% случаев, т.е. на  $0,02 \times 1000 = 20$  предприятиях. Пострадавшим от выбросов страховая компания «Экострах» выплатит  $20 \times 1000000$  руб., т.е. 20 млн. руб. В распоряжении «Экостраха» останется  $50 - 20 = 30$  млн. руб. Часть из этих 30 млн. направляется в резервный фонд, предназначенный для компенсации отклонения выплат от среднего значения (величину этих отклонений оценивают на основе теории вероятностей специалисты по *актуарным*, т.е. страховым, расчетам). У «Экостраха» есть расходы на собственное содержание, на выплату налогов и др. Но существенная часть 30 млн. - его чистая прибыль, которая может быть направлена, в частности, на природоохранные мероприятия. Доля прибыли, предназначенной для финансирования работ по улучшению экологической обстановки, должна быть оговорена в уставе страховой компании и, как правило, быть не менее 90%.

**Виды экологического страхования.** Страхование - обширная область человеческой деятельности, в которой разработаны различные варианты организации взаимоотношений между страхователями и страховщиками. Методы соответствующих расчетов (их называют *актуарными*) достаточно сложны, их проводят специалисты-

*актуарии.* Соответствующая теория основана на методах эконометрики, теории вероятностей и математической статистики.

Кроме *двусторонней* схемы «предприятие - страховая компания», заслуживает внимания *многосторонняя* схема *взаимного страхования.* Она напоминает хорошо известную «кассу взаимопомощи» предприятия: сотрудники вступают в нее и ежемесячно сдают взносы, из которых выдаются ссуды нуждающимся коллегам. Эти ссуды затем постепенно погашаются. Каждый сотрудник может выйти из «кассы взаимопомощи», получив обратно все свои взносы (естественно, за вычетом взятых ранее и еще не погашенных ссуд).

При *взаимном экологическом страховании* общую «экологическую кассу» образуют не люди, а предприятия, а в роли ссуд выступают выплаты на компенсацию экологического ущерба. Преимуществом такой формы страхования является отсутствие в организационной схеме коммерческой организации - страховой компании, ориентированной, как ни старайся отрицать это, на получение прибыли, а не на оздоровление окружающей природной среды. Недостатком является большая сложность организационной схемы (много партнеров) по сравнению с тривиальной схемой «предприятие - страховая компания» (два хозяйствующих субъекта, заключающих между собой договор). Действительно, многосторонняя схема взаимного страхования может эффективно работать, когда в нее входят сотни организаций. Но в таком случае нужен некий центральный орган, подобный руководству кассы взаимопомощи. Схему взаимного страхования сравнительно легко организовать тогда, когда организации уже объединены в некую ассоциацию, взаимные контакты налажены, можно действовать в обстановке взаимного доверия.

Экологическое страхование является частью системы экологической безопасности. Оно бывает *обязательным и добровольным*. В России подготовлен и обсуждается в структурах Государственной Думы РФ проект федерального Закона «Об обязательном экологическом страховании». В соответствии с ним государственные органы выделяют экологически опасные предприятия, подлежащие обязательному страхованию. При этом назначаются и страховые тарифы в соответствии с классом опасности объекта. Ряд положений проекта федерального Закона уточнен по результатам экспериментов в ряде регионов страны, в частности, в Ногинском районе Московской области.

*Добровольное* экологическое страхование не нормируется государством. Его можно сравнить с *добровольной сертификацией* продукции или с добровольным получением свидетельства об экологической безопасности предприятия (по результатам экологического аудита). Добровольная экологическая активность предприятия повышает его престиж среди населения, а потому и конкурентоспособность продукции. Одним из результатов проведенного нашим научным коллективом в 1994 г. изучения предпочтений потребителей растворимого кофе была неожиданно сильная установка потребителей на экологическую безопасность продукта [19]. В частности, потребители были готовы платить на 10% больше за кофе, экологическая безопасность которого установлена государственными органами Бразилии и России.

***Расчетные методы и экспертные оценки.*** Выразить в рублях ущерб, нанесенный аварией природной среде и здоровью людей, весьма сложно. Если же одним из последствий аварии является гибель людей, то с точки зрения экономики появляется необходимость *выразить в рублях жизнь человека*. Можно ли это делать? Многие

считают, что недопустимо оценивать человеческую жизнь в денежных единицах. Это мнение основано на этических и религиозных соображениях.

Весьма трудно и оценить вероятность аварии, скажем, на химическом производстве или атомной электростанции. Ведь если бы можно было предсказать, когда произойдет авария, то можно было бы и принять нужные меры, чтобы ее предотвратить или, во всяком случае, существенно смягчить последствия!

Поэтому *расчетные методы могут играть лишь ограниченную роль в экологическом страховании*. Необходимо широко использовать *экспертные методы, основанные на интуиции специалистов и математических методах сбора и анализа их мнений* (см. предыдущую главу). Опишем один из вариантов применения экспертных оценок при организации обязательного экологического страхования.

На первом этапе рассматриваемые предприятия разбиваются на четыре класса по степени экологической опасности: неопасные, слабо опасные, опасные и весьма опасные. Чтобы получить такое разбиение, в соответствии с разработанным научным коллективом под руководством заслуженного деятеля науки РФ проф. В.Г. Горского (Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии, Москва) методом сначала проводится опрос экспертов по ряду вопросов, сгруппированных в четыре группы:

-насколько опасны вещества, используемые или производимые на данном предприятии?

- насколько безопасны технологии, используемые на предприятии?

- насколько хорошо экологически подготовлены работники предприятия и системы аварийной защиты?

- насколько опасно расположение предприятия с точки зрения возможного влияния на окружающую природную среду и здоровье людей?

Затем полученные ответы подвергаются достаточно изощренной математической обработке, в результате которой получается искомое разбиение предприятий на группы по степени экологической опасности.

Страховые тарифы устанавливаются в зависимости от класса опасности предприятия. Например, для неопасных предприятий - 0,5% от валовой выручки, для слабо опасных - 1% от валовой выручки, для опасных - 2% и для весьма опасных - 4% . Подобные нормативы (в процентах) также могут устанавливаться с помощью экспертных оценок. В другом варианте организации экологического страхования тарифы устанавливаются в процентах не от валовой выручки, а от добавленной стоимости.

В настоящее время проблемы экологического страхования активно разрабатываются теоретиками и практически работающими менеджерами как в нашей стране, так и в других странах (например, в Германии и США). Условием широкого внедрения является качественное правовое обеспечение. В частности, рассмотренные выше процедуры экспертного оценивания должны иметь соответствующий правовой статус. С утверждением соответствующих законов рынок страховых услуг в экологии значительно расширится.

## **Литература**

1. Бобылев С.Н. Экологизация экономического развития: Учебное пособие. - М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 1993. – 79 с.
2. Боголюбов С.А. Экологическое право. Учебник для вузов. — М.:

Издательство НОРМА, 2001. - 448 с.

3. Гвозденко А.А. Основы страхования: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 320 с.

4. Декларация Рио-де-Жанейро // Мир науки. — 1992. — № 4.

5. Комментарии к Закону «Об охране окружающей природной среды» / Отв. ред. С.А. Боголюбов. — М.; ИНФРА-М-НОРМА, 1997. – 382 с.

6. Моткин Г. А. Основы экологического страхования.- М.: Наука, 1996. - 192 с.

7. Орлов А.И. Экспертные оценки // Заводская лаборатория. 1996. Т.62 № 1. С.54-60.

8. Пермяков Р.С. Экономический механизм экологического менеджмента. Лекции. - М.: Изд-во Российской Академии Государственной Службы, 1998. - 324 с.

9. Реймерс Н.Ф. Экологизация. Введение в проблематику. Учебное пособие. - М.: Изд-во Университета Российской академии образования, 1997. - 132 с.

10. Серов Г.П. Основы экологической безопасности. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1993. – 103 с.

11. Царегородцев Г.А. и др. Платежи за пользование природными ресурсами. Комментарий. — М.: ЗАО «ФБК-пресс», 1998. – 139 с.

12. Экологический учет для предприятий. Конференция ООН по торговле и развитию / Пер. с англ. — М. : Финансы и статистика, 1997 . – 200 с.

13. Экология и экономика природопользования / Под ред. Э.В. Гирусова. - М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998. — 455 с.

14. Экология. Учебное пособие / Под ред. С.А. Боголюбова. – М., 1999. - 288 с.

15. Орлов А.И. Экологическая «любовь» в предпринимательстве. Экологическое страхование // Российское предпринимательство. 2000.

№11. С.104-108. №12. С.52-55.

16. Михеев А.А. Выгодная экология. Экологическое страхование в США: тенденции развития // Российское предпринимательство. 2000. №12. С.76-84.- 2001. № 1. С.62-68.

17. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Проблемы управления экологической безопасностью // Менеджмент в России и за рубежом. 2000. №6. С.78-86.

18. Управление качеством окружающей среды. Учебник. Т.1 / С.А. Боголюбов, А.И. Орлов, В.А. Поляков и др. - М.: Московский государственный институт электроники и математики (технический университет), 2000. – 283 с.

19. Орлов А.И. Эконометрика. – М.: Экзамен, 2004. – 576 с.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое механизм управления экологической безопасностью и охраной окружающей среды?
2. Каковы принципы механизма управления экологической безопасностью?
3. Каковы составляющие экономического механизма?
4. Какие виды экономических рычагов выработаны практикой?
5. Что такое экологическая сертификация, экологический аудит?
6. Каковы особенности рыночного механизма природоохранной деятельности?
7. Почему необходимо экологическое страхование?
8. Что означают термины: страхователь, страховщик, страховое событие, страховая сумма, страховой взнос, страховой тариф?
9. Может ли страховой тариф быть меньше вероятности осуществления страхового события?

10. Сравните схему взаимного страхования и схему «предприятие - страховая компания».

11. Какие методы называют экспертными? Чем они отличаются от расчетных методов?

### **Темы докладов и рефератов**

1. Субъекты и объекты управления природопользованием.

2. Соотношение государственного регулирования и рыночного механизма природопользования.

3. Стимулирование рационального природопользования.

4. Экологическое страхование.

5. Вероятностно-статистические методы актуарных расчетов.

6. Сущность и функции перестрахования.

7. Современные экспертные методы в задачах экологического страхования.

8. Сравнение схемы взаимного страхования и схемы «предприятие - страховая компания».

9. Полномочия местного самоуправления по организации рационального природопользования.

9. Оценка возможного экологического ущерба, связанного с деятельностью конкретного предприятия.

10. Вероятностно-статистические методы актуарных расчетов.

11. Сущность и функции перестрахования.

12. Современные экспертные методы в задачах экологического страхования.

## **Глава 7. Социально-экологические аспекты управления в современной экономике**

В настоящей главе 7 продемонстрировано, что экономика – служанка общества. Во всех без исключения экономически развитых странах за XX в. в 3-5 раз выросла роль государства в экономике. Обсуждается влияние современной экологической ситуации на экономику и управление. В частности, предсказан конец частного предпринимательства в классическом его понимании. Рассмотрены социально-экологические аспекты управления в масштабах государства и при управлении персоналом предприятия. Обсуждение российских проблем начинается с анализа динамики основных экономических и экологических показателей России, в том числе коэффициентов суммарной рождаемости в России. Система сценариев демографических прогнозов на период до 2050 г. показывает неизбежность значительного сокращения населения России. Описаны два основных сценария разрешения социально-экологических противоречий.

Любая организация взаимодействует с окружающей средой. Она использует ресурсы окружающего мира – энергетические, природные, кадровые и другие. Классические учебники по экономике предполагают, что влияние конкретного предприятия на окружающую среду бесконечно мало, в частности, что требуемые для деятельности предприятия ресурсы имеются в наличии, и дело только в цене, которую надо заплатить за их привлечение. Для крупной корпорации ситуация совершенно иная. Она своей деятельностью преобразует окружающую среду. Важными становятся объективно существующие ограничения на ресурсы. Эффекты усиливаются, если мы рассмотрим экономику в целом. Поэтому очевидна необходимость тщательного

рассмотрения проблем управления в реальном процессе взаимодействия экономики, общества и природной среды. Подходам к такому рассмотрению посвящена настоящая глава.

### ***7.1. Экономика – служанка общества***

Господствующие в обществе социальные установки оказывают решающее влияние на его экономику и системы управления. Один из наиболее ярких примеров – социально-экономическая история России с 1987 г., когда начались «рыночные» реформы. Тщательный анализ показывает, что советская экономическая система вполне могла развиваться, обеспечивая 4-5% ежегодного роста валового внутреннего продукта [2]. Недостатки прежней системы хозяйствования хорошо известны [1]. Поэтому переход к реформам был естественным. Однако дальнейшие социально-политические события привели к концу 1998 г. примерно к двукратному уменьшению основных макроэкономических показателей.

