

# АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ

ПРЕЗИДЕНТ  
ЭКСПЕРТНОГО СОЮЗА,  
ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РАБОЧЕЙ  
ГРУППЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ  
РАН ПО АНАЛИЗУ РИСКА  
И ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ  
ЧЛЕН-КОРРЕСПОНДЕНТ РАН

Николай Андреевич  
Махутов



## ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ

В Конституции Российской Федерации (принята 12.12.1993 (с поправками от 30.12. 2008), Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года (принята 12.05.2009 №537), Стратегии устойчивого развития России (утверждена Указом Президента РФ от 01.04.1996 №440), ряде основополагающих федеральных законов и технических регламентов по проблемам безопасности подчеркнута исключительная важность сохранения, обеспечения и повышения уровня экологического благополучия и экологической безопасности, лежащих в основе жизнедеятельности государства, общества и человека. Сложные естественные геологические, физико-химические и биологические глобальные процессы на Земле, протекавшие в течение тысяч и миллионов лет, в последние столетия и десятилетия стали сочетаться с благоприятными и неблагоприятными антропогенными процессами, обусловленными деятельностью человечества, ростом его численности, урбанизацией, интенсивным истощением невозобновляемых природных ресурсов и созданием многофункциональной техносферы – искусственной среды обитания и жизнедеятельности человека. Природные опасности, обусловленные воздей-

ствием неблагоприятных природных факторов (землетрясения, извержения вулканов, цунами, наводнения, засухи, подтопления, оползни, сели, ураганы, смерчи, потепление, обледенение и др.), стали в XX и начале XXI века все в большей степени сочетаться с техногенными опасностями (взрывы, пожары, крушения, прорывы дамб и плотин, загрязнение воды, почвы и воздуха опасными веществами). При этом ущербы от наиболее опасных техногенных процессов (аварий и катастроф) для человека и окружающей природной среды во второй половине XX века приблизились к ущербам от опасных природных процессов, а в ряде случаев стали превосходить их.

Нарушение условий и требований экологического благополучия и экологической безопасности может стать необратимым и угрожающим для будущего всего человечества. Идея предупреждения и предотвращения этих глобальных экологических опасностей была отражена в известных концепциях и стратегиях ООН: в 1992 году – в Рио-де-Жанейро, в 2002 году – в Йоханнесбурге и в 2003 году – в Кобе.

Указанные общемировые тенденции в значительной степени характерны и для нашей страны.

Сложность решения общих проблем природной и техногенной безопасности, связанной с экологическим благополучием и устойчивым развитием страны, в последние 20 лет стала усугубляться рядом опасных социально-экономических процессов – снижением уровня рационального природопользования, деградацией инженерных инфраструктур в промышленности, сельском хозяйстве, на транспорте, в жилищно-коммунальной сфере. Это обусловлено в значительной степени целевыми установками мировой и национальной рыночной экономики, ориентированной на извлечение максимальной прибыли во всех сферах жизнедеятельности человека и государства.

Одной из важнейших проблем в области экологического благополучия и экологической безопасности пока является декларативность целей, задач и методов их достижения без прямых количественных оценок.

### НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РИСКОВ

В области формирования научных основ количественной оценки комплексной безопасности, включая экологическую безопасность, в последние годы большое внимание уделяется развитию и использованию методов и критериев риска. Применительно к обеспечению и повышению национальной безопасности Российской Федерации в роли критериев безопасности предлагаются стратегические риски, характеризующие формирование и реализацию опасных для страны процессов и событий. Критерии рисков получили закрепление в федеральных законах о промышленной безопасности, о пожарной безопасности и о техническом регулировании.

Большой цикл отечественных и зарубежных работ по анализу и использованию рисков комплексной безопасности получил свое отражение в фундаментальной 34-томной серии «Безопасность России» (Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. – М.: МГОФ «Знание», 1998–2009. Т. 1–34), подготовленной и выпущенной по решению Совета Безопасности Российской Федерации Российской академией наук, Министерством по чрезвычайным ситуациям, Министерством образования и науки, Министерством природных ресурсов, Министерством энергетики, Министерством промышленности и торговли, Администрацией Президента РФ и администрациями ряда регионов России. Издателем серии выступает Международный гуманитарный общественный фонд «Знание». В этой серии четыре специальных тома посвящены анализу риска и проблем безопасности, два тома – управлению безопасностью на базе критериев риска и один том – экологической безопасности.

