

© 2014 г.

Павел Кохно

доктор экономических наук, профессор
директор Института нечетких систем
(e-mail:pavelkohno@mail.ru)

Станислав Чеботарев

доктор экономических наук, профессор
заместитель директора Института нечетких систем

УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО УСТОЙЧИВОЙ ЭКОНОМИКОЙ

В статье в рамках авторской теории гармоничной экономики труда исследуется проблема экономики стратегических рисков, влияющая на экономическое развитие страны. Решение данной проблемы построено на создании динамических моделей, описывающих развитие экономической системы. При этом под управлением риском понимается процесс оптимального распределения затрат на снижение различных видов рисков в условиях ограниченности экономических ресурсов общества, обеспечивающий достижение такого уровня безопасности населения и окружающей среды, какой только достижим в существующих в данном обществе экономических и социальных условиях.

Ключевые слова: экономический риск, продолжительность жизни, оптимальное управление, модели.

Сформулированная в работе В. Авдийского и Ш. Курмашова¹ аксиома, трактующая «безопасность» как защищенность человека и окружающей среды от чрезмерной опасности, сконструированные системы единиц для измерения безопасности и опасности, разработанные цели безопасности и критерии, оценивающие степень достижения этих целей, являются необходимыми элементами изучения явления «безопасность», но относятся только к первому этапу его исследования. Следующий этап – построение методологии безопасности, основанной на математическом аппарате для анализа влияния различных факторов опасности на объекты экономики, людей и окружающую среду, и исследование альтернатив, позволяющих давать прогноз состояния безопасности в тех или иных условиях, обосновывать и доказывать его достоверность на научном, а не на интуитивном уровне.

¹ Авдийский В.И., Курмашов Ш.Р. Прогнозирование и анализ рисков в деятельности хозяйствующих субъектов. – М.: Финансовая академия при Правительстве РФ, 2003.

В авторской теории гармоничной экономики труда¹ большие системы рассматриваются как множество частей и элементов, выполняющих определенные функции и связанных между собой. Всякая большая система обладает структурой – организацией связей и отношений между элементами системы, составом этих элементов, наделенных определенными функциями. Методологический подход теории гармоничной экономики труда основывается на анализе и прогнозировании характеристик системы на определенный момент, т.е. состояний системы. Только в рамках такого подхода возможна постановка важной в проблеме обеспечения безопасности задачи оптимального распределения ограниченных экономических ресурсов, требующихся для снижения риска от тех или иных видов опасности, воздействию которых могут быть подвержены человек, экономика и окружающая среда в рассматриваемой экономической системе (ЭС). Наконец, только такой подход позволяет учесть интересы и будущих поколений.

Достижение целей безопасности экономики страны предполагает, прежде всего, целенаправленное воздействие на ЭС в целом и на ее отдельные составляющие. Определение путей такого воздействия требует апробации найденных решений в условиях либо натурального эксперимента, либо искусственных, имитирующих реальную систему экспериментов. Эксперименты с большими ЭС практически неосуществимы, поскольку сопряжены с огромными трудностями технического и нравственного порядка. Поэтому встает вопрос о создании динамических моделей реальных систем для определения оптимальной стратегии управления или прогнозов развития. Под моделью понимается условный образ системы, характеризующийся комплексом элементов, отражающих функционирование и развитие рассматриваемой системы.

С математической точки зрения проблема обеспечения экономической безопасности включает в себя проведение научных исследований по следующим направлениям²:

¹ Кохно П.А., Кохно А.П. Интегральный учёт труда. Управленческий учёт по показателю «добавленная стоимость» // Человек и труд, 2012, №7. С. 38-41; Кохно П.А., Кохно А.П. Интегральный учёт труда. Управленческий учёт по конечным результатам // Человек и труд, 2012, №8. С. 55-60; Кохно П.А. Модель гармоничной экономики труда // Человек и труд, 2012, №12. С. 46-49; Кохно П.А. Гармоничная экономика труда ЕвразЭС – новый взгляд на мировой конкурентный рынок ВТО // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.17573, 11.07.2012.; Кохно П.А. Производственные программы гармоничной экономики труда // Человек и труд, 2013, №3. С. 45-49; Кохно П.А. России нужна инновационная экономика труда // Человек и труд, 2013, №5-6. С. 47-52; Кохно П.А. Финансовые основы гармоничной экономики труда // Человек и труд, 2013, № 10. С. 37-40.

² Дубров А.А. Моделирование рискованных ситуаций. – М.: Финансы и статистика, 2000.

- 1) создание динамических моделей, описывающих развитие экономической системы (ЭС);
- 2) построение целевой функции в проблеме обеспечения безопасности (критерия-функционала) и определение соответствующих управляющих переменных этой функции, позволяющих управлять ЭС;
- 3) определение (методом варьирования управляющих переменных в целевой функции и решения уравнений динамической модели) оптимальной траектории развития во времени управляемой ЭС, удовлетворяющей условию оптимальности целевой функции, оценки чувствительности результатов к изменению предположений ЭС.

Под управлением риском следует понимать процесс оптимального распределения затрат на снижение различных видов риска в условиях ограниченности экономических ресурсов общества, обеспечивающий достижение такого уровня безопасности населения и окружающей среды, какой только достижим в существующих в данном обществе экономических и социальных условиях. Методическим аппаратом для реализации такого управления является системный анализ. В практической деятельности используются упрощенные варианты системного анализа, известные в научной литературе как метод «эффективности затрат на снижение риска», метод «затраты – выгода» и метод «оптимизации предельных затрат».

