

**Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Химический факультет**

Междисциплинарный университет Бекмана

**Профессор, д.х.н.
Игорь Николаевич Бекман**

РИСК

Курс лекций

Содержание

От автора

Предисловие

1. Опасность, безопасность и риск

2. Гомеостаз риска

3. Анализ и управление риском

4. Статистический анализ риска

5. Уравнения математической физики в анализе риска

6. Геометрия фракталов в анализе риска

7. Математическая теория катастроф и риск

8. Информатика в теории риска

9. Экологический риск

10. Радиационный риск

11. Ядерный риск

12. Радионуклидный риск

13. Медицинский риск

14. Финансовый риск

15. Управленческий риск

16. Транспортный риск

17. Риск животного и растительного мира

Заключение

Рекомендованная литература

Аннотация

Курс лекций "Риск" посвящен рассмотрению особенностей риска как результата деятельности отдельных людей, групп населения и общества в целом, так и функционирования машин, станков и крупных производств, экономического, политического и управленческого риска. На многочисленных примерах рассмотрены качественные особенности различных видов риска. Описаны способы количественной характеристики риска в рамках таких разделов математики, как статистический анализ, уравнения математической физики, информатика и компьютерные науки, фрактальная геометрия и теория катастроф и революций. Основное внимание уделено развитию у слушателей навыков анализа и управления риском. Курс представляет интерес для гуманитариев (экономистов, журналистов, юристов), естественников (географов, химиков, физиков, биологов), политиков, медиков, пациентов, управленцев, путешественников, спортсменов, уголовников и автолюбителей - всех, кто по жизни сталкивается с опасностью и риском, а любит безопасность и уют.

Замечание. Этот курс не вызвал интереса у слушателей. Поэтому ограничусь двумя лекциями.

Оглавление

От автора	3
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
Лекция 1. ОПАСНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ И РИСК	6
Лекция 2. ГОМЕОСТАЗ РИСКА	21

От автора

Люди по-разному относятся к риску: есть профессиональные рискотатели (мотоциклисты, террористы, картежники и воры), т.е. искатели приключений, а есть обыватели, панически боящиеся какого-либо риска. Но все они рискуют: "нет дела без риска", и жизни без него тоже нет. И в бомбоубежище метеорит тебя достанет...

Одни осознают риски и пытаются ими управлять, другие нет. Последние либо, в принципе, опасность не осознают, либо осознают, но не вмешиваются в дела судьбы. *Авось – вся надежда наша*. Между тем мир риска - занимательный мир, мир приключений и высокой математики, один из тех миров, в которых пребывает все человечество, часто не осознавая это, как люди не замечали, чем они дышат, пока химики не открыли кислород, азот и диоксины. Многие, впрочем, и сейчас не осознают, и жить им это не мешает. Но есть и любопытные, кому это интересно, а есть и торговцы риском.

Для лиц, интересующихся фундаментальными основами риска, и читаются эти лекции.

А почему за просвещение в таком сомнительном деле взялся мирный химик, всю жизнь тихо титрующий что-то под тягой?

Есть 4 причины.

1. С риском я знаком не понаслышке. Я конечно - не рискотатель, но и не обыватель. Жизнь я прожил на уровне риска выше среднего, похоже, существенно выше среднего. Даже по формальным признакам. На кафедре радиохимии я уже более 50 лет работаю с радием и радоном, т.е. с радиоэлементами высшей (группа А) токсичности; мастер спорта по горному туризму, 1-ый разряд по слаломной байдарке, профессиональный водолаз, участник 21 экспедиции и 40 походов. Поверьте на слово - у меня есть, что рассказать о риске, своем и ближайших сподвижников. И раз я цел, и разменял восьмой десяток, то, значит, правильно оценивал риск, и грамотно им управлял. Чего и вам советую.

2. Занимаясь математической химией и теоретической экологией, я осознал, что практически все аспекты риска человека и машины с удовлетворительной степенью точности можно описать подходящим математическим аппаратом (хотя с точки зрения развития теории риска современная математика и вычислительная техника находятся в сильно недоразвитом состоянии). Речь идет не о создании какой-то новой специальной математики, но методология, целенаправленный подбор алгоритмов из требуемых разделов математики, позволяет существенно продвинуться в количественном описании конкретных видов риска. Мне показалось, что такие подходы полезны для общества.