Большое внимание проблемам природной, природно-техногенной и экологической безопасности и рискам уделено в 6-томном издании РАН и МЧС России «Природные опасности России» (Природные опасности России / под общ. ред. В.И. Осипова, С.К. Шойгу. – М.: Изд. фирма «КРУК», 2000–2003. Т. 1–6).

Обобщение количественной информации по рискам и картографирование всех основных рисков (включая экологические риски) на территории России выполнено в федеральном Атласе природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации (Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / под ред. В.И. Осипова, С.К. Шойгу – М.: ИЦП «Дизайн. Информация. Картография», 2005. – 270 с.).

Огромный отечественный и международный опыт по проблемам глобального изменения окружающей среды и климата, имеющего самое непосредственное отношение к экологической безопасности, нашел свое отражение в обобщенном издании РАН (Изменение окружающей среды и климата / под ред. Н.П. Лавёрова. – М.: ИФЗ РАН, 2008. Т. 1–8).

Предложения к методологии фундаментальных и прикладных исследований национальной безопасности в свете требований стратегии национальной безопас-

ности, учитывающие базовые аспекты экологической безопасности, содержатся в ряде опубликованных недавно работ (Махутов Н.А. и др. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Биологическая безопасность. – М.: МГОФ «Знание», 2010. Т. 34. 912 с. Махутов Н.А. Критерии безопасности и рисков в проблемах модернизации и развития техносферы // Федеральный справочник. – М.: Центр стратегического партнерства, 2010. Т. 23. С. 239–245).

Стратегические риски национальной безопасности  $R_C(t)$  формируются и реализуются во времени  $t$  в сложной социально-природно-техногенной системе (СПТ-системе). Они в количественной форме определяются через произведения вероятностей  $P_C(t)$  возникновения неблагоприятных процессов, событий и явлений на математическое ожидание ущерба  $U(t)$  от них. В настоящее время предложено несколько десятков определений рисков  $R_C(t)$  и значительное число методов их анализа. Ниже используются стратегические экономические риски  $R_C(t)$  как наиболее универсальные, позволяющие определять величины суммарных (интегральных) комплексных рисков в зависимости от различных (по источникам и последствиям)  $i$  – неблагоприятных процессов, событий и явлений:

$$R_C(t) = P_C(t) \times U_C(t) = \sum_i R_{Ci}(t) = \sum_i P_i(t) \times U_i(t) = \int P_i(t) \times \alpha U_i(t) \quad (1)$$

Характерным интервалом времени  $t$ , для которого определяются риски, будет один год, тогда риски  $R_C(t)$  измеряются в рублях в год.

С точки зрения обеспечения национальной безопасности важнейшее значение имеет отношение стратегического экономического риска  $R_C(t)$  к внутреннему валовому продукту  $V(t)$  в данный момент времени  $t$ . Величина  $V(t)$  обычно определяется без учета стратегических рисков  $R_C(t)$  и поэтому является завышенной. С учетом требований стратегии национальной безопасности и предложений внутренний валовый продукт  $V_R(t)$ , определенный с учетом стратегических рисков  $R_C(t)$ , будет:

$$V_R(t) = V(t) [1 - R_C(t) / V(t)] \quad (2).$$

Устойчивым и безопасным развитие государства будет, если ежегодный прирост ВВП будет удовлетворять неравенству:

$$\Delta V(t) \geq R_C(t) \quad (3).$$

Для государств с высокоразвитой экономикой, высоким индексом человеческого развития и недеградирующей природной средой на длительных участках их устойчивого развития отношение  $R_C(t) / V(t)$  должно составлять не более 0,02–0,03. Тогда для выполнения условия (3) необходим рост величин  $\Delta V(t)$  не менее 0,03–0,04. Указанными показателями характеризовалось бескризисное развитие ряда передовых промышленно развитых стран Европы, Америки и Азии (США,