Задачу управления риском на основе оптимизации экономических ресурсов необходимо дополнить требованием выполнения определенных ограничений, предъявляемых к воздействию на экономику, человека и природную среду и обеспечивающих удаленность состояния экосистем и других природных ресурсов от точки их бифуркации. Это и есть корректная постановка задачи управления риском в ЭС, где управляющими параметрами являются величины затрат (точнее, их доли от общих экономических ресурсов ЭС) на снижение различных видов риска. Решение этой задачи и должно дать ответ на вопрос о том, какой риск, обусловленный той или иной деятельностью, является чрезмерным, а какой – приемлемым.

Методология исследования проблемы безопасности требует применения системного анализа, позволяющего учесть социальные факторы и общечеловеческие ценности в аспекте не только ближайших, но и отдаленных последствий решений, принимаемых в условиях ограниченности всех видов ресурсов. Это возможно только на путях математического исследования динамики состояния ЭС и поиска таких траекторий ее развития, которые соответствуют в любой момент времени целям и критериям безопасности.

В общем случае методология экономической безопасности представляет собой исследование большого числа нелинейных дифференциальных уравнений, фазовые переменные которого связаны друг с другом

сложным образом. Эти взаимосвязи в своем большинстве подчиняются законам, являющимся не только естественно-научными, но и социально-экономическими (экономическими). Причем эти законы чаще всего либо плохо известны, либо даже совсем неизвестны. Поэтому в современных условиях точное решение этой проблемы методом дифференциальных уравнений представляется не полностью возможным. Соответственно представляется не полностью возможным и точное, математически корректное решение задачи по управлению риском в ЭС.

В настоящее время назрела необходимость создания системы управления риском в обществе, целью которой являлось бы обеспечение безопасного развития общества – обеспечение безопасности человека и окружающей его среды в условиях повышения качества жизни каждого индивидуума. Предлагается в основу решения данной проблемы положить взаимосвязанные принципы управления, разработанные для сложных военно-технических систем и объектов (табл. 1).

Таблица 1

Классификация принципов управления в управляемой экономике рисков

Принцип 1. Оправданность практической деятельности	Принцип 2. Оптимизация затрат на защиту	Принцип 3. Региональный императив	Принцип 4. Экологический императив
Подпринцип 1.1. Чрезмерный риск	Подпринцип 2.1. Чрезмерный риск		
Подпринцип 1.2. Пренебрежимый риск			
Подпринцип 1.3. Приемлемый риск			

Каждый из этих принципов управления риском в отдельности представляет собой необходимое условие для обеспечения устойчивого развития. Однако только в совокупности эти принципы составляют необходимые и достаточные условия такого развития.

Первый принцип. Стратегическая цель управления риском – стремление к повышению уровня благосостояния общества (максимизация общей ожидаемой суммы материальных и духовных благ) при следующем обязательном условии: никакая практическая деятельность, направленная на реализацию цели, не может быть оправдана, если выгода от нее для общества в целом не превышает вызываемого ею ущерба (принцип оправданности практической деятельности).

Второй принцип. Тактическая цель управления риском – увеличение среднестатистической ожидаемой продолжительности предстоящей жизни (СОПЖ) в обществе, в течение которого личность может вести пол-

нокрвную и деятельную жизнь в состоянии физического, душевного и социального благополучия (принцип оптимизации защиты).

Третий принцип. Политика в области управления риском будет эффективной и последовательной только в том случае, если в управление риском включен весь совокупный спектр существующих в обществе опасностей и вся информация о принимаемых решениях в этой области без каких-либо ограничений доступна самым широким слоям населения (принцип интегральной оценки опасностей).

Четвертый принцип. Обязательное условие успешной политики в области управления риском: она должна реализовываться в рамках строгих ограничений на воздействие на экосистемы, состоящих из требований непревышения величин этих воздействий предельно допустимых экологических нагрузок на экосистемы (принцип устойчивости экосистем).

Принцип оправданной практической деятельности объединяет в себе два фундаментальных, аксиоматических утверждения, формирующих стратегическую цель управления риском в процессе устойчивого развития:

- ценность любой практической деятельности в первую очередь определяется ее полезностью для общества в целом, то есть ее способностью повысить уровень благосостояния общества;
- только учет выгоды и ущерба любой деятельности может дать ответ на вопрос о ее полезности, целесообразности.

При этом, учитывая то обстоятельство, что выгода и ущерб от конкретной деятельности могут распределяться между разными членами общества, тем не менее, считается необходимым исходить из принципа общего блага для общества от этой деятельности.

Изложенный принцип в общем случае, если его использовать без каких-либо ограничений, может содержать серьезное противоречие с реальной действительностью. Этот принцип основан на стремлении к достижению максимально возможного уровня благосостояния общества в целом, который можно считать аксиоматичным только в условиях равномерного распределения общественных благ среди членов общества.

В действительности характерной особенностью нашей жизни являются ситуации, в которых негативные и позитивные результаты любой деятельности распределяются между членами общества крайне неравномерно: определенная группа населения испытывает ущерб от той деятельности, которая выгодна для большинства населения. Чтобы исключить это противоречие, необходимо ввести определенные ограничения на практическую деятельность, которые гарантировали бы реализацию материальных и духовных потребностей каждого отдельного индивидуума при условии обеспечения его личной безопасности. С этой целью предлагается дополнить данный принцип следующими подпринципами.

Подпринцип 1.1. Деятельность, при которой тот или иной индивидуум подвергается чрезмерному риску, не может быть оправдана, даже если эта деятельность выгодна для общества в целом.

Подпринцип 1.2. Члены общества, осознавая тот факт, что сама возможность жизни в развивающемся обществе является важным преимуществом, добровольно соглашаются на наличие в их жизни определенного, не превышающего чрезмерного уровня, риска от той или иной деятельности, которая требуется для удовлетворения их материальных и духовных потребностей.