3. Дистанционный междисциплинарный университет моего имени призван заниматься развитием и преподаванием дисциплин, локально или слабо представленных в традиционных факультетских курсах. Поразительно, но риск, т.е. дисциплина, затрагивающая всех и каждого, практически не преподается в ВУЗах. Между тем, владение этим материалом важно для экономистов, журналистов, юристов, географов, психологов, химиков, физиков, биологов, военных и даже математиков. С риском постоянно имеют дело ученые, инженеры, политики и врачи. Не говоря уж о писателях. Не дурно было бы им узнать, с чем они имеют дело слегка поглубже.

4. Нами правят люди большого риска и чудовищной безграмотности. Безграмотность их, естественно, проявляется во всех областях, не только в безопасности и риске. Но образовывать их по всем предметам мне недосуг (да они и не просят), но разъяснить им, что такое риск, как его следует анализировать, и как им управлять, я могу. Поэтому курс предназначен не для студентов, а для управленцев, уже владеющих всеми степенями-званиями-должностями, но, несмотря на это, желающих узнать что-то умное и полезное об опасности, безопасности и рисках. Хотя и студентам польза будет.

Если что-то сказано, кем-то услышано, значит, будет и сделано.

Вперёд!

ПРЕДИСЛОВИЕ

Если бы риск преподавался школьникам, то я начал бы так:

Будильник зазвенел, но ты вскочил не сразу, потом застрял в ванной, потом собирал разбросанные учебники, наконец, глянул на часы: Опаздываю!!! Возникла проблема риска. Как оценить величину риска опоздания в школу и наметить стратегию его подавления? Мы знаем время, оставшееся до начала уроков, и время, традиционно затрачиваемое на путь от дома до школы. Если первая величина меньше второй, то оптимальной стратегией будет остаться дома и рассматривать различные варианты будущих оправданий перед родителями и учителями (живот схватило, унитаз потек и т.п.). Если первая величина больше второй, то шанс успеть в школу еще есть и мы вступаем в область вероятностей. Какова вероятность добежать без приключений? Конкретнее: какова вероятность встречи с хулиганами, с собаками, подругами, милиционерами, машинами и т.п., какова вероятность подскользнуться на льду или слететь в канаву, возможна ли отмена занятий или хотя бы первого урока? Какое время требуется на преодоление каждого из возможных препятствий? Что лучше: воспользоваться попутным транспортом (часто ли он сегодня ходит и можно ли в него влезть), культурно идти по тротуарам и дорогам или шпарить напрямик через магистрали и заборы? Глобальная проблема: торопиться с риском попасть под машину или идти медленно с риском опоздать в школу? Для оценки отдельных рисков и общего риска необходима информация. Возможны три подхода: 1) Личный опыт (Чай не первый раз иду в школу и не первый раз опаздываю!); 2) Советы родителей (Ходи по пешеходным переходам, смотри под ноги и на светофоры); 3) Официальная статистика (Ежемесячно под машины попадает 6 из 100 перебегающих улицу школьников, двое из них погибают; собаки кусают 8 из ста бегущих детей и т.п.).

Уже беглый анализ показывает, что рисков много и каждый может быть оценен только приблизительно (В некоторых школах опоздавших сразу выгоняют из класса и тут уже никакой вероятности нет - все предопределено: лишение удовольствия от урока, запись в дневнике, вызов родителей, порка и т.п.). Приходится осуществлять поиск в условиях неопределенности. Выбор решения ведется в пространстве альтернатив. Как правило, из десяти возможных сценариев анализ ситуации на основе имеющейся информации позволяет выбрать два-три, в которых риск минимален. Однако, окончательный выбор стратегии базируется на интуиции решающего.