## ХАРАКТЕРИСТИКИ КАТЕГОРИРОВАННЫХ РИСКОВ

| Категория | Наименование | $P_i(t)$ , в год                | $U_i(t)$ , рублей           | $R_i(t)$ , рублей в год         |
|-----------|--------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1         | Локальные    | $(1,0 \div 2,0) \times 10^1$    | $(3 \div 5) \times 10^4$    | $(3 \div 10) \times 10^5$       |
| 2         | Объектовые   | $(3 \div 5) \times 10^1$        | $(2 \div 4) \times 10^6$    | $(0,6 \div 2,0) \times 10^7$    |
| 3         | Местные      | $(1,2 \div 1,3) \times 10^{-1}$ | $(2 \div 3) \times 10^8$    | $(2 \div 4) \times 10^8$        |
| 4         | Региональные | $(5 \div 6) \times 10^{-1}$     | $(8 \div 9) \times 10^9$    | $(4 \div 5) \times 10^9$        |
| 5         | Национальные | $(1,2 \div 1,5) \times 10^{-1}$ | $(3 \div 4) \times 10^{11}$ | $(4 \div 6) \times 10^{10}$     |
| 6         | Глобальные   | $(6 \div 7) \times 10^{-2}$     | $(1 \div 2) \times 10^{12}$ | $(0,6 \div 1,4) \times 10^{11}$ |
| 7         | Планетарные  | $(1 \div 2) \times 10^{-2}$     | $(2 \div 3) \times 10^{13}$ | $(2 \div 6) \times 10^{11}$     |

Великобритания, Германия, Франция, Канада, Япония, Норвегия, Швеция и др.) в последние десятилетия XX и первые годы XXI века. Динамично развивающиеся экономики (Китай, Южная Корея, Сингапур, Бразилия) даже в условиях более высоких относительных стратегических рисков  $R_C(t)/V(t)$  на уровне 3–5% демонстрировали рост  $\Delta V(t)$  на 5–12% в год, обеспечивая себе устойчивое экономическое развитие.

Одной из принципиальных особенностей развития России в течение двух последних десятилетий, начиная с 1991 года (после распада СССР), было нарастание рисков  $R_C(t)$  по выражению (1), резкое падение  $V(t)$  на 30–40% в первые годы социально-экономических реформ с относительно небольшим его ростом в самом начале XXI века. Это указывает на отсутствие реального роста  $V_R(t)$  – внутреннего валового продукта с учетом рисков по выражению (2) и условий устойчивого экономического развития по выражению (3). Величины  $R_C(t)/V(t)$  в России достигали 5–8%, а в кризисные периоды – 10–12% и более. Существенная доля стратегических рисков России была связана с падением реального производства средств жизнеобеспечения человека и государства, преобладанием сырьевых секторов экономики над промышленными, снижением индекса человеческого развития и ухудшением состояния окружающей природной среды.

## АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Экологические риски  $R_C^3(t)$  являются одной из важных составляющих стратегических рисков  $R_C(t)$ , определяемых по выражению (1). Для сложной СПТ-системы жизнедеятельности можно принять суммирование рисков, устанавливаемых для каждой из сфер этой системы: социальной –  $R_{CC}(t)$ , природной –  $R_{CP}(t)$  и техногенной –  $R_{CT}(t)$ . На основе (1):

$$R_C(t) = R_{CC}(t) + R_{CP}(t) + R_{CT}(t) \quad (4).$$

В книге «Природные опасности России» предложено категорирование (категории 1–7) опасных процессов, событий и явлений (кризисов, чрезвычайных ситуаций, аварий, катастроф), различающихся величинами вероятностей их возникновения  $P_i(t)$  и ущербами  $U_i(t)$  при  $i = 1, 2, 3, \dots, 7$ :

- 1 – локальные (в пределах локальной зоны анализируемого объекта СПТ-системы);
- 2 – объектовые (в пределах территории объекта СПТ системы);
- 3 – местные (в пределах данной местности, на которой может находиться несколько объектов СПТ-системы);
- 4 – региональные (в пределах территории одного субъекта Федерации);
- 5 – национальные (в пределах территории нескольких субъектов Федерации или территории всей страны);
- 6 – глобальные (в пределах территории нескольких государств);
- 7 – планетарные (в пределах территории континентов или всей Земли).

Для указанных категорий опасных процессов характерны свои средние величины: вероятности возникновения  $P_i(t)$ , ущербы  $U_i(t)$  и риски  $R_i(t)$  (табл. 1).