Различие двух обществ влечет различие их экономик. Принципиальное отличие внутреннего устройства российского общества от американского вытекает из их исторического пути. Американцы – потомки преступников и извергов (т.е. лиц, извергнутых из прежних сообществ). Метафорически их можно описать как набор независимо движущихся атомов. Русский крестьянин жил в общине, метафорическое описание российского общества – «семья». Поэтому в России на руководителей (от царя либо президента до директора организации) традиционно возлагают больше ожиданий, чем в США. В России работник ощущает себя членом коллектива, есть стремление решать спорные вопросы с помощью начальства, а не в суде, «стукачество» не поощряется, в

отличие от США, где оно является одобряемой обществом нормой поведения, и т.д. Поэтому российские традиции управления персоналом и ведения бизнеса весьма отличаются от американских [2, 3].

Экономическая динамика зависит также от религии. «Протестантская этика», по мнению известного социолога М. Вебера, сыграла ведущую роль в развитии капитализма. Дело в том, что для протестантов деловой успех означал благоволение со стороны Бога. Наоборот, неудача в делах означала недовольство Бога. Такой взгляд, конечно, противоречил принятому большинством христиан (православными и католиками) Новому Завету, в котором сказано: «Легче верблюду пройти сквозь игольное ушко, чем богатому попасть в Царствие Небесное».

Имеет свои особенности экономика и менеджмент в странах ислама (запрет на дачу денег в рост) и в Японии (традиции пожизненного найма).

В течение XX в. во всех экономически развитых странах общество возлагает на экономику все больше обязанностей. Речь идет о социальных гарантиях – пенсиях, пособиях малоимущим, безработным, всеобщем бесплатном образовании, медицинском обслуживании и т.д. Кроме того, в XX в. резко возросли расходы на оборону, обеспечение безопасности. В европейских странах государству принадлежит значительная часть предприятий. В результате во всех без исключения экономически развитых странах значительно выросла роль государства в экономике. Естественным показателем роли государства в экономике является доля государственных расходов (т.е. расходной части бюджета) в валовом внутреннем продукте страны. В табл. 7.1 показана динамика роли государства в реальной экономике промышленно развитых стран в

ХІХ и ХХ веках (данные Всемирного Банка). Для каждой из 11 стран роль государства в экономике монотонно росла в течение ХХ в., в целом она увеличилась в 3-5 раз и составила в 1998 г. от 32,8% (США) до 58,5% (Швеция).

Таблица 7.1.

Государственные расходы (расходная часть бюджета)

в процентах от валового внутреннего продукта

| №  | Страна                                 | 1870 г. | 1913 г. | 1960 г. | 1998 г. |
|----|--|---------|---------|---------|---------|
| 1  | Швеция                                 | 5,7     | 10,4    | 31,1    | 58,5    |
| 2  | Франция                                | 12,6    | 17,0    | 34,6    | 54,3    |
| 3  | Бельгия                                | -       | 13,6    | 30,3    | 49,4    |
| 4  | Италия                                 | 11,9    | 11,1    | 30,1    | 49,1    |
| 5. | Нидерланды                             | 9,1     | 9,0     | 33,7    | 47,2    |
| 6  | Германия                               | -       | 14,8    | 32,4    | 46,9    |
| 7  | Норвегия                               | 5,9     | 9,3     | 29,9    | 46,9    |
| 8  | Великобритания                         | -       | 12,7    | 32,2    | 40,2    |
| 9  | Япония                                 | -       | 8,3     | 17,5    | 36,9    |
| 10 | Австралия                              | 18,3    | 16,5    | 21,2    | 32,9    |
| 11 | США                                    | 7,3     | 7,5     | 27,0    | 32,8    |
| 12 | Среднее арифметическое (по 11 странам) | 10,1*   | 11,8    | 29,1    | 45,0    |
| 13 | Россия                                 | -       | 11,5    | 65,0    | 11,0    |

Примечание. \*За 1870 г. – среднее по 7 странам.

Для России динамика расходной части бюджета в процентах от ВВП резко отличается от аналогичной динамики для остальных стран. В 1913 г. Россия по этому показателю была в центре всех остальных

стран. В период СССР (1960 г.) она заметно (более чем в 2 раза) опережала другие страны. Зато в 1998 г. она вернулась на уровень 1913 г., отставая примерно в 3 раза от США и в 5 раз – от Франции. Движение наперекор общемировой тенденции – результат политических решений, а не экономической необходимости.

Приведенные факты свидетельствуют о том, что экономическая активность направляется обществом, обычно через органы государственной власти, короче, экономика – служанка общества.

## **7.2. Влияние современной экологической ситуации на экономику и управление**

Как уже отмечалось в главе 1, недостаток природных ресурсов очевиден, а потому в ближайшие десятилетия организация экономической жизни будет принципиально изменена.

В результате деятельности человека в окружающую среду поступают те или иные виды загрязнений – твердые, жидкие, газообразные, биологические, волновые (тепловые, шумовые, вибрационные, электромагнитные), радиационные. Постоянно выявляются новые виды загрязнений. Например, загрязнение ближнего космоса останками спутников и ракет. Или загрязнение крупных городов и их окрестностей стаями бродячих собак, когда-то домашних...

Как защищаться от всевозможных экологически вредных загрязнений окружающей природной среды? Как обеспечить экологическую безопасность? Это - большая научная и практическая проблема, которой занимаются десятки тысяч специалистов во всем мире [9-11].

Экология прошла несколько этапов в своем развитии. На первом

этапе она рассматривалась как наука о биологических сообществах. На втором – на первое место вышла защита природы. На третьем – защита окружающей среды. Экологическими проблемами сейчас занимаются как государственные органы, так и экологические общественные движения, партии, организации (т.н. «зеленые»). К экологам примыкает «антиглобалистское» движение, особенно в связи с социально-экологическими проблемами во взаимоотношениях между странами «золотого миллиарда» и странами третьего мира. Возможный вариант «зеленого» будущего демонстрирует Германия, идущая впереди других стран.

### **7.3. Социально-экологические аспекты управления в масштабах государства**

История показывает, насколько труден путь достижения социального мира и партнерства в государстве. Поучителен опыт США конца XIX – начала XX в. Вооруженная борьба, которую вела с капиталистами организация «Индустриальные рабочие мира», унесла десятки тысяч жизней с обеих сторон. По инициативе инженера и предпринимателя Генри Форда была существенно повышена заработная плата рабочих, что позволило перевести взаимоотношения профсоюзов и работодателей в конструктивный режим под контролем государства (трехсторонние комиссии).

В современном мире в условиях рыночной экономики признаются необходимыми социально-экономические гарантии для населения. Отметим практическую реализацию лозунга полной занятости (циклическая безработица признается недопустимой, структурная снимается системой переподготовки, фрикционная неизбежна). Опыт стран с социально-ориентированной экономикой

(Швеция, Германия) заслуживает изучения и использования.

Экологический менеджмент – это совместная управленческая деятельность государственных, производственных и общественных структур, опирающаяся на экологическое право. Экологической наукой разработано учение об экологических рисках. Выделяют риски природные и техногенные, постоянные и аварийные, нулевые и приемлемые. На основе эконометрических методов [4] проводится оценка рисков, краткосрочных и долгосрочных потерь. Конкретные формулировки проблемы управления рисками приводят, как правило, к задачам многокритериальной оптимизации [11]. Органы социально-экологической защиты населения используют экологический мониторинг (в том числе на основе снимков из космоса), экологический контроль за работой предприятий и организаций. Достаточно хорошо отработаны различные варианты организационно-экономического механизма управления экологической безопасностью, рациональным природопользованием и охраной окружающей среды.

#### **7.4. Социально-экологические аспекты управления персоналом**

Управление персоналом – одна из основных задач менеджера. Влияние социально-психологического климата в коллективе на экономическую эффективность его работы хорошо изучены в работах многочисленных исследователей XX в. Среди основных условий обеспечения высокой мотивации работников – создание благоприятной экологической обстановки. Помимо эргономики и рациональной организации труда необходимо решать проблемы промышленной и экологической безопасности.

Производства с профессиональными вредностями предполагают соответствующую социальную защиту. Имеется в виду как

регулярный медицинский контроль, так и соответствующее социальное обеспечение.

Согласно [12] в России ежегодно в автомобильных катастрофах гибнет 60 тысяч человек, в других катастрофах и авариях – около 60 тысяч человек, примерно такое же число жертв погибает от отравления некачественными продуктами и напитками, от рук убийц. И самоубийств примерно 60 тысяч в год. Количество пострадавших в результате производственных аварий – на порядок больше. Общее количество работников, ставших инвалидами в результате аварий на производстве – около 5 миллионов. Каждый год более 1,1 миллиона человек впервые признаются инвалидами.

Обеспечение промышленной и экологической безопасности – одна из основных обязанностей менеджера. Анализ риска, предупреждение аварий и ликвидация их последствий требуют соответствующих ресурсов. В частности, необходимо экологическое страхование, основанное на оценке класса опасности конкретного производства. Обычно при этом учитывают характеристики используемых в производстве веществ и технологий, степень подготовленности персонала и расположение предприятия [5,11].

## **7.5. Социально-экологические проблемы управления в России**

За последние двадцать лет резко ухудшилась социально-экономическая обстановка в России. В табл. 7.2 (составлена по официальным данным Госкомстата РФ и Росстата) приведена динамика основных макроэкономических показателей России (РСФСР, а затем РФ) – валового внутреннего продукта (ВВП), объема промышленного производства (в стоимостных единицах) и капитальных вложений в основные фонды. Для удобства обсуждения

даны относительные величины, влияние инфляции исключена.

Таблица 7.2.

Динамика основных макроэкономических показателей России

| Год  | Валовой внутренний продукт |               | Промышленная продукция |               | Капитальные вложения |               |
|------|----------------------------|---------------|------------------------|---------------|----------------------|---------------|
|      | % к предыдущему году       | % к 1990 году | % к предыдущему году   | % к 1990 году | % к предыдущему году | % к 1990 году |
| 1991 | 95                         | 95            | 92                     | 92            | 85                   | 85            |
| 1992 | 85,5                       | 81            | 82                     | 75,4          | 60                   | 51            |
| 1993 | 91,3                       | 74            | 85,9                   | 64,8          | 88                   | 44,9          |
| 1994 | 87,3                       | 64,7          | 79,1                   | 51,3          | 76                   | 34,1          |
| 1995 | 95,8                       | 62            | 96,3                   | 49,4          | 90                   | 30,7          |
| 1996 | 94                         | 58,3          | 95                     | 46,9          | 82                   | 25,2          |
| 1997 | 100,4                      | 58,5          | 101,9                  | 47,8          | 95                   | 23,9          |
| 1998 | 95,1                       | 55,7          | 94,8                   | 45,3          | 88                   | 21            |
| 1999 | 104,6                      | 58,2          | 111                    | 50,3          | 105,3                | 22,2          |
| 2000 | 109,9                      | 64,0          | 111,9                  | 56,3          | 117,4                | 26,0          |
| 2001 | 105,0                      | 67,2          | 104,9                  | 59,1          | 108,7                | 28,3          |
| 2002 | 104,3                      | 70,1          | 102,6                  | 60,6          | 109,9                | 31,1          |
| 2003 | 107,3                      | 75,2          | 107,0                  | 65,6          | 112,5                | 35,0          |
| 2004 | 106,8                      | 80,3          | 106,2                  | 69,7          | 110,8                | 38,8          |
| 2005 | 106,4                      | 85,4          | 104,0                  | 72,5          | 109,9                | 42,6          |
| 2006 | 106,7                      | 91,1          | 103,9                  | 75,3          | 113,7-               | 48,4          |
| 2007 | 108,1                      | 98,5          | 106,3                  | 80,0          | 121,1                | 58,6          |
| 2008 | 105,8                      | 104,2         | 102,1                  | 81,7          | 109,1                | 63,9          |
| 2009 | 91,1                       | 94,9          | 89,8                   | 73,4          | 83,0                 | 53,0          |
| 2010 | 103,8                      | 98,5          | 108,3                  | 79,3          | 106,0                | 56,2          |
| 2011 | 104,2                      | 102,6         | 104,7                  | 83,0          | 106,2                | 59,7          |

Данные табл. 7.2 указывают на значительное «сжатие» экономики России в период с 1990 по 1998 год, после чего начался экономический рост, прерванный падением в 2009-2010 гг., однако макроэкономические показатели 1990 г. пока не восстановлены (за исключением ВВП, который в 2008 г. и затем снова – после первой волны экономического кризиса – в 2011 г. незначительно превысил уровень 1990 г.). Обратим внимание на весьма неблагоприятную динамику капитальных вложений в основные фонды. Из 3 руб., которые необходимо было вложить для восстановления основных фондов, в течение рассматриваемого периода реально был вложен 1 руб. Это привело к старению основных фондов в среднем на 10 лет, следовательно, к значительному нарастанию их физического и морального износа. Физический износ ведет к росту числа аварий, моральный – к падению конкурентоспособности отечественных предприятий. Последствия старения основных фондов в сочетании с иными процессами рассмотрены в работе [6].