Подпринцип 1.3. Должны быть предприняты все возможные меры для защиты каждой личности от чрезмерного риска. Затраты на эти меры включаются в общую сумму затрат на данный проект или вид деятельности и таким образом учитываются при оценке полезности для общества в целом данного проекта или вида деятельности.

Для практической реализации подпринципов 1.1 – 1.3 используется общепринятый в мировой практике подход, основанный на разбиении «шкалы» рисков, характеризующих нежелательное воздействие аварий, катастроф и стихийных бедствий на население, на три зоны:

- область чрезмерного риска: пребывание любого лица на территории, характеризующейся уровнем риска из этой области, недопустимо вследствие чрезмерно высокого (в первую очередь по социальным императивам) уровня риска. Постулируется, что предельно допустимый уровень риска (ПДУР) не должен превышать, независимо от тех или иных возможных экономических и социальных преимуществ того или иного вида хозяйственной деятельности для общества в целом. Соответственно уровень риска, превышающий ПДУР, должен рассматриваться как чрезмерный. Любая практическая деятельность, подвергающая того или иного индивидуума чрезмерному риску, является недопустимой. Ее внедрение в практику возможно только при условии принятия технических или организационных мер, позволяющих снизить уровень рассматриваемого риска до величины ПДУР;

- область пренебрежимого риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области может не контролироваться надзорным органом вследствие того, что уровень этого риска пренебрежимо мал по сравнению с рисками, постоянно сопутствующими населению в его повседневной жизни. Деятельность с таким уровнем риска рассматривается широко приемлемой и не требующей каких-либо дополнительных усилий для снижения обусловленного ею риска;

- область приемлемого риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области является объектом надзора и контроля (объектом управления риском). Конкретное значение уровня риска, приемлемого для этой или иной деятельности, определяется исходя из экономических и социальных показателей региона. Как следствие этого, критерии для этих ви-

дов риска, принятые или предлагаемые в практической деятельности различными национальными организациями, различаются в разных странах.

Как правило, значения индивидуального ПДУР находится в пределах 10^{-6} – 10^{-10} , где под индивидуальным риском понимают ежегодный риск смерти для индивидуума. Индивидуальный риск характеризует масштаб чрезвычайной ситуации. Для характеристики масштаба катастрофичности опасности вводится понятие потенциального риска, под которым понимается зависимость вероятности нежелательных событий (или частоты их возникновения), состоящих в поражении не менее заданного числа населения, подвергшегося поражающим воздействиям определенного вида при реализации определенной опасности.

Для практической реализации первого принципа предлагается выразить риск для населения от различных технологий или видов деятельности в виде величины сокращения средней ожидаемой продолжительности предстоящей жизни ($\Delta T^{(-)}$), а выгоду от них – в виде продления СОПЖ ($\Delta T^{(+)}$). Сопоставление этих показателей позволяет количественно оценить, насколько рассматриваемая деятельность удовлетворяет сформулированному принципу. Деятельность может считаться оправданной только в том случае, если ее внедрение в практику обеспечивает чистую выгоду для общества, т.е. $\Delta T^{(+)} > \Delta T^{(-)}$.

Принцип оптимизации защиты требует, чтобы рассматриваемая деятельность была бы не только полезной, но и максимально полезно. Согласно этому принципу тактической целью управления риском является максимизация чистой прибыли, т.е. $\max\{\Delta P^{(+)} - \Delta P^{(-)}\}$.

Сопоставление стоимости продления жизни в социально-экономической системе в целом с аналогичным показателем для того вида оправданной деятельности, который внедряется в практику, позволяет достигнуть максимальной полезности данной деятельности – оптимизировать затраты на системы безопасности в этом виде деятельности. Такие системы безопасности имеют право на внедрение в практику, если стоимость продления жизни с их помощью не превышает стоимости продления жизни, присущей данному обществу в целом. Этот метод представляет обществу способ достижения наивысшего возможного уровня своей безопасности в зависимости от достигнутого уровня экономического развития, который может быть принят без конфликта с другими законными потребностями и обязанностями общества.

Кроме того, в процесс управления риском необходимо включить ограничение, связанное с тем фактом, что тактической целью управления риском в рассматриваемом подходе является стремление к увеличению ожидаемой продолжительности предстоящей жизни в обществе для среднестатистического его члена. Данное ограничение предлагается сформулировать в виде следующего подпринципа:

Подпринцип 2.1. Максимизация средней ожидаемой предстоящей продолжительности жизни в целом для общества не должна происходить за счет отдельных ее членов.

Принцип интегральной оценки опасностей учитывает современную тенденцию экономического развития регионов, которая ориентируется на создание крупных регионов с высокой концентрацией потенциально опасных объектов¹. В этом случае при оценке риска отдельного объекта необходимо учитывать риск, связанный с риском от других источников опасности. Только на основе такого интегрированного подхода можно принимать решение о снижении риска на том или ином потенциально опасном объекте с целью обеспечения приемлемого уровня риска для населения и экономики в целом. Кроме того, только такой подход позволяет разработать рациональный инструмент для оптимизации политических решений по выделению средств на безопасность.

Принцип устойчивости экосистем постулирует, что политика в области управления риском должна реализовываться в рамках строгих ограничений на воздействие на природные экосистемы.

Сформулированная система управления рисками в социально-экономической системе общества, основанная на этих четырех фундаментальных принципах, не может заменить знаний в этой области, но помогает идентифицировать пробелы в информации. Ее использование не только желательно, но и необходимо, так как позволяет при принятии решений наиболее полно и наилучшим способом учесть имеющиеся в этой области количественные результаты.