Но этот курс лекций не рассчитан на молодёжь. Предполагаемые слушатели – взрослые дяди и тётки – на своей шкуре знают, что существование в данном мире – непрерывное столкновение с опасностями, что есть настоятельная необходимость адекватной оценки опасностей со стороны среды обитания и нежелательных последствий собственной деятельности. Им опасность, безопасность и риск подобно разъяснять смысла нет. Им нужны алгоритмы: покупать с утра акции, или погодить? Жениться или не жениться? Валить или сидеть?

Алгоритмы – помощники в оценке риска - есть, но кто их съест?

Нужная математика, в принципе, существует, но риски разные, и математика, их описывающая, разная. Всю не упомнишь. К тому же, современная математика какая-то недоделанная: множество видов рисков она не охватывает. Впрочем, страшнее другое: сложная она. Те риски, которые как-то теоретически описываются, формализуются такой математикой, пред которой пасует аспирант мехмата (доцент, впрочем, тоже). Эту математику и эти алгоритмы реализуются лишь на дюжине самых мощных в мире компьютерах. Их можно использовать в оценке риска 3-ей мировой войны, но к риску купанья в проруби применить трудно. Да и не нужно...

В данном курсе лекций мы рассмотрим способы приложения к оценке риска таких разделов математики как статистический анализ, уравнения математической физики, информатика и компьютерные науки, геометрия фракталов, теория катастроф, теория игр, некоторые разделы синергетики. Однако ограничимся изложением идей, лежащих в основе этих подходов, и выводами из них, приводящими к полезным практическими результатами в оценке риска. Глубоко торговаться в мир лемм и теорем не будем, иначе вообще не кончим.

Естественно, мы уделим внимание математическому моделированию различных видов риска, и продемонстрируем применимость результатов моделирования к анализу и управлению риском.

Помимо теории мы займемся экспертными (субъективными) оценками риска и психологией риска. Проиллюстрируем возникающие здесь проблемы на конкретных примерах. Обсудим концепцию гомеостаза риска в приложении к запланированному (целевому) риску и приложим её к проблеме защиты от "дурака" и от "специалиста". Затем перейдем к оценке риска машин (станков, автомобилей, самолетов и др.), заводов (в первую очередь химических и ядерной индустрии), электростанций (тепловых и атомных), транспорта, жилых помещений и много чего другого. Серьезное внимание будет уделено причинам аварий, методам их предотвращения и ликвидации последствий.

С практической точки зрения нас будет интересовать вероятность возникновения неблагоприятной ситуации при реализации рутинных событий (например, крушение поезда, авария на заводе, разрушительное землетрясение), стратегия игры на бирже и предсказание будущей цены акций, распространение по среде обитания токсина при аварии или эпидемии болезни (включая описание последствий), риски отдельных вариантов логистики. Приведем способы исследования проблем безопасности и риска, методы обработки результатов этих исследований и попытаемся дать более-менее внятное теоретическое объяснение наблюдаемых явлений, с целью прогнозирования будущих рисков.

Значительная часть курса лекций носит иллюстративный характер. Здесь описаны многочисленные случаи риска военных, путешественников, спортсменов, моряков, летчиков, автомобилистов, химиков, политиков и много кого ещё. Интересно послушать рассказы людей большого риска, доживших до седин. Но, для коллекции, приведём и риски обывателя. Тоже бывают интересными...

Надеюсь, слушатели смогут преодолеть весь курс и надеюсь, что это пойдёт им на пользу.

Однако, теория – теорией, мировой опыт – мировой опыт, но принимать решение надо самим, и без использования математических теорем и сверхбыстрых компьютеров.

Ориентироваться придется на собственный уровень допустимого риска. Да, логика подсказывает, что риск надо уменьшить до возможно низкого уровня, или хотя бы – оптимального. Но! *Кто не рискует, тот не пьет шампанское!* А шампанского хочу. *Риск – благородное дело!* Я хочу рискнуть и буду рисковать, не смотря ни на какие дурные последствия. Адреналина хочу!