Естественно, сокращение производства приводит к сокращению объема вредных выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод на почву и в водные потоки, уменьшению количества твердых отходов, подлежащих размещению на специально отведенных участках (свалках). Однако необходимо учитывать еще несколько тенденций.

Во-первых, в РФ резко сократилось выделение средств на экологические проекты. Например, в соответствии с действующим законодательством штрафы за загрязнение окружающей среды должны направляться в экологические фонды (и дальнейшего использования для финансирования экологических проектов). Однако в соответствии с Федеральными Законами о бюджете на 2001 г. и следующие годы эти средства направляются непосредственно в

бюджет. При этом действие соответствующих экологических законов приостанавливаются. Государственный экологический фонд постановлением Правительства РФ ликвидирован, другие фонды находятся «в подвешенном состоянии». Финансирование экологических проектов встречается со значительными сложностями, поэтому экологическая обстановка медленнее меняется к лучшему, чем это могло бы происходить при росте экономики.

Во-вторых, необходимость повышения конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей в ряде случаев приводит к улучшению экологических характеристик продукции. Потребитель готов существенно больше платить за экологически чистую продукцию. Так, по нашим исследованиям [4] потребители растворимого кофе готовы платить на 10-15% больше.

В-третьих, еще раз обратим внимание на последние два столбца табл. 7.2. Они показывают катастрофическое падение, причем в течение всего рассматриваемого периода (если сравнивать с 1990 г.), капиталовложений в основные фонды. Они стареют, но не заменяются новыми. Ресурс технологического оборудования во многих случаях выработан. Следует ожидать роста числа аварий, а потому и загрязнения окружающей среды. Известно, что в жилищно-коммунальном хозяйстве за последние 15 лет число аварий увеличилось в 5 раз.

С 1990 г. резко ухудшилось социально-экономическое положение населения. По нашим данным индекс инфляции за прошедший период (с 1990 по 2012 год) составил около 140. Другими словами, на 140 рублей 2012 г. можно купить примерно столько же, сколько на 1 руб. 1990 г. Прожиточный минимум (в Москве 2012 г.) составляет примерно 7500 руб. в месяц на человека. Среднедушевой доход для типичного жителя России уменьшился в 90-е годы в 4-5 раз.

Затем начался рост, но и в 2012 г. среднедушевой доход не превышает 75% от уровня 1990 г. (ср. [7]).

Ухудшение социально-экономического положения усугубило демографические проблемы. В табл. 7.3 приведены коэффициенты суммарной рождаемости по годам с разбивкой на городских и сельских жителей (данные за 2010 и 2011 г. в октябре 2012 г. на сайте Росстата отсутствовали). Очевидно, в перспективе (в следующем поколении, т.е. через 20-30 лет) население будет расти, если в среднем на одну женщину приходится более двух детей, и уменьшаться, если менее двух. Если коэффициент суммарной рождаемости около 2,0, то ситуация является пограничной и неустойчивой.

Таблица 7.3.

Коэффициенты суммарной рождаемости в России

| Годы | Коэффициенты суммарной рождаемости |      |       |
|------|------------------------------------|------|-------|
|      | Город                              | Село | Всего |
| 1970 | 1,70                               | 3,38 | 2,00  |
| 1980 | 1,71                               | 2,50 | 1,89  |
| 1990 | 1,83                               | 2,63 | 1,89  |
| 1995 | 1,24                               | 1,84 | 1,34  |
| 1999 | 1,07                               | 1,48 | 1,17  |
| 2000 | 1,09                               | 1,55 | 1,19  |
| 2001 | 1,12                               | 1,56 | 1,22  |
| 2002 | 1,19                               | 1,63 | 1,28  |
| 2003 | 1,22                               | 1,67 | 1,32  |
| 2004 | 1,25                               | 1,66 | 1,34  |
| 2005 | 1,20                               | 1,59 | 1,29  |
| 2006 | 1,20                               | 1,61 | 1,30  |
| 2007 | 1,28                               | 1,80 | 1,41  |
| 2008 | 1,37                               | 1,89 | 1,49  |
| 2009 | 1,42                               | 1,90 | 1,54  |

Из табл.7.3 очевидно, что из пограничного состояния 1990 г.

страна перешла в область депопуляции, причем ситуация резко ухудшилась в годы «реформ». Обратим внимание на различие между городом и селом. В 1970-1990 гг. сельское (по месту рождения) население увеличивалось, в то время как город в течение всего рассматриваемого периода не обеспечивал воспроизводство населения. Это различие указывает на принципиальную возможность управления демографическими процессами.

В Центре демографии и экологии человека Института народнохозяйственного прогнозирования РАН разработана система сценариев демографических прогнозов на период до 2050 г. Четыре сценария рассчитаны в предположении нулевой чистой миграции (эндогенными переменными, т.е. переменными управления, являются показатели рождаемости и смертности, а именно, число рождений на одну женщину, средняя продолжительность жизни мужчин и женщин):

**Сценарий 1:** низкая рождаемость (1,3 рождения на одну женщину; реально в 1999 г. в России – 1,17 рождений на одну женщину), высокая смертность (средняя ожидаемая продолжительность жизни (СОПЖ) для мужчин – 59,9 лет, для женщин – 72,5 лет, как в 1999 г.).

**Сценарий 2:** низкая рождаемость (как в сценарии 1), снижающаяся смертность (СОПЖ растет и к 2050 г. достигает 77,0 лет для мужчин и 83,0 лет для женщин).

**Сценарий 3:** растущая рождаемость (к 2050 г. поднимается до 2,0 рождений на одну женщину), высокая смертность (как в 1999 г.).

**Сценарий 4:** растущая рождаемость (как в сценарии 3) и снижающаяся смертность (как в сценарии 2).

Прогноз численности населения приведен в табл. 7.4. Только сценарий 4 соответствует выходу России из демографического тупика

– достижению к 2050 г. воспроизводимости населения и повышению средней продолжительности жизни до уровня передовых в этом отношении стран. Однако и в этом случае из-за накопившихся к настоящему моменту проблем коренному населению России предстоит сократиться в ближайшие 50 лет на 33,5 млн. человек, т.е. на 23%.

Таблица 7.4.

Прогноз численности населения России (млн. человек)

| Год  | Сценарий 1 | Сценарий 2 | Сценарий 3 | Сценарий 4 |
|------|------------|------------|------------|------------|
| 2000 | 145,2      | 145,2      | 145,2      | 145,2      |
| 2025 | 121,4      | 128,0      | 122,2      | 128,8      |
| 2050 | 86,5       | 103,3      | 94,5       | 111,7      |

Таким образом, помимо очевидных социально-экономических проблем, перед Россией стоят еще две глобальные проблемы – выход из строя основных фондов (сопровождаясь экологическими катастрофами) и падение численности коренного населения.

Решение экологических проблем опирается на экологическое право (см. также гл.3). В соответствии с Конституцией Российской Федерации каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации. Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» (2002) хозяйственная и иная деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления,

юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе следующих принципов:

соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;

обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;

научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;

охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;

ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;

платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;

независимость контроля в области охраны окружающей среды;

презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности, обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности, обязательность проведения государственной экологической экспертизы проектов и иной документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказать негативное воздействие на

окружающую среду, создать угрозу жизни, здоровью и имуществу граждан (Федеральный закон «Об экологической экспертизе» (1995));

учет природных и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности;

приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;

допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду исходя из требований в области охраны окружающей среды;

обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормативами в области охраны окружающей среды, которого можно достигнуть на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов;

обязательность участия в деятельности по охране окружающей среды органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц;

сохранение биологического разнообразия;

обеспечение интегрированного и индивидуального подходов к установлению требований в области охраны окружающей среды к субъектам хозяйственной и иной деятельности, осуществляющим такую деятельность или планирующим осуществление такой деятельности;

запрещение хозяйственной и иной деятельности, последствия воздействия которой непредсказуемы для окружающей среды, а также реализации проектов, которые могут привести к деградации

естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды;

соблюдение права каждого на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды, а также участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду, в соответствии с законодательством;

ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды;

организация и развитие системы экологического образования, воспитание и формирование экологической культуры;

участие граждан, общественных и иных некоммерческих объединений в решении задач охраны окружающей среды;

международное сотрудничество Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

Рассмотрение возможных вариантов развития России должно исходить из приведенных выше фактов. Уже в течение ближайших десятилетий возможны лишь два основных сценария разрешения социально-экологических противоречий. Во-первых, приближение к канадской модели, с уходом остатков населения из северной и центральной России и Сибири на юг (Кубань, Ставрополье). Во-вторых, переход к сильной государственной политике (в частности, национализация топливно-энергетического комплекса, введение монополии внешней торговли и т.п.) с целью резкого подъема ВВП (за 10 лет – в 2 раза) и решения на этой экономической базе социально-экологических проблем страны. Промежуточные варианты развития будут означать переход к первому сценарию, хотя и несколько замедленный.

## Литература

1. Валовой Д.В. Рыночная экономика. Возникновение, эволюция и сущность. - М.: Инфра М., 1997. – 400 с.
2. Кара-Мурза С.Г. Советская цивилизация. Книги 1,2. - М.; Алгоритм, 2001. – 528 с.+688 с.
3. Менеджмент / Под ред. Ж.В.Прокофьевой. - М.: Знание, 2000. – 288 с.
4. Орлов А.И. Эконометрика. - М.: «Экзамен», 2004. – 576 с.
5. Орлов А.И. Экологическое страхование // Российское предпринимательство. 2000. № 11. С. 104-108. № 12. С. 52-55.
6. Орлов А.И. Грядущая смута 2012 года // Вестник Академии Прогнозирования. 2004. № 12. С. 42 - 45.
7. Орлов А.И., Орлова Л.А. Интервальная оценка инфляции по независимой информации // Российское предпринимательство. 2004. № 10. С. 44-49.
8. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Проблемы управления экологической безопасностью // Менеджмент в России и за рубежом. 2000. №6. С. 78-86.
9. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере. - М.: Издательский Центр «Академия», 2003. – 384 с.
10. Федосеев В.Н., Орлов А.И. За что нас покупают (состояние рыночной мотивации труда в России) // Российское предпринимательство. 2000. №6. С. 10-19.
11. Федосеев В.Н., Орлов А.И., Ларионов В.Г., Козьяков А.Ф. Управление промышленной и экологической безопасностью. - М.: Изд-во Университета Российской академии образования, 2002. – 220 с.
12. Экология / Под ред. С.А.Боголюбова. М.: Знание, 1999. – 288 с.

13. Орлов А.И., Орлова Л.А. Социально-экологические аспекты управления в современной экономике. – В сб.: Проблема человеческого капитала: теория и современная практика: Материалы Вторых Друкеровских чтений / Под ред. Р.М. Нижегородцева. – М.: Доброе слово, 2007. – С.176 - 191.

### **Контрольные вопросы**

1. Почему экономику называют служанкой общества?
2. Как менялась в XX в. роль государства в экономике развитых стран?
3. Как влияет современная экологическая ситуация на экономику и управление?
4. Почему экологи предсказывают конец частного предпринимательства в классическом его понимании?
5. Каковы социально-экологические аспекты управления в масштабах государства?
6. Каковы социально-экологические аспекты управления персоналом предприятия»?
7. Назовите основные особенности динамики основных макроэкономических показателей России за 1990-2011 гг.
8. Назовите основные особенности динамики коэффициентов суммарной рождаемости в России.
9. Что показывает система сценариев демографических прогнозов численности населения России на период до 2050 г.?
10. Какие возможности для защиты окружающей среды предоставляет экологическое законодательство России?
11. Каковы два основных сценария разрешения социально-экологических противоречий России?