Вариантные исследования по практическому использованию такого подхода показывают, что, несмотря на внутренне присущую таким оценкам неопределенность и субъективность, он является приемлемым методом для определения эффективности политических решений в области обеспечения безопасности и защиты населения и территорий от стратегических рисков (СР) природного и техногенного характера. Альтернативой этому является подход, основанный на субъективных суждениях, игнорирующий социально-экономические аспекты, которые в значительной степени определяют уровень безопасности личности и общества. Нетрудно показать несостоятельность и неприемлемость такой альтернативы. Научный подход к принятию решений в любой области требует взвешенного и непредвзятого мышления, основанного на количественных расчетах риска и выгоды последствий принимаемых решений².

Масштабы прямого ущерба от стратегических рисков, затраты на их ликвидацию и реабилитацию пострадавшего населения и территорий ста-

¹ Подробнее см.: Кохно П.А. Модель будущего. – М.: Алгоритм, 2013. – 752 с.

² Борисенко Е.Н. Продовольственная безопасность России (проблемы и перспективы). – М., 1997.

вят под сомнение возможности экономики восполнить эти потери и перехода России к устойчивому развитию без резкого повышения уровня и эффективности системы предупреждающих мер, уменьшающих опасность, масштабы и последствия стратегических рисков¹.

По ряду показателей состояние защиты населения и территорий Российской Федерации от стратегических рисков не соответствует предъявляемым требованиям и требует принятия неотложных мер по ее совершенствованию. В этой связи необходимо выделить несколько положений:

- на территории России сохраняется высокий уровень техногенных и природных опасностей, более половины населения Российской Федерации проживает в условиях повышенного риска, вызванного угрозой стратегических рисков природного и техногенного характера при сохраняющейся тенденции роста количества и масштабов последствий стратегических рисков;

- в стране не созданы условия для анализа и управления стратегическими рисками, для перехода к нормированию допустимых рисков и снижению на этой основе индивидуальных рисков для населения, которые в настоящее время многократно превышают уровни, допустимые в развитых странах;

- защищенность населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера характеризуется крайне низкими показателями.

Остановимся на исследованиях проблемы формирования математических основ оптимального управления риском в ЭС, например, в том или ином государстве или регионе, который сопутствует процессу развития этой ЭС (и обусловлен им). В реализацию этой задачи положим концепцию безопасности, основанную на четырех основных принципах безопасности: природного, экономического, техногенного, военного характера.

Состояние защищенности каждого отдельного лица, общества, природной среды (т.е. их безопасность) определяются их защищенностью от совокупности всевозможных опасностей природного, экономического, техногенного, военного характера, присущих рассматриваемой ЭС. Соответственно уровень безопасности в ЭС определяется величиной общего интегрального риска, представляющего совокупность экологического, экономического, техногенного и военного рисков. Эта совокупность не является в общем случае чисто арифметической как с точки зрения вероятности появления в окружающей среде опасных факторов, так и с точки зрения воздействия этих факторов на человека и окружающую среду. Реализация одного из видов указанных опасностей способна запустить цепную реакцию, которая приведет к реализации других всевозможных

¹ Подробнее см.: Стасев В.В. Организационно-технические и эколого-экономические мероприятия эффективного управления трубопроводными системами. – М.: Энергоатомиздат, 2006.- 270 с.

видов опасности, результат воздействия которых на человека и окружающую среду по своим последствиям неадекватен воздействию, послужившему пусковым механизмом.

К этому необходимо добавить, что только в рамках такого системного подхода, учитывающего все виды взаимосвязанных опасностей, присущих ЭС, возможна постановка такой важной в проблеме обеспечения безопасности задачи, как задача оптимального распределения ограниченных (независимо от того, велики они или малы) экономических ресурсов ЭС, требующихся для снижения риска от тех или иных видов опасности, воздействию которых могут быть подвержены человек и окружающая его среда рассматриваемой ЭС.

Проблеме математического исследования динамики состояния ЭС в современной науке уделяется значительное внимание, а за последнее время достигнуты значительные успехи в этой области¹. В математической постановке она сводится к исследованию системы дифференциальных уравнений с нелинейными обратными связями вида:

$$\frac{d}{dt} \mathbf{X}_i = \mathbf{F}_i(\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_n; \mathbf{t}), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где X_i – фазовые переменные, определяющие состояние рассматриваемой ЭС в интересующий момент времени ее развития t . В число таких фазовых переменных X_i должны быть включены такие характеристики ЭС, как численность населения и уровень его жизни (количество и качество жизненных благ, используемых для удовлетворения потребностей людей, ее экономические ресурсы (материальные, финансовые, трудовые и природные, вовлекаемые обществом в хозяйственный оборот), уровень загрязнения окружающей среды (различные виды рисков).

Система уравнений (1) позволяет в определенном смысле исчерпывающе описывать поведение рассматриваемой ЭС, если имеются методы установления конкретного вида правых частей этих уравнений, позволяющие адекватно действительности характеризовать взаимодействие фазовых переменных X_i . Укажем здесь, что одним из наиболее разработанных для этих целей методов является системно-динамический метод Форрестора.

В рамках предлагаемой концепции безопасности в качестве целевой функции (критерия-функционала) в проблеме оптимального управления с целью обеспечения безопасности населения выступает средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни (СОППЖ).

Согласно принятой концепции безопасности СОППЖ определяет количественно уровень безопасности населения в рассматриваемой ЭС в интересующий нас момент от уровня экономического развития страны,

¹ Стасев В.В., Стасев А.В. Техничко-экономическое моделирование эффективности проекта строительства // Вестник МАРТИТ, 2004, №12.