Всё это известно, вспомните "Пир во время чумы" А.С.Пушкина:

Председатель (поёт)

Есть упоение в бою,
И бездны мрачной на краю,
И в разъяренном океане,
Средь грозных волн и бурной тьмы,
И в аравийском урагане,
И в дуновении Чумы.
Все, все, что гибелью грозит,
Для сердца смертного таит
Неизъяснимы наслажденья-
Бессмертья, может быть залог!
И счастлив тот, кто средь волненья
Их обрести и ведать мог.
Итак, - хвала тебе, Чума!
Нам не страшна могилы тьма,
Нас не смутит твое призванье!
Бокалы пеним дружно мы
И девы-розы пьем дыханье, -
Быть может... полное Чумы!
Священник:
Безбожный пир, безбожные безумцы!

По одному мнению - игра со смертью - залог бессмертья (риск - благородное дело), по другому - безбожное безумие. Именно люди риска сделали великие открытия: обнаружили Австралию с Новой Гвинеей, определили вкус цианистого калия, нашли критическую массу плутония. Но и именно люди риска покоряли другие народы, устраивали революции, проигрывались в карты, пуская по-миру собственных детей. Да мало ли ещё каких гадостей натворили эти самые любители риска?! Впрочем, многие не могли поступать иначе. Склонность к риску передали им предки. Удалось даже выделить ген риска, избыток которого заставляет человека пускаться на всякие авантюры или заниматься работой с повседневным риском.

Странно, но люди риска обычно пользуются уважением общества. Человек в футляре - чеховский герой - следовал всем канонам управления риском, но нам он глубоко несимпатичен.

Будь я проклят, если когда кого призову отказаться от риска.

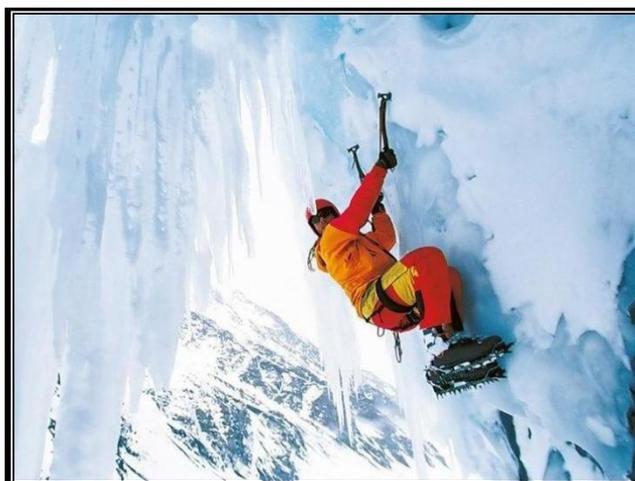
В данном курсе лекций развивается концепция оптимального риска. Здесь мы полагаемся на мнение авторитета, несомненно, разбиравшегося в обсуждаемой проблеме. Полководец А.В.Суворов говорил: - *Риск – благородное дело, но рисковать надо с умом!* Если он есть, конечно.

Для выживания в трудные времена нужна парадигма. Посмотрим, полезна ли в борьбе с опасностями риск-парадигма. Позволит ли она сохранить нас самих и среду обитания.

Только помните, ребята, что никакая теория, никакой чужой опыт, не избавит вас от собственного риска и его дурных последствий.

В анализе и управлении риском главное – интуиция, настрой, кураж, если хотите!

Научить этому нельзя.



Лекция 1. ОПАСНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ И РИСК

*Без умолку безумная девица
Кричала – ясно вижу Трою, павшей в прах,
Но ясновидцев, впрочем, как и очевидцев,
Во все века сжигали люди на кострах
В. Высоцкий*

Касандра – предсказатель несчастий - редкий и потому ценный пример адекватно планируемого риска. Увы! Никто ей не верил, и чтобы не возникала, её сожгли. Народу казалось – правильно сделали: *Своих не стращай, а наши и так не боятся*. Однако потом пришлось пожалеть.

С опасностью и риском надо обращаться осторожно.

Опасность нас подстерегает на каждом шагу.

Опасность – это начавшееся или возможное неблагоприятное воздействие на человека и его окружающую среду вредных факторов различного происхождения: вероятность возникновения неблагоприятных событий, угрожающих жизни, здоровью, имуществу человека, его правам и интересам.