## **Темы докладов и рефератов**

1. Принципиальное отличие внутреннего устройства российского общества от американского.
2. «Протестантская этика» в развитии капитализма.
3. Необходимость принципиального изменения организация экономической жизни в ближайшие десятилетия.
4. Этапы развития экологии.
5. Варианты «зеленого» будущего.
6. Деятельность организации «Индустриальные рабочие мира».
7. Опыт стран с социально-ориентированной экономикой (Швеция, Германия).
8. Экологический менеджмент – совместная управленческая деятельность государственных, производственных и общественных структур, опирающаяся на экологическое право.
9. Обеспечение промышленной и экологической безопасности – одна из основных обязанностей менеджера.
10. Динамика валового внутреннего продукта, объема промышленного производства и капитальных вложений в основные фонды в России в 1990-2011 гг.
11. Последствия сокращение производства и старения основных фондов в России.
12. Динамика социально-экономического положения населения РФ.
13. Коэффициенты суммарной рождаемости в России.
14. Методы построения демографических прогнозов.
15. Прогнозы численности населения России.
16. Основные положения экологического права РФ.

## **Глава 8. Современные проблемы управления экологической безопасностью**

На границе тысячелетия человечество пришло к необходимости формулирования понятия «безопасность жизнедеятельности» как «защита человека в техносфере от негативных воздействий различного происхождения и достижение комфортных условий жизнедеятельности». Безопасность жизнедеятельности определяется состоянием среды обитания. Это окружающая среда, обусловленная в данный момент времени совокупностью факторов (физических, химических, биологических, социальных и т.п.), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство.

### **8.1. О нерешенных экономико-правовых вопросах экологической безопасности**

В 1990-х годах в России большое развитие получило экологическое законодательство, но его разработка еще далеко не закончена. При рассмотрении экологической безопасности предприятия, территории и т.п. обычно выделяют постоянный риск и аварийный риск. Постоянный риск определяется используемой технологией и не может быть существенно изменен. Предприятие выбрасывает в атмосферу, сбрасывает в водную среду отходы своей жизнедеятельности и должно, естественно, возмещать наносимый вред. Фактически речь идет о ренте за использование природных ресурсов, соответствующих налогах и сборах.

Имеется целый ряд нерешенных экономико-правовых вопросов, связанных с постоянным риском. При проведении расчетов для

конкретных предприятий часто оказывалось, что предприятию экономически выгоднее отравлять окружающую среду, чем проводить мероприятия по очистке сбрасываемых отходов. Налоги и сборы за использование природных ресурсов, особенно невозполнимых (нефть, газ, уголь, другие полезные ископаемые) представляются значительно заниженными. В результате добывающие отрасли промышленности оказываются в весьма привилегированном положении.

Обычно нормативы устанавливаются в виде предельно допустимых концентраций (ПДК) и аналогичных величин. Однако отходы жизнедеятельности предприятия обычно содержат самые разные вещества, оказывающие вредное действие на организм человека. Возникает проблема суммарной оценки, т.е. интегрального показателя экологического вреда данного предприятия, но она далека от корректного решения.

Не в последнюю очередь это связано с проблемой адекватной оценки здоровья населения и влияния на него различных экологических факторов. Известно, что при увеличении обращаемости населения в медицинские учреждения, естественно, увеличивается выявленная заболеваемость, но не латентная заболеваемость, присущая данному контингенту. Она может быть установлена лишь при сплошном обследовании, а потому в большинстве ситуаций остается неизвестной.

Полезными характеристиками здоровья населения могли бы быть коэффициенты смертности (дифференцированные по полу и возрасту) и реальная средняя продолжительность жизни для контингента, интересующего орган управления. Однако в настоящее время подобные характеристики больше зависят от динамики общей социально-политической обстановки в стране, чем от влияния конкретных экологических факторов. Экологические вопросы часто

являются предметом политических спекуляций.

Необходимо развитие правового обеспечения страхования вреда, вызванного нарушениями экологической и промышленной безопасности. В частности, речь идет о возмещении ущерба, порожденными авариями со смертельными случаями и нанесением непоправимого вреда здоровью людей.

Правила пользования природными ресурсами (лесами, водными пространствами), касающиеся как граждан, так и юридических лиц, требуют совершенствования.

Из сказанного вытекает необходимость дальнейшего развития экологического законодательства.

## **8.2. Математические аспекты управления аварийным риском**

В настоящем разделе рассмотрим математико-статистические методы оценивания характеристик аварийного риска (см. главу 2).

Раздел 8.2 посвящен непараметрическому точечному и интервальному оцениванию характеристик распределения (математического ожидания, медианы, дисперсии, среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации) по выборке результатов измерений. Выборочные значения рассматриваются как реализации независимых одинаково распределенных случайных величин с произвольной функцией распределения.

Существенная часть распространенных в настоящее время алгоритмов статистического анализа данных исходит из предположения о нормальности распределения результатов наблюдений. Между тем специально проведенные исследования (сводка дана в [1, разд. 2.1]) показывают, что распределения погрешностей физических измерений, как правило, отличны от

нормальных. Из-за отклонений от нормальности свойства алгоритмов могут в одних случаях измениться сравнительно слабо, как при проверке гипотезы однородности математических ожиданий для выборок равного объема [1, разд. 5.2], но иногда изменения таковы, что алгоритмы из научных переходят в эвристические. Например, свойства алгоритмов отбраковки выбросов (резко выделяющихся наблюдений) крайне неустойчивы по отношению к отклонениям от нормальности: если зафиксировать правило отбраковки, то крайне неустойчив уровень значимости, а если зафиксировать уровень значимости, то крайне неустойчиво критическое значение [1, разд.4.2]. Поэтому Российской академией статистических методов в 1998 г. выдвинута задача изучения влияния отклонения от нормальности на свойства всех практически используемых алгоритмов статистического анализа.

Одна из основных задач в области статистических методов – оценивание по выборочным данным характеристик генеральной совокупности, таких, как математическое ожидание, медиана, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Точечные оценки строятся очевидным образом – используют выборочные аналоги теоретических характеристик. Для получения интервальных оценок приходится использовать асимптотическую нормальность выборочных моментов и функций от них.

Пусть исходные данные – это выборка  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , где  $n$  – объем выборки. В вероятностной модели выборочные значения  $x_1, x_2, \dots, x_n$  рассматриваются как реализации независимых одинаково распределенных случайных величин  $X_1, X_2, \dots, X_n$  с общей функцией распределения  $F(x) = P(X_i < x)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Поскольку функция распределения произвольна (с точностью до условий регулярности

типа существования моментов), то рассматриваемые задачи доверительного оценивания характеристик распределения являются *непараметрическими*. Существование моментов является скорее математическим ограничением, чем реальным, поскольку практически все реальные статистические данные финитны (т.е. ограничены сверху и снизу, например, шкалой прибора). Для простоты изложения примем это предположение финитности, из которого вытекает существование теоретических моментов любого порядка.

В расчетах будут использоваться выборочное среднее арифметическое

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n},$$

выборочная дисперсия

$$s_0^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1},$$

выборочное среднее квадратическое отклонение  $s_0$  (квадратный корень из выборочной дисперсии) и некоторые другие выборочные характеристики, которые введем позже.

***Точечное и интервальное оценивание математического ожидания.*** Точечной оценкой для математического ожидания в силу закона больших чисел является выборочное среднее арифметическое  $\bar{X}$ . В некоторых случаях могут быть использованы и другие оценки. Например, если известно, что распределение симметрично относительно своего центра, то центр распределения является не только математическим ожиданием, но и медианой, а потому для его оценки можно использовать выборочную медиану.

Нижняя доверительная граница для математического ожидания имеет вид

$$\bar{X} - U(p) s_0 / n^{1/2},$$

где:

$p$  – доверительная вероятность (истинное значение математического ожидания находится между нижней доверительной границей и верхней доверительной границей с вероятностью, асимптотически равной доверительной);

$U(p)$  – число, заданное равенством  $\Phi(U(p)) = (1+p)/2$ , где  $\Phi(x)$  – функция стандартного нормального распределения с математическим ожиданием 0 и дисперсией 1. Например, при  $p = 95\%$  (т.е. при  $p = 0,95$ ) имеем  $U(p) = 1,96$ . Функция  $U(p)$  имеется в большинстве литературных источников по теории вероятностей и математической статистике (см., например, [2]).

Верхняя доверительная граница для математического ожидания имеет вид

$$\bar{X} + U(p) s_0 / n^{1/2} .$$

Выражения для верхней и нижней доверительных границ получены с помощью центральной предельной теоремы теории вероятностей и теоремы о наследовании сходимости (см. [3, разд.П3]). Они являются асимптотическими, т.е. становятся тем точнее, чем больше объем выборки. В частности, вероятность попадания истинного значения математического ожидания в интервал между нижней и верхней доверительными границами асимптотически приближается к доверительной вероятности. Но при конечном объеме выборки может незначительно отличаться от нее. Это – недостатки непараметрического подхода. Достоинством же является то, что его можно применять всегда, когда случайная величина имеет математическое ожидание и дисперсию, что в силу финитности (ограниченности шкал) имеет быть практически всегда в реальных ситуациях.

Сопоставим с параметрическим подходом. Обычно в таких

случаях предполагают нормальность результатов наблюдений (которой, как уже было отмечено, практически никогда нет). Тогда формулы нижней и верхней доверительных границ для математического ожидания имеют похожий вид, только вместо  $U(p)$  стоят квантили распределения Стьюдента. Как известно, при росте объема выборки квантили распределения Стьюдента сходятся к соответствующим квантилям стандартного нормального распределения, так что при больших объемах выборок оба подхода дают близкие результаты. Классические доверительные интервалы несколько длиннее, поскольку квантили распределения Стьюдента больше квантилей стандартного нормального распределения, хотя это различие и невелико.

*Пример 1.* Рассмотрим данные о значениях случайного ущерба (тыс. руб.) при 50 авариях, приведенные в табл. 8.1. Для них выборочное среднее арифметическое  $\bar{X} = 57,88$  (это и есть точечная оценка для математического ожидания), выборочная дисперсия  $s_0^2 = 663,00$ , объем выборки  $n = 50$ .

Следовательно, выборочное среднее квадратическое отклонение  $s_0 = \sqrt{663,00} = 25,75$  и согласно приведенным выше формулам при доверительной вероятности  $p = 0,95$  нижняя доверительная граница для математического ожидания такова:

$$57,88 - 1,96 \times 25,75 / \sqrt{50} = 57,88 - 7,14 = 50,74,$$

а верхняя доверительная граница есть  $57,88 + 7,14 = 65,02$ .

Если заранее известно, что результаты наблюдения имеют нормальное распределение, то нижняя и верхняя доверительная границы для математического ожидания определяются по формулам

$$\bar{X} - t(p, n-1) s_0 / \sqrt{n}, \quad \bar{X} + t(p, n-1) s_0 / \sqrt{n}$$

соответственно. Эти формулы отличаются от предыдущих тем, что

квантиль нормального распределения  $U(p)$  заменен на аналогичный квантиль распределения Стьюдента с  $(n - 1)$  степенью свободы. Другими словами,  $t(p, n-1)$  – это число, заданное равенством  $ST_{n-1}(p) = (1 + p)/2$ , где  $ST_{n-1}(x)$  – функция распределения Стьюдента с  $(n - 1)$  степенью свободы.

Таблица 8.1

Значения случайного ущерба (тыс. руб.)

| Ранг | Член вариационного ряда | Ранг | Член вариационного ряда | Ранг | Член вариационного ряда |
|------|-------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|
| 1    | 9                       | 18   | 47,5                    | 35   | 63                      |
| 2    | 17,5                    | 19   | 48                      | 36   | 64,5                    |
| 3    | 21                      | 20   | 50                      | 37   | 65                      |
| 4    | 26,5                    | 21   | 51                      | 38   | 67,5                    |
| 5    | 27,5                    | 22   | 53,5                    | 39   | 68,5                    |
| 6    | 31                      | 23   | 55                      | 40   | 70                      |
| 7    | 32,5                    | 24   | 56                      | 41   | 72,5                    |
| 8    | 34                      | 25   | 56                      | 42   | 77,5                    |
| 9    | 36                      | 26   | 56,5                    | 43   | 81                      |
| 10   | 36,5                    | 27   | 57,5                    | 44   | 82,5                    |
| 11   | 39                      | 28   | 58                      | 45   | 90                      |
| 12   | 40                      | 29   | 59                      | 46   | 96                      |
| 13   | 41                      | 30   | 59                      | 47   | 101,5                   |
| 14   | 42,5                    | 31   | 60                      | 48   | 117,5                   |
| 15   | 43                      | 32   | 61                      | 49   | 127,5                   |
| 16   | 45                      | 33   | 61,5                    | 50   | 130                     |
| 17   | 46                      | 34   | 62                      |      |                         |

Для доверительной вероятности  $p = 0,95$  при объеме выборки  $n = 50$  согласно [1] имеем  $t(p, n-1) = 2,0096$ . Следовательно, нижняя доверительная граница для математического ожидания такова:

$$57,88 - 2,0096 \times 25,75 / \sqrt{50} = 57,88 - 7,32 = 50,56,$$

а верхняя доверительная граница есть  $57,88 + 7,32 = 65,20$ . Таким образом, длина доверительного интервала увеличилась с 14,28 до 14,64, т.е. на 2,5%.