Источниками экологических рисков по таблице 1 являются сложнейшие опасные физико-химические, биохимические, генетические процессы в живой и неживой природе с учетом поражающих воздействий антропогенного, земного и космического характера. Экологические риски планетарного масштаба могут возникнуть при столкновении Земли с крупными космическими объектами, при развязывании мировой войны с применением оружия массового поражения, при неконтролируемом загрязнении окружающей среды и использовании невозобновляемых природных ресурсов, при возникновении новых массовых неизлечимых заболеваний людей, животных и растений. Экологические риски глобального масштаба связываются с указанными выше



источниками меньшей интенсивности и глобальным изменением климата, а также с такими опасными природными явлениями, как крупные землетрясения, цунами, извержения вулканов, и техногенными катастрофами на ядерных, химических, нефтедобывающих объектах. Примерами стихийных бедствий и техногенных катастроф глобального масштаба в последние десятилетия являются цунами в Юго-Восточной Азии, ядерная катастрофа на Чернобыльской АЭС, взрыв на буровой платформе и разлив нефти в Мексиканском заливе. При этом экономические ущербы достигали десятков и сотен миллиардов долларов с гибелью десятков и сотен тысяч людей.

Экологические риски национального и регионального масштаба имеют место также при научно обоснованном проведении вырубок лесов, гидромелиорации, использовании химических удобрений, загрязнении источников питьевой воды и воздуха в местах массового проживания людей.

Экологические риски местного, объектового и локального масштаба обусловлены многими из указанных источников природного и техногенного характера на ограниченных территориях и с их ограниченной интенсивностью.

Суммарные риски по выражению (4) в каждой из сфер сложной СПТ-системы могут иметь различные категории опасности по таблице 1, так же как и любой опасный процесс (событие, явление). Степень опасности анализируемого процесса (события, явления) можно оценить по величине категорированного риска:

$$\bar{R}_c(t) = \sqrt{[\bar{R}_{cc}(t)]^2 + [\bar{R}_{cp}(t)]^2 + [\bar{R}_{ct}(t)]^2} \quad (5),$$

где  $\bar{R}_{cc}(t)$ ,  $\bar{R}_{cp}(t)$ ,  $\bar{R}_{ct}(t)$  – категория риска в пределах  $1 \div 7$  по таблице 1.

Для наиболее опасных процессов при  $\bar{R}_{cc}(t) = \bar{R}_{cp}(t) = \bar{R}_{ct}(t) = 7$  параметр опасности по (5) составит примерно 12,1; для наименее опасного процесса при одном из составляющих  $\bar{R}_{cc}(t)$ ,  $\bar{R}_{cp}(t)$  или  $\bar{R}_{ct}(t)$ , равном единице, и двух других, равных нулю, величина  $\bar{R}_c(t) = 1$ . Таким образом, для интервала  $1 \div 7$  категорий рисков интервал опасности составляет  $1,0 \div 12,1$ .

Составляющие экологических рисков  $R_c^3(t)$  в выражении (4) для СПТ-системы определяются эффектами взаимовлияния рисков:

- в социальной сфере опасная деятельность человека, общества и государства может приводить к нарушению и деградации природной среды и росту экологических рисков, что, в свою очередь, будет увеличивать социальные риски;
- в природной сфере развивающиеся неблагоприятные процессы также ведут к росту экологических рисков, которые, в свою очередь, ускоряют деградацию природной среды;
- в техногенной сфере штатное и нештатное функционирование объектов инфраструктуры создаст неблагоприятные экологические последствия для объектов природной среды, а ухудшающаяся природная среда будет увеличивать техногенные риски.

Тогда для экологических рисков на основе (4) можно записать:

$$R_c^3(t) = R_{cc}^3(t) + R_{cp}^3(t) + R_{ct}^3(t) \quad (6).$$

Составляющая  $R_{cc}^3(t)$  экологических рисков в социальной сфере, обусловленная изменением и ухудшением состояния природной среды вследствие жизнедеятельности человека и общества, связана с тем, что деградация почвы, воды и воздуха в зонах функционирования поселений (мегаполисов, городов, районных центров, поселков) приводит к ухудшению состояния здоровья или к преждевременной смертности. Как правило, при этом возрастают индивидуальные и социальные риски. По стране по причине ухудшения экологической обстановки отмечаются потери десятков тысяч человеческих жизней и у сотен тысяч людей происходит потеря здоровья и трудоспособности. Ежегодные экономические потери страны из-за этого достигают 100–200 млрд. рублей и более. Как отмечалось выше, потеря жизни и здоровья людей ведет к обострению экологической ситуации в различных населенных пунктах, что является новым источником роста социальных рисков.