Опаска – осторожность в предвидении чего-нибудь нежелательного, опасности. Действовать с опаской.

Опасливый – действующий с опаской, настороженный, недоверчивый. Опасливые шаги. Опасливый взгляд.

Слово "опасность" происходит от слова "пасу", стадо пасты уметь надо, и не только баранов. Есть пастухи, а есть и пастыри...

Если определять коротко, то опасность - вероятность того, что может произойти какое-то нежелательное событие.

Аксиома о потенциальной опасности: Ни в одном виде деятельности невозможно достичь абсолютной безопасности. Следовательно - любая деятельность потенциально опасна.

Опасности и, следовательно, риски являются неотъемлемой частью жизни каждого человека, всего человечества и природы в целом. Их нужно уметь предвидеть, с тем, чтобы вовремя обнаружить опасность, оценить её величину, предсказать вероятность неблагоприятного развития событий и принять все меры для устранения негативных последствий.

Проблема в том, что любая деятельность опасна; бездеятельность, впрочем, тоже.

Источниками опасности могут быть землетрясения, наводнения, метеориты, наступление ледникового периода, гололед, сосульки, война, конфликт, дворовый бандит Васька, моё и чужое авто, поезд, самолёт, корабль, самокат, шум, ионизирующие излучения, теща, собственные и чужие дети, токсины и радионуклиды. И даже голуби.

Опасность способна вызвать у нас усталость, дискомфорт, стресс, болезнь, травму и смерть, а также медвежью болезнь: *трус умирает дважды*.

Источники опасности бывают природными, техногенными, политическими, семейными, генетическими. Их можно подразделить на физические, химические, фиологические и психофизиологические. Как правило, они комбинированные.

Опасности характеризуют по типам, по величине отрицательных последствий (например, число возможных заражений и смертей от СПИДа), по распределению их в пространстве и эволюции во времени. Известны инженерный, экспертный, социологический, регистрационный,

органолептический. Эффективным методом иногда оказывается метод слухов и сплетен: *одна баба сказала*.

Риск – количественная мера опасности.

Риск – 1) возможная опасность; 2) ситуативная характеристика деятельности, состоящая в неопределенности ее исхода и возможных неблагоприятных последствий в случае неуспеха.

Рисковать, риск – отвага, смелость, решимость: предприимчивость, действие наавось, неудачу. Риск – благородное дело. Нет дела без риска. Риск пополам: барыши и убытки.

Рискователь – отважный человек.

Рисковать – пускаться наудачу, на неверное дело, наудалую, идти на авось, делать что-либо без верного расчета, подвергаться случайности, действовать смело. Рисковать что или чем, подвергаться чему, известной опасности, превратности, неудаче. Рискнуть, да и закаяться! Не рискуя не добудешь. Дело-то рискованное, сомнительное, опасное.

Запланированный (целевой) риск – уровень риска, который личность считает допустимым для получения максимально возможных выгод от своей деятельности.

Замечание. Понятие риска, как меры опасности, известно с глубокой древности. Правда, определяли не столько существительное «риск», сколько глагол «рисковать». Латинское слово *risicare* означает плавание среди скал и рифов. Опасное, видать, было дело. Отсюда: рисковать – подвергать себя потенциальным потерям. Обычно акцент делается на том, что риск – дело отважных людей, склонных к поиску приключений. К рискованным видам деятельности относят летные испытания, мотоциклетные гонки, работу космонавтов и полярников, альпинизм и горные лыжи, азартные игры и т.п. Можно подумать, что обычный человек, не склонный огибать земной шар на яхте-одиночке и ведущий тихую жизнь в кругу семьи, в риске не замечен. Это, конечно, не так! Мы рискуем на каждом шагу: когда едем в общественном транспорте, переходим улицу, женимся, рождаем детей, едим и пьем, двигаем мебель в квартире или возделываем приусадебный участок. Нашей жизни угрожают молнии, сосульки, гололед, соседний хим.комбинат, шумящий и воняющий транспорт, теща, Дума и правительство. Во многих регионах к ним присоединяются вулканы, землетрясения, тайфуны, наводнения и другие стихийные бедствия. Поэтому оценку и управление риском следует отнести к повседневным заботам каждого человека и общества в целом.