Согласно расчетам, проведенным в [1, разд. 4.1], рассматриваемые данные согласуются с гамма-распределением, а не с нормальным распределением, поэтому использование распределения Стьюдента для получения доверительных границ некорректно.

Иногда рекомендуют сначала проверить нормальность результатов наблюдений, а потом, в случае принятия гипотезы нормальности, рассчитывать доверительные границы с использованием квантилей распределения Стьюдента. Однако проверка нормальности - более сложная статистическая процедура, чем оценивание математического ожидания. Кроме того, применение одной статистической процедуры, как правило, нарушает предпосылки следующей процедуры, в частности, независимость результатов наблюдений (см. [1, разд. 4.5]). Поэтому цепочка статистических процедур, следующих друг за другом, как правило, образует статистическую технологию, свойства которой неизвестны на современном уровне развития статистических методов.

Итак, только непараметрическую статистическую процедуру следует применять для анализа реальных данных. Как правило, встречающиеся на практике распределения не являются нормальными, а потому использование квантилей распределения Стьюдента неправомерно.

*Точечное и интервальное оценивание медианы.* Точечной

оценкой для медианы является выборочная медиана.

*Пример 2.* Для значений случайного ущерба (табл. 8.1) объем выборки – четное число, поэтому выборочной медианой является полусумма 25-го и 26-го членов вариационного ряда, т.е.  $(56 + 56,5)/2 = 56,25$ .

Чтобы построить доверительные границы для медианы, по доверительной вероятности  $p$  находят  $U(p)$ . Затем вычисляют натуральное число

$$C(p) = [n/2 - U(p)n^{1/2}/2],$$

где  $[.]$  – знак целой части числа. Нижняя доверительная граница для медианы имеет вид (при  $C(p) \geq 1$ ; если  $p = 0,95$  и  $U(p) = 1,96$ , то  $C(p) \geq 1$  при  $n \geq 8$ )

$$X(C(p)),$$

где  $X(i)$  – член с номером  $i$  вариационного ряда, построенного по исходной выборке (т.е.  $i$ -я порядковая статистика).

Верхняя доверительная граница для медианы имеет вид

$$X(n + 1 - C(p)).$$

Теоретическое основание для приведенных доверительных границ содержится в литературе по порядковым статистикам (см., например, монографию [4, с.68]).

*Пример 3.* Для данных о значениях случайного ущерба (табл.8.1)  $n = 50$ . Рассмотрим как обычно, доверительную вероятность  $p = 0,95$ . Тогда

$$C(p) = [50/2 - 1,96 \sqrt{50}/2] = [18,07] = 18.$$

Следовательно, нижней доверительной границей является  $X(18) = 47,5$ , а верхней доверительной границей  $X(50 + 1 - 18) = X(33) = 61,5$ .

Поскольку в случае нормального распределения медиана совпадает с математическим ожиданием, то каких-либо специальных способов ее оценивания в классическом случае нет.

**Точечное и интервальное оценивание дисперсии.** Точечной оценкой дисперсии является выборочная дисперсия  $s_0^2$ . Эта оценка - несмещенная и состоятельная. Доверительные границы находятся с помощью величины

$$d^2 = (m_4 - ((n - 1) / n) s_0^4) / n,$$

где  $m_4$  - выборочный четвертый центральный момент, т.е.

$$m_4 = \{(X_1 - \bar{X})^4 + (X_2 - \bar{X})^4 + \dots + (X_n - \bar{X})^4\} / n.$$

Нижняя доверительная граница для дисперсии такова:

$$s_0^2 - U(p)d,$$

где  $s_0^2$  - выборочная дисперсия;  $U(p)$  - квантиль нормального распределения порядка  $(1+p)/2$ , а  $d$  - положительный квадратный корень из величины  $d^2$ , введенной выше.

Верхняя доверительная граница для дисперсии имеет вид

$$s_0^2 + U(p)d.$$

При выводе приведенных соотношений используется асимптотическая нормальность выборочной дисперсии, установленная, например, в монографии [5, с.419]. Соответственно, непараметрический доверительный интервал является асимптотическим. В классическом случае точечная оценка имеет тот же вид, а вот доверительные границы находят с помощью квантилей распределения хи-квадрат с числом степеней свободы, на 1 меньшим объема выборки. В случае нормального распределения четвертый момент в 3 раза больше квадрата дисперсии, а потому можно оценить  $d^2$  как  $2s_0^4/n$ . Это дает быстрый способ для интервальной оценки дисперсии в нормальном случае.

*Пример 4.* Для данных о значениях случайного ущерба (табл.8.1) объем выборки  $n = 50$ , выборочная дисперсия  $s_0^2 = 663,00$ , четвертый выборочный момент  $m_4 = 1702050,71$ . Поэтому

$$d^2 = (1702050,71 - ((50 - 1) / 50)^4 663,00^2) / 50 = 25932,13.$$

Тогда  $d = 161,03$ . Для доверительной вероятности  $p = 0,95$  нижняя доверительная граница для дисперсии случайной величины такова:

$$663,00 - 1,96 \times 161,03 = 663,00 - 315,63 = 347,37,$$

а верхняя доверительная граница для дисперсии есть  $663,00 + 315,63 = 978,63$ .

*Пример 5.* В случае нормального распределения с целью быстрого получения доверительного интервала величина  $d^2$  оценивается как

$$(2 s_0^4) / n = (2 \times 663,00^2) / 50 = 17582,76,$$

а потому  $d = 132,6$ . Для доверительной вероятности  $p = 0,95$  нижняя доверительная граница для дисперсии заменяется на

$$663,00 - 1,96 \times 132,6 = 663,00 - 259,90 = 403,10,$$

а верхняя доверительная граница – на  $663,00 + 259,90 = 922,9$ .

Сужение границ для дисперсии вполне естественно. Данные о значениях случайного ущерба (табл.8.1) соответствуют гамма-распределению, а это распределение является асимметричным, с «тяжелым» правым «хвостом». Последнее означает, что плотность убывает заметно медленнее, чем для нормального распределения. Как следствие, четвертый момент заметно больше, чем для нормального распределения с теми же математическим ожиданием и дисперсией. А потому больше и параметр  $d$ . Из проведенных расчетов видно, что использование алгоритмов расчетов, соответствующих нормальному распределению, в ситуации, когда распределение результатов наблюдений существенно отличается от нормального, может привести к заметному искажению выводам.

*Пример 6.* В классическом случае нормального распределения исходят из того, что величина  $(n - 1) s_0^2 / \sigma^2$  имеет распределение хи-

квадрат с  $(n - 1)$  степенью свободы. Для доверительной вероятности  $p = 0,95$  следует рассмотреть неравенство

$$31,555 < (n - 1) s_0^2 / \sigma^2 < 70,222,$$

справедливое с вероятностью 0,95, поскольку

$$F(31,555) = 0,025, F(70,222) = 0,975,$$

где  $F(x)$  – функция хи-квадрат распределения с 49 степенями свободы.

Следовательно, нижняя доверительная граница для дисперсии нормально распределенной случайной величины такова:

$$(n - 1) s_0^2 / 70,222 = (49 \times 663,00) / 70,222 = 462,63,$$

а верхняя доверительная граница есть

$$(n - 1) s_0^2 / 31,555 = (49 \times 663,00) / 31,555 = 1029,54.$$

Полученный доверительный интервал не является симметричным относительно точечной оценки. Нижняя доверительная граница больше, чем в примерах 4 и 5, но и верхняя доверительная граница тоже больше. Несимметричность доверительного интервала в примере 6 приводит к тому, что его трудно сопоставить с симметричными интервалами примеров 4 и 5. Что же касается практических рекомендаций, то они однозначны: обычно нет основания считать, что результаты измерений имеют нормальное распределение, поэтому при анализе реальных данных надо пользоваться непараметрическими методами.

***Точечное и интервальное оценивание среднего квадратического отклонения.*** Точечной оценкой является выборочное среднее квадратическое отклонение, т.е. неотрицательный квадратный корень из выборочной дисперсии. Дисперсия рассматриваемой случайной величины - выборочного среднего квадратического отклонения  $s_0$  – оценивается как дробь

$$d^2 / (4 s_0^2).$$

Нижняя доверительная граница для среднего квадратического отклонения исходной случайной величины имеет вид

$$s_0 - U(p)d / (2s_0),$$

где  $s_0^2$  – выборочная дисперсия,  $U(p)$  – квантиль нормального распределения порядка  $(1+p)/2$ , а  $d$  – положительный квадратный корень из величины  $d^2$ , введенной выше при оценивании дисперсии.

Верхняя доверительная граница для среднего квадратического отклонения исходной случайной величины имеет вид

$$s_0 + U(p)d / (2s_0).$$

*Пример 7.* Для данных о значениях случайного ущерба (табл.8.1) точечной оценкой для среднего квадратического отклонения является  $s_0 = \sqrt{663,00} = 25,75$ .

При доверительной вероятности  $p = 0,95$  нижняя доверительная граница такова:

$$25,75 - 1,96 \times 161,03 / (2 \times 25,75) = 25,75 - 6,13 = 19,62.$$

Соответственно верхняя доверительная граница симметрична нижней относительно точечной оценки и равна  $= 25,75 + 6,13 = 31,88$ .

Правила интервального оценивания для среднего квадратического отклонения получены из аналогичных правил для оценивания дисперсии с помощью метода линеаризации (см. [3, разд. П.4]). Доверительный интервал - симметричный, непараметрический и асимптотический.

Есть и другой способ доверительного оценивания. Поскольку среднее квадратическое отклонение – это квадратный корень их дисперсии, то доверительные границы можно получить, извлекая квадратные корни из одноименных границ для дисперсии.

*Пример 8.* Для данных о значениях случайного ущерба (табл.8.1) при доверительной вероятности  $p = 0,95$  согласно примеру 4

доверительный интервал для дисперсии – это [347,37; 978,63]. Извлекая квадратные корни, получаем доверительный интервал [18,64; 31,28] для среднего квадратического отклонения, соответствующий тому же значению доверительной вероятности. Он не является симметричным относительно точечной оценки. Его длина 12,64 несколько больше длины симметричного доверительного интервала 12,26 в примере 7.

Подход, основанный на гипотезе нормальности распределения результатов наблюдения, связан с использованием распределения хи-квадрат и сводится к извлечению квадратных корней из доверительных границ для дисперсии.

*Пример 9.* Формально применяя классический подход к данным о значениях случайного ущерба (табл.8.1), исходим из доверительного интервала для дисперсии [462,63; 1029,54], соответствующего доверительной вероятности  $p = 0,95$ . Извлекая квадратные корни, находим доверительный интервал для среднего квадратического отклонения [21,51; 32,09]. Как и следовало ожидать, длина этого несимметричного интервала 10,58 меньше длины непараметрического доверительного интервала, равной 12,68.

***Точечное и интервальное оценивание коэффициента вариации.*** Коэффициент вариации  $V = \sigma / M(X)$  широко используется при анализе конкретных экологических, управленческих, технических, экономических, социологических, медицинских и иных данных (поскольку они, как правило, положительны). Точечной оценкой теоретического коэффициента вариации  $V$  является выборочный коэффициент вариации

$$V_n = s_0 / \bar{X}.$$

Дисперсия выборочного коэффициента вариации состоятельно оценивается с помощью вспомогательной величины

$$D^2 = (V_n^4 - V_n^2 / 4 + m_4 / (4 s_0^2 \bar{X}^2) - m_3 / \bar{X}^3) / n,$$

где  $\bar{X}$  – выборочное среднее арифметическое,  $s_0^2$  – выборочная дисперсия,  $m_3$  – выборочный третий центральный момент, т.е.

$$m_3 = \{(X_1 - \bar{X})^3 + (X_2 - \bar{X})^3 + \dots + (X_n - \bar{X})^3\} / n,$$

$m_4$  – выборочный четвертый центральный момент (см. выше),  $V_n$  – выборочный коэффициент вариации,  $n$  – объем выборки.