Экологические риски в природной сфере  $R_{cp}^3(t)$  оцениваются через ущербы, наносимые животному и растительному миру, а также основополагающим средствам жизнеобеспечения человека – воде, воздуху и почве. При этом в условиях возникновения указанных выше опасных природных явлений – стихийных бедствий – снижается биоразнообразие в природе, исчезают или получают невосполнимые повреждения значительные по масштабам элементы экосистемы (леса, реки, озера, болота, тайга, сельхозугодья).

Величины реализующихся первичных природных экологических рисков  $R_{cp}^3(t)$  достигают 300–500 млрд. рублей в год. Если учесть вторичные, косвенные риски, связанные с сокращением объемов выпускаемой промышленной и сельскохозяйственной продукции, то указанные риски должны быть увеличены в 1,2–1,5 раза.

Экологические риски в техногенной сфере  $R_{ct}^3(t)$  обусловлены:

- все возрастающими выбросами химически, радиационно и биологически опасных веществ от промышленной и сельскохозяйственной деятельности в окружающую среду с загрязнением почв, воды и воздуха;
- гибелью или деградацией растительного и животного мира вследствие этих загрязнений;
- долговременными остаточными процессами деградации в окружающей среде, обусловленные техногенными авариями и катастрофами на потенциально опасных объектах гражданского и оборонного назначения.

Величины рисков  $R_{ct}^3(t)$  от указанных причин и источников могут составлять не менее 250–400 млрд. рублей в год.

Если учесть технологическое, часто бесконтрольное и нерациональное природопользование (добыча полезных невозобновляемых ресурсов, отчуждение при-



родных зон под промышленное, гражданское, оборонное строительство, под создание крупных транспортных магистралей – железнодорожных, автодорожных, трубопроводных, электросетевых), то эти риски могут возрасти в 1,5–1,7 раза.

Тогда в соответствии с выражением (6) суммарные экологические риски для страны могут оцениваться как минимум в 650–1100 млрд. рублей в год и как максимум – 1500 млрд. рублей в год.

Из сказанного следует, что экологические риски  $R_C^3(t)$  по своим величинам составляют 1,7–3% внутреннего валового продукта  $V(t)$  и в острых кризисных ситуациях могут возрасти до 4% от  $V(t)$ .

### УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА БАЗЕ КРИТЕРИЕВ РИСКА

Проблемы анализа и управления комплексной безопасностью с использованием критериев риска рассмотрены в специальных томах серии «Безопасность России» (см. также: Махутов Н.А. и др. «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Биологическая безопасность. – М.: МГОФ «Знание», 2010. Т. 34. – 912 с.; Махутов Н.А. Критерии безопасности и рисков в проблемах модернизации и развития техноосферы // Федеральный справочник. – М.: Центр стратегического партнерства, 2010. Т. 23. С. 239–245).

Базовое выражение для решения этой проблемы применительно к экологической безопасности имеет вид:

$$R_C^3(t) \leq [R_C^3(t)] = \frac{R_{CK}^3(t)}{n_R} = m_Z \times Z_R^3(t) \quad (7),$$

где  $R_C^3(t)$  – расчетная величина экологических рисков в момент времени  $(t)$ ;

$[R_C^3(t)]$  – приемлемый уровень экологических рисков;

$R_{CK}^3(t)$  – критический (предельный, недопустимый) уровень экологических рисков;

$n_R$  – запас по экологическим рискам ( $n_R \geq 1$ );

$Z_R^3(t)$  – экономические затраты на разработку и реализацию мероприятий по снижению экологических рисков;

$m_Z$  – эффективность затрат на обеспечение экологической безопасности ( $m_Z \geq 1$ ).