Риск можно определить как вероятность неблагоприятного развития событий с плохим концом: смертью, травмой, болезнью, неважным самочувствием, дискомфортом, испорченным настроением. Анализировать риск – значит обнаружить все реальные опасности, оценить вероятность их появления, рассчитать возможные последствия и суммарный ущерб от всей совокупности потенциальных опасностей. Управление риском означает попытку избежать каких-то опасностей или сведение последствий каких-либо видов деятельности к минимальному ущербу.

Раз есть опасность, и она нам не нравится (*есть опасности, которые я очень люблю, прыжки с парашюта, к примеру*), то нужно принять меру по её уменьшению или устранению (*одно дело выпрыгнуть из самолета с парашютом, другое – без него*). Порою хочется безопасности, причём хорошо, когда безопасность – это отсутствие опасности.

Безопасность – состояние, при котором не угрожает опасность, есть защита от опасности.

Безопасность – такое состояние сложной системы, когда действие внешних и внутренних факторов не приводит к ухудшению системы или к невозможности её функционирования и развития.

Безопасность человека – такое состояние человека, когда действие внешних и внутренних факторов не приводит к смерти, ухудшению функционирования и развития организма, сознания, психики и человека в целом, и не препятствуют достижению определенных желательных для человека целей.



В триаде опасность-риск-безопасность важнейший компонент – это риск, ибо на нем строятся количественные оценки. Поэтому займемся им подробнее.

Рис. 1. Международный символ биологической опасности.

Для оценки отдельных рисков и общего риска необходима информация. Возможны три подхода: 1) Личный опыт; 2) Информация от посторонних или из СМИ; 3) Официальная статистика. Рисков много, величину каждого можно измерить, но только примерно. Существуют ситуации, когда риск определяется точно, но они редки. Обычно можно оценить риски, выстроить их по ранжиру и обратить внимание на наиболее серьезные.

Мы не боремся со всеми встреченными рисками. Цель управления риском – подавление нежелательного риска, не затрагивая желательные. Из-за вероятностного характера риска, стратегия управления им сводится к поиску в условиях неопределенности. Выбор решения ведётся в пространстве альтернатив. (*Свобода - пространство доступных альтернатив*). Как правило, из десяти возможных сценариев анализ ситуации на основе имеющейся информации позволяет выбрать два, в которых риск минимален. Однако, окончательный выбор стратегии поведения базируется на интуиции решающего. Анализ риска, выработка стратегии заканчивается принятием решения, которое подразумевает ответственность (за себя, за того парня, за всё, что встретится на пути).

Уже ребёнок знает, что опасно залезать на подоконник, совать палец в розетку городской электросети (впрочем, в нос тоже), брать в рот все встречающиеся вещества и предметы, играть со спичками, таскать кошку за хвост, играть на проезжей части улицы, приставать к родителям и т.п. В опасности этих и других действий каждый оставшийся в живых быстро убеждается на личном опыте. При этом многие (далеко не все!) понимают, что об опасности лучше подумать до начала действий. Еще лучше - учесть печальный опыт других, т.е. учиться на чужих ошибках, а не на своих.

Раз есть опасность, значит, её надо опасаться. *Опасенье – половина спасенья. Кто опасён, тот и спасён.* Опасность нужно как-то оценить и измерить. Необходимость адекватной оценки опасностей, исходящих со стороны внешнего мира и нежелательных последствий от собственной деятельности стимулировало введение понятия риска. Риск – вероятность неблагоприятного развития событий с плохим концом: смертью, травмой, болезнью, неважным самочувствием, дискомфортом. Анализировать риск – значит обнаружить все реальные опасности, оценить вероятность их появления, рассчитать возможные последствия и ущерб от всей совокупности потенциальных угроз. Управление риском означает попытку избежать неприятностей или сведение результатов своей деятельности к минимальному ущербу.