Нижняя доверительная граница для (теоретического) коэффициента вариации исходной случайной величины имеет вид

$$V_n - U(p) D,$$

где  $V_n$  – выборочный коэффициент вариации,  $U(p)$  – квантиль нормального распределения порядка  $(1+p)/2$  (как и ранее),  $D$  – положительный квадратный корень из величины  $D^2$ , введенной выше.

Верхняя доверительная граница для (теоретического) коэффициента вариации исходной случайной величины имеет вид

$$V_n + U(p) D.$$

Как и в предыдущих случаях, доверительный интервал – непараметрический и асимптотический. Он получен в результате применения специальной технологии вывода асимптотических соотношений прикладной статистики. Эта технология в качестве первого шага использует многомерную центральную предельную теорему, примененную к сумме векторов, координаты которых – степени исходных случайных величин. Второй шаг – преобразование предельного многомерного нормального вектора с целью получения интересующего исследователя вектора. При этом используются соображения линеаризации и отбрасываются бесконечно малые величины. Третий шаг – строгое обоснование полученных результатов на стандартном для асимптотических математико-статистических рассуждений уровне. При этом обычно приходится использовать

необходимые и достаточные условия наследования сходимости (см. [3, разд.ПЗ]). Именно таким образом получены приведенные выше результаты для выборочного коэффициента вариации. Формулы оказались существенно более сложными, чем в предыдущих случаях. Это объясняется тем, что выборочный коэффициент вариации - функция двух выборочных моментов, а ранее рассматривались либо выборочные моменты поодиночке, либо функция от одного выборочного момента - выборочной дисперсии.

*Пример 10.* Для данных о значениях случайного ущерба (табл.8.1) выборочное среднее арифметическое  $\bar{X} = 57,88$ , выборочная дисперсия  $s_0^2 = 663,00$ , выборочное среднее квадратическое отклонение  $s_0 = 25,75$ , выборочный третий центральный момент  $m_3 = 14927,91$ , выборочный четвертый центральный момент  $m_4 = 1702050,71$ . Следовательно, выборочный коэффициент вариации таков:

$$V_n = 25,75 / 57,88 = 0,4449.$$

Рассчитаем значение вспомогательной величины

$$\begin{aligned} D^2 &= ((0,4449)^4 - (0,4449)^2/4 + 1702050,71 / (4 \times 663,00 \times (57,88)^2) - \\ &- 14927,91 / (57,88)^3) / 50 = (0,0392 - 0,0495 + 0,1916 - 0,0770) / 50 = \\ &= 0,1043 / 50 = 0,002086. \end{aligned}$$

Следовательно,  $D = 0,04567$ . При доверительной вероятности  $p = 0,95$  нижняя доверительная граница для теоретического коэффициента вариации имеет вид

$$0,4449 - 1,96 \times 0,04567 = 0,4449 - 0,0895 = 0,3554,$$

а верхняя доверительная граница такова:

$$0,4449 + 0,0895 = 0,5344.$$

Среди классических результатов математической статистики, основанных на гипотезе нормальности результатов наблюдений, нет методов нахождения доверительных границ для коэффициента

вариации, поскольку задача построения таких границ не выражается в терминах обычно используемых распределений, например, распределений Стьюдента, Фишера и хи-квадрат.

Примеры применения доверительных границ для коэффициентов вариации при решении прикладных задач приведены, например, в наших работах, посвященных анализу технических характеристик и показателей качества эластомерных (резинотехнических) материалов и изделий.

Итак, сформулированы правила непараметрического оценивания обычно используемых характеристик распределения случайной величины. Эти правила основаны на асимптотических результатах теории вероятностей и математической статистики. Использование методов, разработанных в предположении нормальности распределения, может привести к заметно искаженным выводам в ситуации, когда гипотеза нормальности не выполнена. Практические рекомендации таковы: при анализе реальных данных следует использовать непараметрические доверительные границы.

### **8.3. Информационно-правовые вопросы оценки Киотского договора**

В настоящее время все еще продолжают споры о целесообразности ратификации Россией Киотского протокола, посвященного ограничениям на выброс в атмосферу т.н. «парниковых газов», прежде всего углекислого газа  $\text{CO}_2$  (диоксида углерода).

По нашему мнению, для оценки целесообразности ратификации Киотского протокола необходимо проведение новой экологической и правовой экспертизы. В частности, необходимо ответить на следующие вопросы.

1. Происходит ли в настоящее время глобальное потепление климата?

2. Каковы последствия глобального потепления климата для России и мира в целом?

3. Связано ли глобальное потепление с деятельностью человека?

4. Приводит ли выброс в атмосферу парниковых газов к потеплению климата?

Ответы на эти четыре вопроса определяют степень научной обоснованности самой концепции Киотского протокола. Затем необходимо перейти к экономико-правовой оценке текста договора.

5. Может ли привести выполнение Киотского протокола к значимым экологическим последствиям?

6. Только ли абстрактно-экологические соображения инициировали появление Киотского протокола?

7. Содержит ли Киотский протокол достаточно информации для экономико-правовой оценки последствий его ратификации?

8. Определены ли процедуры измерения объемов выбросов в атмосферу (по странам) и правила торговли квотами на загрязнение?

9. Возможно ли обеспечение национальных интересов России при присоединении к Киотскому протоколу?

Наконец, главный вопрос.

10. Является ли ратификация Киотского протокола выгодной для России?

Перейдем к формулировкам ответов на поставленные вопросы.

### ***Научная необоснованность концепции Киотского протокола.***

Наблюдения за температурой и другими параметрами климата проводятся сравнительно недавно - десятки или немногие сотни лет, причем лишь с появлением системы спутников Земли появилась возможность фиксировать температуру на всей поверхности Земли.

Однако и на основе столь неполных данных большинство специалистов полагает, что средняя температура на Земле повышается. Ответ на вопрос 1 - «по-видимому, да».

Последствия глобального потепления различны для разных стран. Дело не только в повышении уровня мирового океана, хотя и это весьма важно для прибрежных стран. Например, Бангладеш уйдет под воду. Более существенно изменение морских течений и движения воздушных масс. Например, прогнозируется уход Гольфстрима вглубь, под холодные воды, порожденные таянием арктических льдов. Это приведет к резкому похолоданию в Европе и Северной Америке, явно невыгодному для стран этого региона. В то же время в России (особенно в Сибири) произойдет улучшение климата, он станет более теплым и влажным. Пояс плодородных земель расширится, вечная мерзлота отступит к северу. Таким образом, интересы Европы (с Северной Америкой) и России прямо противоположны.

По поводу причин глобального потепления имеются разные точки зрения. Одни указывают на заметное влияние человека на климат Земли - сжигание огромного количества топлива, вырубку половины тропических лесов за XX в., и т.п. Другие ссылаются на традиционное представление о серии оледенений в истории Земли, на периодическое изменение климата. Они полагают, что вне гипотетической зависимости от деятельности человека климат изменяется в сторону потепления. Третьи ссылаются на достижения научного креационизма, обосновывающие создание Земли около 7500 лет назад, как об этом и рассказано в Библии. Наш анализ показал, что с научной точки зрения креационизм более обоснован, чем фантазии о миллиардах лет геологической и биологической истории Земли.

Ответ на вопрос 3 не может быть строго обоснован на современном уровне знаний, когда еще нет надежных моделей

прогнозирования климата, а сравнительный эксперимент невозможен. Представители разных точек зрения дают оценки влияния деятельности человека на природу, но эти оценки различаются на порядки.

Точно также отсутствует общепризнанный положительный ответ и на более частный вопрос о том, приводит ли выброс в атмосферу парниковых газов к потеплению климата. Например, по мнению некоторых специалистов, выброс водяного пара оказывает заметно большее воздействие. Подвергается сомнению и известное утверждение о вредном влиянии фреона на озоновый слой. Полагают, что это утверждение было использовано в конкурентной борьбе производителей холодильной техники для вытеснения соперников.

Таким образом, концепция Киотского протокола не является научно обоснованной. Более того, потепление климата выгодно России, бороться против него - значит бороться против национальных интересов России.

*Анализ содержания Киотского протокола.* В статье 3 Киотского протокола сказано: «Стороны, включенные в приложение I, по отдельности или совместно обеспечивают, чтобы их совокупные антропогенные выбросы парниковых газов, перечисленных в приложении А, в эквиваленте диоксида углерода не превышали установленных для них количеств, рассчитанных во исполнение их определенных количественных обязательств по ограничению и сокращению выбросов, зафиксированных в приложении В, и в соответствии с положениями настоящей статьи, в целях сокращения их общих выбросов таких газов по меньшей мере на пять процентов по сравнению с уровнями 1990 года в период действия обязательств с 2008 по 2012 год».

В приложении В перечислены следующие страны: Австралия,

Австрия, Бельгия, Болгария, Венгрия, Германия, Греция, Дания, Европейское сообщество (так в Киотском протоколе - А.О.), Ирландия, Исландия, Испания, Италия, Канада, Латвия, Литва, Лихтенштейн, Люксембург, Монако, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Польша, Португалия, Российская Федерация, Румыния, Словакия, Словения, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Соединенные Штаты Америки, Украина, Финляндия, Франция, Хорватия, Чешская Республика, Швейцария, Швеция, Эстония, Япония. Таким образом, перечислены европейские страны, из стран СНГ - только Российская Федерация и Украина, а также Австралия, Канада, Новая Зеландия, Соединенные Штаты Америки, Япония. Отсутствуют Китай, Индия, Бразилия, Мексика, Пакистан, Индонезия, Нигерия и другие азиатские, латиноамериканские и африканские страны, суммарно дающие основную массу антропогенных выбросов парниковых газов.

Ратифицировали Киотский протокол европейские страны и Япония, в то время как США (наиболее крупный загрязнитель - по ряду оценок около 40% от общего объема загрязнений) официально отказались это сделать.

Узкий охват (особенно с учетом отказа США), малый процент сокращений выбросов и ограниченный срок действия (5 лет) позволяют констатировать, что выполнение или не выполнение Киотского протокола не окажет реального воздействия на процесс потепления климата. Итак, ответ на пятый вопрос - отрицательный.

Поэтому ряд аналитиков полагает, что цели разработки Киотского протокола - не столько экологические (они иллюзорны), сколько экономические и политические. Основная цель состоит в получении странами Европейского союза правового инструмента для давления на соперников, а именно, прежде всего на США и Россию.

Так, экологические требования в Европейском союзе более жесткие, чем в США, а потому издержки производства товаров и услуг выше. Поэтому европейцам хочется заставить США повысить расходы на экологию, а потому и издержки производства, что приведет к понижению конкурентоспособности американских товаров и, соответственно, относительному повышению конкурентоспособности европейской продукции. План не удался - США отказались ратифицировать протокол. Теперь их можно объявить врагом всех народов Земли, бесстыдным загрязнителем. В результате конкурентоспособность американских товаров понизится из-за социально-психологического давления.

Экологические соображения используются и для давления на Россию. Достаточно вспомнить о запрете полетов российских самолетов в Европу из-за якобы недопустимо сильного шума работающих двигателей.

Для введения в действие Киотского протокола необходимо его подписание странами, на долю которых приходится не менее 55% зафиксированных в протоколе выбросов. После отказа США от ратификации введение протокола в действие зависит от позиции России. Если Россия ратифицирует протокол - он вступает в действие, если нет - то нет. Понятно поэтому, что давление Европейского союза, настаивающего на ратификации, доходит до грани шантажа. Как известно, Россия ратифицировала Киотский протокол.

***Что обещает России Киотский протокол?*** Проблема в том, что Киотский протокол - «рамочный» договор. А потому он не содержит достаточно информации для экономико-правовой оценки последствий его ратификации.

В частности, в нем не определены процедуры измерения объемов выбросов в атмосферу (по странам). Каждой стране

предложено действовать по своим методикам. Предполагается, что затем методики будут согласованы на международном уровне. Как следствие, оказывается невозможным предвидеть результаты измерения российских выбросов в 2008 - 2012 гг. Впрочем, невозможность предвидения связана также и с непредсказуемостью хода экономического развития в мире в целом и в России в частности.

Одним из основных аргументов в пользу ратификации Киотского протокола является экономическая выгода от торговли квотами на загрязнение окружающей среды, в данном случае - квотами на выброс в атмосферу парниковых газов. Уже ясно, что европейские страны вместо снижения выбросов дадут их прирост на десятки процентов. Киотский протокол предусматривает возможность покупки квот на выбросы, что означает перераспределение допустимых объемов выбросов между странами с использованием рынка квот. Однако в протоколе не определены правила торговли квотами на загрязнение. Поэтому неясно, удастся ли России получить значимую выгоду от торговли на рынке квот, причем не ясно также, будет ли чем торговать.