Величина  $R_C^3(t)$  определяется научными организациями на базе фундаментальных и прикладных разработок общей теории безопасности и рисков на основе (1)–(5), включая особенности проблем экологической безопасности на основе (7).

Величина  $[R_C^3(t)]$  устанавливается органами государственного управления и надзора на базе научного обоснования с использованием предельно допустимых концентраций (ПДК) и предельно допустимых уровней деградации природной среды.

Величина  $R_{CK}^3(t)$  оценивается на основе фундаментальных и прикладных исследований предельных, недопустимых уровней деградации, повреждения основных

объектов природной среды (включая смертельные дозы и концентрации, а также не восстанавливаемые естественным путем поражения объектов природной среды).

Величина  $n_R$  назначается органами государственного управления и надзора в сфере экологической безопасности на основе научного обоснования характеристик состояния природной среды.

Величина  $Z_R^3(t)$  научно обосновывается экономическими расчетами комплексов мероприятий различного уровня (международного, федерального, регионального, местного, объектового, локального с учетом данных таблицы 1 по анализу и обеспечению экологической безопасности).

Величина  $m_Z$  научно обосновывается, исходя из экономических, научно-технических и организационных возможностей и приоритетов политики в области экологической безопасности.

Существо выражения (7) состоит в научном, правовом, экономическом обосновании и регулировании состояния природной среды на приемлемом, безопасном уровне, необходимом для устойчивого развития сложной социально-природно-техногенной системы с приемлемыми рисками  $R_C(t)$ . Реализация условия (7) в связи со сказанным становится одной из основных целей:

- научных исследований проблем экологической безопасности;

- формирования и проведения государственной политики по сохранению и улучшению состояния природной среды;

- ведения производственной, природоохранной и экономической деятельности владельцев опасных производственных объектов (промышленных, сельскохозяйственных, добывающих, транспортирующих предприятий и комплексов) в рамках приемлемых рисков с обязательным анализом состояния экологической безопасности и проведением необходимых мероприятий по снижению экологических рисков.

Обобщение опыта проведения комплексных мероприятий по управлению безопасностью с использованием критериев рисков  $R_C(t)$  показывает (4,8), что при надлежащем научно обоснованном подходе к обеспечению экологической безопасности в настоящее время можно достичь величин  $m_Z$ , характеризующих эффективность экономических затрат, в пределах  $1 \leq m_Z \leq 10$ . Это означает, что в рамках целевых государственных, региональных и отраслевых программ должны закладываться специальные мероприятия по анализу и снижению экологических рисков. При этом экономические затраты  $Z_R^3(t)$  не могут быть ниже 10% от сложившихся и реализуемых на данном отрезке времени  $t$  экологических рисков  $R_C^3(t)$ . С учетом данных п. 3 для нашей страны суммарные затраты на разработку и реализацию этих программ должны составлять 0,17–0,4% от внутреннего валового продукта  $V(t)$ .

Из сказанного выше следует, что одними из наиболее перспективных и актуальных проблем обеспечения экологической безопасности в соответствии со стратегией национальной безопасности Российской Федерации



становятся проблемы перехода на изучение, поддержание, повышение и регулирование состояния природной среды на основе приемлемых экологических рисков –  $R_c^{\beta}(t) \ll [R_c^{\beta}(t)]$ .

Это требует создания и развития системы дополнительных специальных правовых, нормативно-технических, организационных, экономических механизмов управления экологической безопасностью с использованием критериев рисков на основе выражений (1)–(7). Междисциплинарные и межотраслевые фундаментальные исследования проблем экологической безопасности и экологических рисков может выполнить Российская академия наук, углубляя изучение общих закономерностей развития природы, общества, человека и инфраструктур обеспечения жизнедеятельности. Ключевая роль

в организации прикладных исследований и разработок в этом направлении принадлежит Министерству природных ресурсов, Министерству образования и науки и Министерству по чрезвычайным ситуациям, а также органам государственного надзора и регулирования. Общая координация исследований и разработок может осуществляться Советом Безопасности Российской Федерации.

Одним из государственных приоритетов при переходе на управление экологической безопасностью на основе количественных критериев рисков становится разработка Федеральным Собранием РФ соответствующей правовой базы с ее научным обоснованием и реализацией ряда специальных программ в сфере природопользования, образования и государственного регулирования экономических рисков.