который, в первую очередь, определяется имеющимися в данной системе экономическими ресурсами (в дальнейшем будем их обозначать как $M(t)$), и от уровня присущих ЭС опасностей экономического, техногенного, экологического и военного происхождения, определяемого совокупностью различного вида рисков $R_1, R_2, \dots, R_n$. Следовательно, целевая функция обеспечения безопасности населения страны (региона) в проблеме оптимального управления ЭС может быть представлена в виде:

$$T = T(R_1, R_2, \dots, R_n : M(t)) = T_{\max} - \Delta T(R_1, R_2, \dots, R_n : M(t)), \quad (2)$$

где $T_{\max} = \text{const}$ – видовая (биологическая) продолжительность жизни среднестатистического человека (обусловленная биологическими характеристиками организма, т.е. его надежностью, заданной при рождении); ΔT – сокращение его продолжительности жизни, обусловленное возможными неблагоприятными жизненными ситуациями в ЭС, т.е. рисками R_i , $i=1, 2, 3, \dots$.

Соответственно в математически формализованной постановке задача обеспечения безопасности населения в развивающейся ЭС сводится к задаче определения решений системы уравнений (1), т.е. траекторий развития ЭС, которые удовлетворяют условию оптимальности целевой функции (2), т.е. максимальной СОПЖ. Это условие оптимальности надо искать на путях оптимального распределения ограниченных ресурсов, направляемых на снижение существующих в ЭС опасностей. Другими словами, управляющими переменными (управлением) в этой целевой функции T выступают величины затрат M_i , на снижение соответствующих рисков R_i , (или доли $d_i = M_i/M$ от общих экономических ресурсов M ; $\sum d_i \leq 1$).

Кроме того, в самом общем случае в определение понятия «управление риском» следует включить еще один (помимо указанного) аспект управления: контроль за соблюдением нормативных требований, предъявляемых к тем или иным источникам опасности. Этот аспект требует самостоятельного исследования.

Возвращаясь к рассмотрению процесса управления риском в ЭС, необходимо указать, что его нельзя свести только к оптимизации одного критерия-функционала – максимизации СОПЖ. Внутренняя природа сложных экономических систем такова, что они могут допускать несколько «альтернативных» траекторий развития ЭС, обеспечивающих максимальность СОПЖ. Дело заключается в том, что при оптимизации только по одному критерию остается неопределенным и не учитывается при оптимизации с помощью целевой функции (2) целый ряд характеристик ЭС, являющихся ее «жизненными индикаторами». В рассматриваемой ситуации в числе таких неучтенных «жизненных индикаторов» оказываются такие характеристики, как показатели состояния окружающей природной среды.

«Альтернативные» траектории, удовлетворяющие условию оптимальности СОППЖ, как раз и могут отличаться друг от друга различным набором «жизненных индикаторов», характеризующих качество окружающей среды. При этом не исключается возможность, когда среди этих «альтернативных» траекторий, обеспечивающих на рассматриваемом промежутке времени безопасность человека (его максимально достижимую на данный момент СОППЖ), имеются и такие, в которых развитие ЭС столкнется с экологическим кризисом (состояние окружающей среды окажется близким или достигнет точки ее бифуркации). Так как целью безопасности является обеспечение не только высокого уровня состояния здоровья населения, но и высокого качества окружающей среды, то такие траектории развития ЭС должны быть исключены. Представляется важным отметить, что в научных исследованиях в настоящее время идет устойчивый процесс канонизации аксиоматических утверждений этой концепции¹.

В общем случае управление риском в ЭС представляет собой сложную проблему управления большим числом рисков, характеризующих присущие данной ЭС многочисленные опасности. С целью извлечения из исследований этой проблемы критериев управления риском в ЭС, пригодных для практического использования, требуется ввести в эту проблему упрощающие ее предположения, не противоречащие при этом, конечно, действительности. С этой целью предлагается подразделить многочисленные опасности в ЭС на две совокупности опасностей таким образом, чтобы каждую из этих совокупностей можно было бы рассматривать как единое целое и характеризовать каждую из них присущим этой совокупности риском. В этом случае сложная проблема управления многими рисками сводится к более простой задаче управления двумя рисками.

В рамках такого подхода предлагается проблему управления риском не рассматривать в рамках задачи внедрения в экономику альтернативной технологии (нового или усовершенствованного традиционного типа, мер безопасности организационного или административного характера и др.). Проблема управления риском в ЭС сводится к задаче «взаимодействия» рисков двух подсистем, в одну из которых включены все виды опасности, присущие ЭС до внедрения альтернативной технологии, а в другую – опасности, присущие внедряемой технологии. При этом предполагается, что выполняется следующее условие: при взаимодействии этих подсистем каждую из них можно рассматривать как относительно устойчивое единое целое за счет преобладания внутренних связей между составляющими каждой подсистемы над их внешними связями. В этом случае проблема управления риском в ЭС сводится к задаче управления следующими двумя рисками:

¹ Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Безопасность трубопроводного транспорта. – М.: МГФ «Знание», 2002.

1) общим (совокупным) риском для здоровья среднестатистического человека в рассматриваемой ЭС (обозначим его как $R_{эс}$), присущим данной системе до внедрения в ее экономику альтернативной технологии;

2) риском для среднестатистического человека и окружающей его среды (природной и экономической) от этой альтернативной технологии (обозначим его как R_T).

При этом $R_{эс}(M - M_T)$ и $R_T(M_T)$, $M = M_0 + \Delta M$, где M_0 – экономические ресурсы СЭС до внедрения в ее экономику технологии; ΔM – прирост этих ресурсов в результате внедрения рассматриваемой технологии.

Доказательством оправданности включения в число показателей окружающей человека среды такого «макропоказателя», как общий риск $R_{эс}$ для жизни среднестатистического человека, является тот очевидный факт, что живущему в этой окружающей среде человеку присуща определенная продолжительность жизни – СОПЖ. Ее длительность определяется общим (совокупным) средним риском этой среды $R_{эс}$, данные о котором автоматически следуют из данных о СОПЖ.