Насколько удастся обеспечить национальные интересы России в результате присоединении к Киотскому протоколу? Как показано выше, нельзя гарантировать, что Россия получит выгоду. Отметим, что Киотский протокол содержит ряд невыгодных для России положений. Например, нельзя выставить на продажу квоты, соответствующие сокращению выбросов в 1990-е годы в результате более чем двукратного падения объема промышленного производства. Этот запрет можно рассматривать как дискриминацию России.

Кроме того, Киотским протоколом предусмотрен эффективный международный контроль всего объема выбросов парниковых газов. Другими словами, вся территория России, все ее предприятия и

организации оказываются под контролем внешних сил. Это открывает шлюзы для массовой утечки сведений, составляющих государственную или коммерческую тайну.

Теперь можно ответить на главный вопрос: является ли ратификация Киотского протокола выгодной для России? Из сказанного выше ясно, что выгоды сомнительны, а угрозы и потери несомненны. Причем, напомним, непосредственно экологического смысла Киотский протокол не имеет. Поэтому у России не было смысла спешить с ратификацией этого протокола.

Однако идти на конфронтацию с Европейским союзом, раз и навсегда отказавшись по примеру США от ратификации Киотского протокола, также представляется нецелесообразным.

Наиболее тщательный анализ проблемы с ратификацией Киотского протокола выполнен Институтом проблем глобализации. В аналитическом докладе «Киотский протокол для России: бессмысленный и безнадёжный соблазн», подготовленном коллективом исследователей под руководством д.э.н. М.Г. Делягина, предлагается вступить в переговоры, нацеленные на уточнение и конкретизацию тех мест протокола, произвольная интерпретация которых может нанести вред интересам России. Возможны были два исхода переговоров. Либо в их результате удастся создать и принять в соответствии с заданной в протоколе процедурой правовые основы защиты интересов России в случае ратификации Киотского протокола. Этот исход представляется маловероятным. Скорее переговоры будут продолжаться до 2008 г. и далее. Но к тому времени выяснится, что ратифицировавшие Киотский протокол страны не в силах выполнить свои обязательства, и протокол умрет естественной смертью. Однако под прикрытием переговорного процесса удастся избежать прямой конфронтации с Европейским союзом.

Вслед за М.Г. Делягиным мы рекомендовали [6] воздержаться от ратификации Киотского протокола, но в то же время начать переговорный процесс по уточнению «непрписанных» положений протокола, прежде всего, касающихся процедуры измерения объемов выбросов в атмосферу (по странам) и правил торговли квотами на загрязнение.

Однако, как известно, Россия ратифицировала Киотский протокол. Федеральный закон «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата» (под № 128-ФЗ) был принят Государственной Думой РФ 22 октября 2004 г. и одобрен Советом Федерации 27 октября 2004 г. Президент РФ В.В. Путин подписал его 4 ноября 2004 г.). В результате Киотский протокол вступил в силу 16 февраля 2005 г.

## **Литература**

1. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч.3. Статистические методы анализа данных. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 624 с.
2. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983. - 416 с.
3. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник : в 3 ч. Часть 1: Нечисловая статистика. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2009. – 541 с.
4. Холлендер М., Вульф Д. Непараметрические методы статистики. – М.: Финансы и статистика, 1983. - 518 с.
5. Боровков А.А. Математическая статистика. – М.: Наука, 1984. - 472 с.
6. Орлов А.И., Поляков В.А. Информационно-правовые вопросы

оценки Киотского договора // «Черные дыры» в российском законодательстве». 2004. №3. С.448-450.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие Вы знаете нерешенные экономико-правовые вопросы, связанные с постоянным риском?
2. Является ли обоснованным предположение о нормальности распределения результатов наблюдений?
3. Почему Российской академией статистических методов выдвинута задача изучения влияния отклонения от нормальности на свойства практически используемых алгоритмов статистического анализа?
4. Какую доверительную вероятность обычно используют при анализе данных в задачах управления экологической безопасностью?
5. Какую характеристику распределения называют коэффициентом вариации?
6. В чем суть Киотского протокола?
7. Происходит ли в настоящее время глобальное потепление климата?
8. Каковы последствия глобального потепления климата для России и мира в целом?
9. Связано ли глобальное потепление с деятельностью человека?
10. Приводит ли выброс в атмосферу парниковых газов к потеплению климата?
11. Может ли привести выполнение Киотского протокола к значимым экологическим последствиям?
12. Содержит ли Киотский протокол достаточно информации для экономико-правовой оценки последствий его ратификации?
13. Ратификация Киотского протокола выгодна для России?

## **Темы докладов и рефератов**

1. Проблема построения интегрального показателя экологического вреда предприятия.
2. Проблема адекватной оценки здоровья населения и влияния на него различных экологических факторов.
3. Экологические вопросы как предмет политических спекуляций.
4. Математико-статистические методы оценивания характеристик аварийного риска.
5. Точечное и интервальное оценивание математического ожидания.
6. Сопоставление параметрических и непараметрических методов оценивания характеристик распределения.
7. Точечное и интервальное оценивание медианы.
8. Точечное и интервальное оценивание дисперсии и среднего квадратического отклонения.
9. Точечное и интервальное оценивание коэффициента вариации.
10. Технология вывода асимптотических соотношений прикладной статистики.
11. Анализ содержания Киотского протокола.
11. Научная необоснованность концепции Киотского протокола.
12. Процедуры измерения объемов выбросов в атмосферу (по странам) и правила торговли квотами на загрязнение.
13. Обеспечение национальных интересов России при присоединении к Киотскому протоколу.
14. Международные экологические соглашения XXI века.

### **Об авторе. Орлов А.И. – основные сведения**

Алекса́ндр Ива́нович Орло́в (14 мая 1949 г.) — профессор (1995 г. — по кафедре математической экономики, доктор экономических наук (2010 г. — по математическим и инструментальным методам экономики), доктор технических наук (1993 г. — по применению математических методов), кандидат физико-математических наук (1976 г. — по теории вероятностей и математической статистике). Основные направления исследований — статистические методы, организационно-экономическое моделирование. Разработал новую область прикладной статистики — статистику объектов нечисловой природы.

#### ***Содержание***

А. Основные направления научной и педагогической деятельности в настоящее время

Б. Профессиональный путь

В. Основные научные результаты

Г. Основные книги А.И. Орлова

Д. Ссылки на Интернет-ресурсы

**А. Основные направления научной и педагогической деятельности в настоящее время**

Профессор кафедры «Экономика и организация производства» (ИБМ-2) научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и

менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, руководитель секции «Организационно-экономическое моделирование, эконометрика и статистика», директор Института высоких статистических технологий и эконометрики, заведующий Лабораторией экономико-математических методов в контроллинге. Член пяти диссертационных советов, в том числе по экономике и управлению в народном хозяйстве (экономические науки) и организации производства (технические науки).

Советник президента Группы авиакомпаний «Волга-Днепр», главный научный консультант разработки Автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий АСППАП.

Профессор кафедры «Оценка эффективности инвестиционных проектов» факультета инноваций и высоких технологий Московского физико-технического института.

Заведующий кафедрой теории классификации Международного университета междисциплинарных знаний.

Преподаватель бизнес-школ (МВА).

Член редакционных коллегий научных журналов «Заводская лаборатория», «Контроллинг», «Социология: методология, методы, математическое моделирование», периодического сборника научных трудов «Управление большими системами» (все четыре издания входят в список ВАК РФ), научных журналов «IDO science (Innovation, Development, Outsourcing)», «Biocosmology – neoAristotelism».

Главный редактор электронного еженедельника «Эконометрика» (выпускается с июня 2000 г.).

Академик Российской академии статистических методов,

Международной академии исследований будущего. Вице-президент Всесоюзной статистической ассоциации, президент Российской ассоциации статистических методов.

Автор более 750 публикаций в России и за рубежом, в том числе 45 книг.

## **Б. Профессиональный путь**

В 1966 г. окончил физико-математическую школу № 2 г. Москвы (поток Е. Б. Дынкина) с золотой медалью, в 1971 г. — механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова (диплом с отличием).

В 1971—1978 гг. работал в Центральном экономико-математическом институте АН СССР, в 1978—1981 г. — в «кремлёвской больнице» (в Центральной научно-исследовательской лаборатории 4 Главного управления при Минздраве СССР), в 1981—1989 г. — во ВНИИ стандартизации Госстандарта СССР.

Создал (1979) и руководил комиссией «Статистика объектов нечисловой природы» Научного Совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика».

Создал и руководил Всесоюзным центром статистических методов и информатики Центрального правления Всесоюзного экономического общества (1989—1992). В те годы единственное место работы А.И. Орлова – директор указанной организации. К настоящему времени она преобразована в Институт высоких статистических технологий и эконометрики МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Один из основных организаторов Всесоюзной статистической ассоциации, на ее Учредительном съезде (октябрь 1990) избран вице-президентом, руководителем секции статистических методов. После

развала СССР на базе этой секции была создана Российская ассоциация статистических методов (1992), а затем — Российская академия статистических методов (1996).

С 1993 г. — на преподавательской работе, профессор ряда московских вузов. С 1997 г. основное место работы А.И. Орлова — Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана.

Профессор кафедр «Математическая экономика» (1993-1995) и «Экология и право» (1996—2007) Московского государственного института электроники и математики (технического университета).

Профессор кафедры «Анализ стохастических процессов в экономике» Российской экономической академии им. Г. В. Плеханова (2003—2008).

Профессор (в 2002—2010) Академии народного хозяйства при Правительстве Российской Федерации (программа «Топ-Менеджер»), Международного университета (в Москве), Всероссийского государственного института кинематографии, Московского государственного университета прикладной биотехнологии, Международного юридического института при Министерстве юстиции Российской Федерации.

***Основные направления научной деятельности:***

- \* прикладная и математическая статистика, другие статистические методы, эконометрика;
- \* организационно-экономическое моделирование, теория принятия решений, экспертные оценки, экономико-математические методы, прогностика;
- \* контроллинг, менеджмент высоких технологий, маркетинговые исследования, управление инновациями, инженерная экономика,

экономика предприятия,

\* макроэкономика;

\* социология;

\* экология;

\* организация образования, математические школы.

Сверхзадача деятельности А.И. Орлова как преподавателя — внедрение современных научных подходов и результатов в преподавание. Разработал новаторские курсы эконометрики, прикладной статистики, теории принятия решений и др. Соответствующие учебники составлены из его недавних научных статей.

Под руководством А. И. Орлова защитили кандидатские диссертации Г. В. Рыданова (физ.-мат. науки), Я. Э. Камень (техн. науки), Г. Г. Кравченко (техн. науки), Е. Г. Нечаева (экон. науки), Д. Н. Алешин (экон. науки), С. В. Светлов (экон. науки), Е. А. Гуськова (экон. науки), В. С. Муравьева (экон. науки), Е. М. Крюкова (экон. науки).

В начале профессионального пути - активный участник движения математического просвещения, занимающегося пропагандой математики среди школьников. Преподавал с 1965 г. В 1970—1977 гг. — директор Вечерней математической школы при Московском математическом обществе (назначен Правлением Московского математического общества под председательством И. Р. Шафаревича), созданной в 1963 г. Е. Б. Дынкиным. Напечатал более 70 научно-популярных статей в журналах «Пионер» (раздел «Встречи с тремя неизвестными») и «Квант». Общий тираж итоговой книги «Внеклассная работа по математике в 6-8 классах» (в соавторстве) — более 500 тыс. экз.

## **В. Основные научные результаты**

1. Создано новое направление в области статистических методов — статистика объектов нечисловой природы, в котором подходы прикладной математической статистики применяются к нечисловым данным различной природы. Впервые сформулированы основные постановки задач статистики объектов нечисловой природы как самостоятельного направления в прикладной математической статистике, решены базовые задачи описания данных, оценивания и проверки гипотез. Разработан математический аппарат статистики объектов нечисловой природы, основанный на использовании расстояний (показателей различия, мер близости) и задач оптимизации (а не сумм, как в классических областях статистики).

2. Установлены связи между различными видами объектов нечисловой природы, построены соответствующие вероятностные модели порождения нечисловых данных. В частности, дана характеристика средних величин с помощью шкал измерения и указан способ сведения нечетких множеств к случайным.