В таблице 2 представлены статистические данные по СОПЖ для некоторых стран и рассчитанный совокупный риск $R_{эс}$ в этих странах, ведущий к преждевременной смерти, т.е. к сокращению видовой продолжительности жизни $T_{\max}$ на величину $T(R_{эс})$, в предположении, что $T_{\max} = 95$ лет¹.

Таблица 2

Средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни человека при рождении (данные UNDP на 1991 г.) и соответствующий ей общий средний риск преждевременной смерти ($R_{эс}$) для различных стран

СОПЖ, годы	$R_{эс}$, вероятность преждевременной смерти индивидуума в год	Страны
79	$3,5 \times 10^{-3}$	Япония
78	$3,8 \times 10^{-3}$	Гонконг, Исландия, Нидерланды, Швеция, Швейцария
77	$4,0 \times 10^{-3}$	Австралия, Канада, Кипр, Франция, Греция, Норвегия, Испания
76	$4,2 \times 10^{-3}$	Барбадос, Бельгия, Куба, Дания, Доминиканская Республика, Финляндия, Израиль, Италия, Новая Зеландия, Англия, США
66	$6,4 \times 10^{-3}$	В среднем в мире, Алжир, Бразилия, Фиджи, Гондурас, Ирак, Никарагуа, Саудовская Аравия, Турция
65	$6,6 \times 10^{-3}$	Россия (1995), Гватемала, Гайана, Перу, Филиппины, Сан-Томе и Принсипи
43	$1,2 \times 10^{-2}$	Афганистан, Сьерра-Леоне

¹ Вестин П. Доклад Российско-европейского центра экономической политики (РЕЦЭП): Экспортная выручка: репатриация или экспроприация? М., 1992.

Далее, в такую «двухрисковую» модель введем предположение о том, что эти два риска (R_T и $R_{эс}$) обладают свойствами аддитивности, которое является справедливым только при выполнении следующих двух условий:

- риски R_T и $R_{эс}$ характеризуют, с точки зрения теории вероятности, два независимых события;
- вероятность совмещения двух этих событий пренебрежимо мала, т.е. произведение соответствующих этим событиям рисков значительно меньше риска каждого из этих событий в отдельности.

Справедливость первого из этих условий зависит от справедливости представления о ЭС как об относительно едином целом, которое с достаточно высокой степенью достоверности адекватно реальной действительности ЭС – потому и определяется как система. Управление сложной экономической системой (определенным образом упорядоченной совокупностью ее составляющих) осуществляется как относительно устойчивым единым целым за счет взаимодействия, распределения и перераспределения имеющихся, поступающих извне и проецируемых этой системой веществ, энергии, информации¹. Такой процесс управления обеспечивается преобладанием внутренних связей (в том числе перемещений вещества, энергии, информации) между составляющими над их внешними связями.

Что же касается второго условия, требующегося для аддитивности рисков, то его справедливость очевидна. Так как вероятность реализации одного из двух рассматриваемых рисков значительно меньше единицы (табл. 1), то произведением этих вероятностей можно пренебречь.

Таким образом, в рамках сделанных предположений общий риск (обозначим как R) в «двухрисковой» модели в первом приближении можно представить в виде:

$$R_{\Sigma}(M) = R_{эс}(M - M_T) + R_T(M_T), \quad (3)$$

где $M = M_0 + \Delta M$ и M_0 – экономические ресурсы ЭС на душу населения после и до внедрения в ее экономику альтернативной технологии соответственно; ΔM – вклад на душу населения альтернативной технологии в экономику ЭС.

Условие (3), т.е. аддитивность риска $R_{эс}$, присущего рассматриваемой ЭС, и риска R_T , обусловленного внедряемой альтернативной технологией, как показано в работе², позволяет утверждать (доказать теорему), что достижение максимального уровня безопасности населения (максимальности средней продолжительности предстоящей жизни в обществе)

¹ Подробнее см.: Кохно П.А. Союзное государство. Книга 9. Военно-экономическая стратегия. Глава 1. Методологические основы исследования сложных экономических систем. – М.: Граница, 2008. – 568 с. С. 15-48.

² Чернова Г.В. Практика управления рисками на уровне предприятия. – Спб.: Питер, 2000.

будет достигнуто при равенстве стоимости продления жизни от снижения рисков от этих двух групп источников опасности.

Применение этой теоремы к «двухрисковой» модели управления риском в ЭС позволяет сделать следующий вывод: при внедрении альтернативной технологии в экономику ЭС максимально достижимый уровень безопасности населения ЭС (соответствующий достигнутому в этой ЭС уровню экономического развития, характеризуемому ее экономическими ресурсами M) будет обеспечен, если затраты M_T на снижение риска R_T (M_T) для населения от альтернативной технологии будут определяться из решения следующего уравнения:

$$S_{эс}(M - M_T) = S_T(M_T), M = \text{const}, \quad (4)$$

где затраты M_T на снижение техногенного риска R_t являются неизвестной переменной, а S_T и $S_{эс}$ – стоимости продления жизни вследствие инвестиции ресурсов M_T и $M - M_T$, соответственно, на снижение техногенного R_T и экономического $R_{эс}$ рисков.

Теорема равновесия в управлении риском позволяет разработать относительно простой для практического использования метод оптимизации предельных затрат (МОПЗ), которые должны инвестироваться на снижении различных видов рисков в экономические системы до такого уровня, который только достижим с учетом социальных и экономических факторов.

Реализация метода оптимизации предельных затрат (МОПЗ) в практической деятельности требует определения такого макроэкономического показателя экономической системы (ЭС), как стоимость продления жизни $S_{эс}$ в этой ЭС. С этой целью предлагается извлечь из практического опыта, накопленного в прошлом исторического развития интересующей нас ЭС, статистические данные, определяющие зависимость средней ожидаемой продолжительности предстоящей жизни (СОППЖ). Используя эти данные, можно рассчитать стоимость $S_{эс}$ продления жизни в данной ЭС.

С этой целью были выполнены тщательные исследования характеристик целевой функции безопасности – СОППЖ, связанные с ее поведением в зависимости от экономического уровня развития общества. Важной особенностью в поведении СОППЖ является показатель эффективности той или иной ЭС, достигшей определенного уровня экономического развития (уровня ВВП на душу населения), относительного снижения присущего ей риска. В качестве показателя эффективности естественно принять следующее отношение:

$$S_i(M_i) = dM_{i+1}/dT_i = \Delta M_i / \Delta T_i, \quad (5)$$

где $\Delta M_i = M_{i+1} - M_i$, $\Delta T_i = T_{i+1} - T_i$, M_i – годовые материальные ресурсы среднестатистического человека в данном обществе (ВВП или доход на душу населения), T_i – СОППЖ в этом обществе. Это отношение имеет снижение ежегодных затрат на каждого человека, необходимых в данном

обществе, характеризующимся показателями T_i и T_{Mi} , на продление жизни среднестатистического человека в этом обществе на единицу времени (на один год).

Так как эти затраты ($\Delta M_i = M_{i+1} - M_i$) необходимы на весь период его от рождения, то полная стоимость продления жизни на один дополнительный год среднестатистического человека с учетом дисконтирования составит величину, равную:

$$S_i = \sum_{t=1}^{T_{np}} S_i \frac{M_i}{(1-r)^{t_i}} = S_i(M_i) \int_0^{T_{np}} e^{-rt} dt = S_i(M_i) \frac{1-e^{-rT_{np}}}{r}, \quad (6)$$

где r – коэффициент дисконтирования, T_{np} – продленная СОППЖ.

Проведенный анализ статистических данных, связанный с изучением экономической эффективности затрат на повышение безопасности населения в рассматриваемой экономической системе в зависимости от уровня ее экономического развития (т.е. функциональной зависимости стоимости продления жизни S_i от уровня безопасности T_i), позволяет установить еще одну важную характерную особенность в поведении СОППЖ, следующую из «опыта». Она показывает, что СОППЖ подчиняется экономическому закону уменьшения отдачи.

По мере роста СОППЖ (повышение уровня безопасности T) вследствие роста экономического развития в ЭС (т.е. возрастания экономических ресурсов ΔM_i) каждый дальнейший прирост СОППЖ на одну и ту же величину ΔT_i требует все большего прироста используемых для этого экономических ресурсов (ΔM_i). Другими словами, по мере экономического развития того или иного общества уровень безопасности монотонно возрастает. Стоимость продления жизни (S_i) увеличивается: стремление к увеличению продолжительности жизни требует все больших и больших материальных ресурсов.

В работе Ю. Антонина «Терроризм» сделана оценка «стоимости продления жизни» для различных стран, отличающихся друг от друга уровнем экономического развития. Статистические данные по зависимости СОППЖ от уровня экономического развития того или иного государства позволяют с достаточно большой достоверностью определить стоимость спасения жизни $S_{эс}$ в этих государствах для объективной оценки эффективности инвестиций в социально-экономическую сферу деятельности с целью повышения безопасности населения.

Полученное таким образом значение для стоимости продления жизни (обозначим как $S_{эс}^H = S_{эс}$) предлагается использовать в качестве норматива для принятия решения о величине допустимых затрат на системы безопасности в различных технологиях, используемых или предлагаемых к использованию в рассматриваемой ЭС. Согласно (4) эти системы безопасности на той или иной технологии и имеют право на внедрение в

практику, если стоимость продления жизни с их помощью S_T не превышает рассчитанного нормативного значения для данной ЭС:

$$S_T \leq S_{ЭС}^H \quad (7)$$

МОПЗ, по нашему мнению, представляет способ достижения наивысшего возможного уровня безопасности населения в ЭС в зависимости от достигнутого в этой ЭС уровня экономического развития, который может быть принят без конфликта с другими законными потребностями и обязанностями общества.

Вариантные исследования по практическому использованию МОПЗ показывают, что, несмотря на внутренне присущую ему неопределенность, а в некоторых случаях даже субъективность, он является приемлемым методом для принятия эффективных решений в области обеспечения безопасности.

Статистическая обработка полученных данных позволила Ю. Антонину сформулировать простое эмпирическое правило: «Стоимость продления средней ожидаемой продолжительности предстоящей жизни (СОПЖ) в экономической системе, выраженной в международных долларах (монетарных единицах, используемых ООН) за год дополнительной жизни, равна годовому валовому национальному продукту (ВНП) или годовому доходу на душу населения в данной ЭС, выраженному в тысячах международных долларов и возведенному в степень $N > 1$ »¹.

Оценки конкретного численного значения для N , выполненные на основе обработки статистических данных по стоимости продления жизни в странах с различным уровнем экономического развития, позволяют предположить, что $N=2$. В этом случае «стоимость продления жизни» в ЭС может быть определена из соотношения:

$$S_{ЭС}(M) = M^2 \times 10^{-3} \text{ [межд. долл./год]}, \quad (8)$$

где для показателя M – уровня экономического развития ЭС (ВНП или дохода, выраженных в межд. долларах на душу населения в год) используется его численное (безразмерное) значение.

Оценка стоимости «продления жизни» в 1985 г. для различных стран, отличающихся друг от друга уровнем экономического развития, представлена в таблице 3.

Из данных таблицы 3 можно сделать следующий важный вывод: развитие каждого государства помимо таких общепринятых макроэкономических показателей, как ВНП или национальный доход (НД), определяющих уровень экономического развития государства, уровень жизни населения, можно характеризовать еще одним макроэкономическим показателем – стоимостью продления СОПЖ, определяющей эффективность системы безопасности, существующей в этой ЭС.