3. Развита статистическая теория в пространствах общей природы. В частности, предложен способ введения эмпирических и теоретических средних, сформулированы и доказаны законы больших чисел, установлено асимптотическое поведение решений экстремальных статистических задач, предложены и изучены непараметрические оценки плотности распределения вероятности, найдено асимптотическое распределение статистик интегрального типа. Статистика в пространствах произвольной природы основывается на систематическом использовании расстояний или мер близости (мер различия) между объектами нечисловой природы.

4. Развита статистическая теория в пространствах произвольной природы. В частности, предложен способ введения эмпирических и теоретических средних, сформулированы и доказаны законы больших чисел, установлено асимптотическое поведение решений экстремальных статистических задач, предложены и изучены непараметрические оценки плотности распределения вероятности, найдено асимптотическое распределение статистик интегрального типа. Статистика в пространствах произвольной природы основывается на систематическом использовании расстояний или мер близости (мер различия) между объектами нечисловой природы.

конкретных типов объектов нечисловой природы. В частности, аксиоматически введены расстояния в конкретных пространствах (толерантностей, множеств, суммируемых функций), развиты методы проверки гипотез (согласованности, однородности, независимости) для бинарных данных (люсианов) в асимптотике растущей размерности.

5. Создана асимптотическая статистика интервальных данных. Введены основные понятия — нотна и рациональный объем выборки. Систематически разработаны интервальные аналоги основных областей прикладной математической статистики. Развиты вероятностные методы статистики интервальных данных, установлены принципиальные отличия ее результатов от классических, предложены методы расчета нотны и рационального объема выборки. На основе статистики интервальных данных решен ряд прикладных задач управления инвестициями и экономики предприятия.

6. Подходы и результаты статистики объектов нечисловой природы позволили изучить в новых постановках ряд проблем классических областей статистики и предложить новые методы — в регрессионном анализе (выбор информативного подмножества регрессоров), кластерном и дискриминантном анализах, при проверке гипотез и оценивании параметров и характеристик распределений вероятностей.

7. Разработан ряд новых методов в классических областях теоретической и прикладной математической статистики, в том числе в непараметрической (оценивание скорости сходимости, проверка гипотез однородности и симметрии, метод наименьших квадратов и др.) и параметрической (оценивание параметров гамма-распределения, одношаговые оценки и др.) статистике, в

многомерном статистическом анализе (регрессионный анализ, теория классификации, снижение размерности), в теории временных рядов (оценивание периода и тренда, метод ЖОК).

8. В области математического и организационно-экономического моделирования получен ряд принципиально важных результатов, в частности, разработаны модели изучения и использования устойчивости выводов (общая схема, метод уравнивания погрешностей), экономического развития (характеризация моделей с дисконтированием), управления запасами, налогообложения, в области статистических методов управления качеством, оценки, анализа и управления рисками, экспертных оценок (парные сравнения, анализ и согласование кластеризованных ранжировок), контроллинга, моделей обучения и др.

9. Ряд важных исследований А.И. Орлов выполнил в экономике, менеджменте, экологии, в частности, по изучению инфляции (на основе независимо собранной информации), в области маркетинговых исследований (метод оценивания функции спроса), организационно-экономического прогнозирования, инвестиционного, инновационного и риск-менеджмента.

10. Полученные результаты нашли применения в научных и прикладных исследованиях в технических науках и промышленности (в частности, в стандартизации и управлении качеством, в задачах прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий), в экономике, менеджменте, экологии, социологии, педагогике, медицине и т. д. На основе результатов А. И. Орлова подготовлен ряд нормативно-технических документов (отечественных и международных стандартов), методических материалов, программных продуктов, получен технический и экономический эффект, а также иной эффект в прикладных научных исследованиях.

11. Разработано содержание современных учебных курсов прикладной статистики, эконометрики, теории принятия решений, внеклассной математики, подготовлены и изданы учебники, адекватные научным исследованиям XXI века.

12. Разработана новая организационно-экономическая теория — неформальная информационная экономика будущего.

### **Г. Основные книги А. И. Орлова**

1. Устойчивость в социально-экономических моделях. — М.: Наука, 1979. — 296 с.

2. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. — М.: Знание, 1980. — 64 с.

3. Анализ нечисловой информации (совместно с Ю. Н. Тюриным, Б. Г. Литваком, Г. А. Сатаровым, Д. С. Шмерлингом). — М.: Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика», 1981. — 80 с.

4. Внеклассная работа по математике в 6-8 классах (совместно с В. А. Гусевым, А. Л. Розенталем). — М.: Просвещение, 1977. — 288 с. — Второе издание, исправленное и дополненное (М.: Просвещение, 1984). Переводы на казахский, литовский, молдавский, таджикский языки.

5. ГОСТ 11.011-83. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров гамма-распределения (в соавторстве). — М.: Изд-во стандартов, 1984. — 53 с — Переиздание: М.: Изд-во стандартов, 1985. — 50 с.

6. Математическое моделирование процессов налогообложения (подходы к проблеме) (совместно с В. Г. Кольцовым, Н. Ю. Ивановой и др.). — М.: Изд-во ЦЭО Министерства общего и профессионального

образования РФ, 1997. — 232 с. <http://orlovs.pp.ru/econ.php#ek3>

7. Менеджмент. Учебное пособие для вузов (совместно с С.А. Боголюбовым, Ж. В. Прокофьевой и др.). — М.: Знание, 2000. — 288 с. <http://www.antorlov.chat.ru/marketing.htm>

8. Эконометрика. Учебник для вузов. — М.: Экзамен, 2002 (1-е изд.), 2003 (2-е изд.), 2004 (3-е изд.). — 576 с.

<http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-13-econ>

9. Управление промышленной и экологической безопасностью: Учебное пособие (совместно с В. Н. Федосеевым, В. Г. Ларионовым, А. Ф. Козьяковым). — М.: УРАО, 2002 (1-е изд.), 2003 (2-е изд.). — 220 с.

10. Менеджмент в техносфере. Учебное пособие для вузов (совместно с В. Н. Федосеевым) Гриф УМО. — М.: Академия, 2003. — 384 с. <http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-05-mentech>

11. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений. Учебное пособие. Гриф УМО. — М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2005. — 496 с.

<http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-10-uprresh>

12. Прикладная статистика. Учебник для вузов. — М.: Экзамен, 2006. — 672 с. <http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-09-prikstat>

13. Теория принятия решений. Учебник для вузов. — М.: Экзамен, 2006. — 576 с. <http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-11-teorresh>

14. Проектирование интегрированных производственно-корпоративных структур: эффективность, организация, управление / С. Н. Анисимов, А. А. Колобов, И. Н. Омельченко, А. И. Орлов, А. М. Иванилова, С. В. Краснов; Под ред. А. А. Колобова, А. И. Орлова. Научное издание. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. — 728 с.

15. Оптимальные методы в экономике и управлении. Учебное пособие по курсу «Организационно-экономическое моделирование». Гриф редсовета МГТУ им. Н.Э. Баумана. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. — 44 с.

<http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-07-opt>

16. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость (совместно с А. А. Колобовым, И. Н. Омельченко). Гриф УМО. — М.: Экзамен, 2008. — 621 с. [http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-](http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-06-menht)

[06-menht](http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-06-menht)

17. Организационно-экономическое моделирование: учебник : в 3 ч. Ч.1: Нечисловая статистика. Гриф УМО. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 542 с.

<http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-02-hsstat>,

<http://baumanpress.ru/books/87/>

18. Эконометрика. Изд. 4-е, доп. и перераб. Учебник для вузов. Гриф УМО. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. — 572 с. (существенно отличается от учебника № 8, указанного выше).

<http://www.bmstu.ru/ps/~orlov/>

19. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование. Учебное пособие для вузов. Гриф УМО. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. — 475 с. [http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-](http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-08-model)

[08-model](http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-08-model)

20. Вероятность и прикладная статистика: основные факты: справочник. — М.: КноРус, 2010. — 192 с.

<http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-01-verstat>

21. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений : учебник. Гриф УМО. — М. : КноРус, 2011. — 568

с. [http://www.mtas.ru/search/search\\_results.php?publication\\_id=18026](http://www.mtas.ru/search/search_results.php?publication_id=18026)

22. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч.2. Экспертные оценки. Гриф УМО. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. — 486 с. <http://baumanpress.ru/books/342/> ,  
<http://www.ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-04-hsexp> ,  
[http://www.mtas.ru/search/search\\_results.php?publication\\_id=18590](http://www.mtas.ru/search/search_results.php?publication_id=18590)

23. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Разработка и развитие устойчивых экономико-математических методов и моделей для модернизации управления предприятиями. — Saarbrücken (Germany), LAP (Lambert Academic Publishing), 2011. — 436 с. ISBN 978-3-8433-1743-6  
<http://www.biblion.ru/product/850354/> ,  
<http://my-shop.ru/shop/books/1097227.html>

24. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч.3. Статистические методы анализа данных. Гриф УМО. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 624 с.  
<http://baumanpress.ru/books/411/> ,  
<http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#books-03-hsstatan>

*Примечание.* Запись «Гриф УМО» означает, что соответствующее издание рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов России по университетскому политехническому образованию в качестве учебника (или учебного пособия) для студентов высших учебных заведений.

#### **Д. Ссылки на Интернет-ресурсы**

\* <http://orlovs.pp.ru> — сайт «Высокие статистические технологии» (содержит, в частности, библиотеку работ Александра Ивановича Орлова и Антона Александровича Орлова, в том числе книги №№ 6 -

13, полный список трудов А. И. Орлова до октября 2004 г.)

\* <http://forum.orlovs.pp.ru/index.php> - форум сайта «Высокие статистические технологии» — основной источник информации о работах после октября 2004 г.

\* <http://www.antorlov.chat.ru> , <http://www.newtech.ru/~orlov> , <http://www.antorlov.euro.ru> — другие сайты А. И. Орлова и А. А. Орлова (в частности, представлены статьи по статистике объектов нечисловой природы).

\* <http://www.ibm.bmstu.ru/nil/lab.html> - страница Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге на сайте факультета «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н. Э. Баумана, заведующим (ранее – научным руководителем) которой является А. И. Орлов; в свободном доступе — 13 книг и 44 статьи.

\* <http://orlovs.pp.ru/about.php> - научные и методические работы А.И. Орлова по июнь 2004 г. (№№ 1 - 581).

\* <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?t=85> – научные и методические работы А.И. Орлова с июля 2004 г. (с № 582).

\* <http://zldm.ru/> - сайт журнала «Заводская лаборатория», в котором напечатано более 60 статей А. И. Орлова.

\* <http://controlling.ru/magazine/> - сайт журнала «Контроллинг».

\* [http://www.isras.ru/4M\\_nomera.html](http://www.isras.ru/4M_nomera.html) - номера журнала «Социология: методология, методы, математическое моделирование».

\* <http://ubs.mtas.ru/about/redcollegiya.php> - сайт периодического сборника научных трудов «Управление большими системами».

\* [http://ido.ru/ido\\_science](http://ido.ru/ido_science) - сайт журнала «IDO science (Innovation, Development, Outsourcing)».

\* [http://kvant.mccme.ru/au/orlov\\_a.htm](http://kvant.mccme.ru/au/orlov_a.htm) - статьи А.И. Орлова в журнале «Квант».

\* <http://www.ibm.bmstu.ru/ibm2/> - страница кафедры «Экономика и

организация производства» факультета «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана.

\* [http://fivt.fizteh.ru/bases/base\\_invest\\_projects.html](http://fivt.fizteh.ru/bases/base_invest_projects.html) - страница кафедры «Оценка эффективности инвестиционных проектов» факультета инноваций и высоких технологий Московского физико-технического института.

\* <http://www.iuik.moip.msu.ru/> - сайт Международного университета междисциплинарных знаний.

\* <http://www.maib.ru> – сайт Международной академии исследований будущего.

\* <http://subscribe.ru/catalog/science.humanity.econometrika> - электронный еженедельник «Эконометрика» (около 600 выпусков), главным редактором которого является А. И. Орлов.

\* <http://mba.bmstu.ru/> - сайт Бизнес-школы МГТУ им. Н.Э. Баумана

\* <http://www.bmstu.ru/ps/~orlov/> - персональная страница А.И. Орлова на сайте МГТУ им. Н. Э. Баумана.

\* <http://www.volga-dnepr.com/rus/> - сайт Группы авиакомпаний «Волга-Днепр».

\* <http://cmi.bmstu.ru/> - сайт Научно-образовательного центра «Контроллинг и управленческие инновации» МГТУ им. Н.Э. Баумана, в который входит Лаборатория экономико-математических методов в контроллинге.