¹ Антонин Ю.М. Терроризм. – М., 1998. С. 47.

При этом по мере экономического развития того или иного общества уровень безопасности монотонно возрастает, но эффективность затрат на продление жизни снижается, т.е. «стоимость продления жизни» увеличивается: стремление к увеличению продолжительности жизни требует все больших материальных ресурсов¹.

Таблица 3

Оценка стоимости продления жизни в странах, отличающихся по уровню экономического развития: $S_{СЭС}(M) = M^2 \times 10^{-3}$ [межд. долл./год]

Страны	Личное потребление, межд. долл. на чел. в год	ВВП, межд. долл. на чел. в год	Стоимость продления жизни, межд. долл. за год дополн. жизни
Китай	1 114	2 444	$(1-6) \times 10^3$
СССР	2 198	4 996	$(5-30) \times 10^3$
Великобритания	5 174	8 655	$(30-80) \times 10^3$
США	8 542	12 532	$(80-200) \times 10^3$

Источник: Хацаева Л.В. Некоторые направления государственного регулирования процесса интеграции экономики России в мировое хозяйство: Автореф. дис. канд. экон. наук. – М., 2002.

Отметим, что в развитых странах необходимость использования величины «стоимости продления жизни» для объективной оценки эффективности инвестиций в экономическую сферу деятельности с целью повышения безопасности населения находит все более широкое применение не только в научных исследованиях, но и при принятии практических решений. Например, этот показатель используется в последнее время в бюджетных посланиях правительства США к конгрессу, в директивах, принимаемых в странах ЕЭС; он рекомендуется для практического использования различными международными организациями. Соответственно возрастает внимание и к разработке методов, повышающих точность количественной оценки этого показателя на основе повышения точности и совершенствования статистических данных об экономическом развитии той или иной страны.

В таблице 4 представлены оценки «стоимости продления жизни» в различных секторах социально-экономического развития США, выполненные в Гарвардском центре по анализу риска. Аналогичная ситуация сложилась и в других развитых странах мира.

Здесь необходимо отметить, что введенное понятие «стоимость продления жизни» следует отличать от понятия «стоимость человеческой

¹ Подробнее см.: Кохно П.А. Модель будущего. – М.: Алгоритм, 2013.

жизни», которое обычно используется в традиционных методах управления риском. «Стоимость продления жизни» – это экономическая категория, характеризующая не стоимость человеческой жизни, а предоставляющая возможность при принятии решения для обеспечения безопасности определить, какую сумму необходимо инвестировать в ЭС, чтобы продлить жизнь среднестатистического человека («анонимного индивидуума»).

Таблица 4

Средние значения «стоимости продления жизни» в различных секторах социально-экономического развития США (1993 г.)

Сектор деятельности	Стоимость продления жизни за год дополнительной жизни, в долл.США
Здравоохранение	19 000
Повседневная деятельность населения	36 000
Профессиональная деятельность	346 000
Окружающая среда	4 207 000
Все секторы в целом	42 000

Источник: Государственное регулирование рыночной экономики. – М., 2000. С. 234.

Статистические данные по зависимости СОПЖ от уровня экономического развития того или иного государства позволяют с достаточно большой достоверностью определить стоимость спасения жизни $S_{ЭС}$ в этих государствах для объективной оценки эффективности инвестиций в социально-экономическую сферу деятельности с целью повышения безопасности населения.

Неоптимальность затрат на обеспечение безопасности, которая имеет место в настоящее время в экономике, по крайней мере, в высокоразвитых странах (США, Япония, Канада, страны Евросоюза), вызывает серьезное беспокойство среди лиц, принимающих решение в этой области. В этих странах осознано, что такая ситуация становится сегодня серьезным препятствием на путях экономического развития и может привести к тяжелым кризисам в социальной и экономической сферах.

Следовательно, именно стратегические риски экономики существенно снижают её инновационные возможности, так как темпы прогрессивной деятельности современного социума за последние 100 лет изменили системные свойства нашего мира. В результате научно-технического и технологического прогресса и развития техносферы создавалась совокупность серьезных угроз человечеству и среде его обитания. Анализ динамики мирового развития позволил выделить две ключевые тенденции, с

каждой из которых связаны свои угрозы. Первая – прогрессирующая активность человеческой деятельности, изменившая современный мир. Вторая – глобализация проблем мирового сообщества (перенаселение, миграция, старение населения, изменение глобального климата, истощение озонового слоя, невозобновляемость ресурсов, бедность, эпидемии и др.), которая возникла как результат неконтролируемого развития человеческой цивилизации и принесла осознание серьезных угроз миру.

Данные проблемы классифицируются как природные, техногенные, демографические, экономические, экологические, социально-биологические, социально-политические, социально-экономические, культурные, этико-моральные, религиозные и др. Каждая неразрешенная, не преодоленная глобальная проблема порождает угрозы в соответствующих областях человеческой жизнедеятельности. Знание этих угроз позволяет принимать превентивные и комплексные меры по снижению потенциальной опасности и управлять рисками в целях обеспечения безопасности экономики.

В заключение сформулируем два важных вывода.

1. Экономический метод управления риском заключается в оптимальном распределении ограниченных материальных, трудовых и финансовых ресурсов, предназначенных для предупреждения и ликвидации рисков, приводящих к экономическим ущербам и непосредственно влияющих на продолжительность жизни человека.

2. Теория гармоничной экономики труда предполагает переход России на анализ и управление рисками, как на основополагающую систему регулирования безопасности населения и территории. Эта система должна обеспечить преодоление негативной тенденции роста стратегических рисков, в первую очередь в денежном эквиваленте. И соответственно направить высвобождаемые финансовые ресурсы на инновационное и научно-технологическое развитие экономики и тем самым на увеличение продолжительность жизни людей.