Оценка опасности бывает объективной. Можно достаточно реалистично оценить последствия извержения вулкана для деревни на его склоне, рассчитать число сорванных крыш, в виду приближающегося тайфуна и т.п. В Институте Склифосовского с утра готовят нужное число коек для москвичей, которые пострадают в автомобильных авариях и к вечеру прибудут к ним. И редко ошибаются в количестве. Мы представляем себе риск посещения стадиона во время игр с участием Спартака. Более или менее понятно, что произойдет, если вылить кофе на клавиатуру компьютера. Понятен риск забора быть украшенным неприличными надписями, риск столба быть описанным собачкой или риск яблока быть съеденным червём. Когда мы говорим о риске, как о науке, мы имеем ввиду именно эти ситуации. Монтер, прибивший дощечку с красочным изображением черепа с костями и с надписью «*Не влезай, убьёт!*», несомненно, действует на научной основе и является менеджером риска. Но не кто рискует: лично я на столб лезть не собираюсь. Этот риск для меня точно равен нулю. Что с дощечкой, что без.

Но, с другой стороны, оценка риска и опасности дело сугубо индивидуальное. Ребенок боится входить в тёмную комнату, хотя там нет никакой опасности. Ветеран опасается ударить ногу, которую ему давно ампутировали. Мы бежим от риска попасть в ад, хотя смутно представляем себе, что это такое. *У страха глаза велики.* Человек субъективно оценивает опасность. В этом смысле риск попадает в ту же категорию ценностей, как любовь, чувство прекрасного, музыкальный слух, свобода и т.п. Здесь риск – некий фантом, который может иметь отношение к реальной опасности, а может и нет. Может страшить, а может и радовать.

Вне зависимости от того, относите ли вы риск к науке или психологии, управлять им надо. Лично я теперь (на восьмом десятке) стараюсь уменьшить риск, но вы можете его увеличивать. Для лучшего самочувствия. Никто никого не ограничивает. Хочешь сплывать в бочке по Ниагарскому водопаду? Плыви! Но даже в этом случае:

Без опасенья в путь не ходи!

а то не сможешь никому рассказать о своем подвиге. Тогда зачем он?!

Опасность и, следовательно, риск является неотъемлемой частью жизни каждого человека, всего человечества и природы в целом. Понятие риска относится к системе, включающей источник опасности и объект, на который этот источник воздействует. Такими парными системами являются, например, теплоцентральный – население, промышленные стоки в реку – водные растения, загрязнение почвы – микробы, черви, травы и т.п. Каждый, кто ещё жив, в той или иной степени ориентируется в концепции риска (те, кто не в ладу с риском – уже на том свете). Вопрос в том, достаточно ли человеку стихийного понимания риска, или он хочет овладеть строгими методиками анализа и управления риском. В управлении риском принято придерживаться концепции минимального (разумного) риска предполагающей, что избежать риска невозможно, но можно уменьшить его до приемлемого уровня. Важно понимать, что управление риском ведётся не только для того, чтобы избежать нежелательных потерь, но и для приобретения выгод.

Опасность и риск могут возникнуть по небрежности или по неумению. Последствия у таких рисков, кстати, разные: *за глупость Бог простит, а дураков бьют.* Мы далее будем говорить о целенаправленном (привычном) риске, который можно и нужно планировать. Запланированный

(целевой) риск – уровень риска, который личность считает допустимым для получения максимально возможных выгод от своей деятельности. (Синонимы: приемлемый, допустимый, предпочтительный, требуемый; заданный, целевой, целевой, целевой, целевой риск).

Очевидно, что разные виды деятельности задают разные уровни риска. Один гражданин не способен выдержать высокий уровень риска, для другого риск – удовольствие. (*«И бывший ЗЭК – большого риска человек, сказал...»*). Есть профессии повышенного риска (лётчика-испытателя, космонавта, полярника и т.п.), есть опасные виды деятельности (азартные игры, вклады в российские коммерческие банки, грабежи), опасный спорт (мотоциклетные гонки, прыжки с парашютом, подводное плавание), отдыха или хобби (выращивание в ванне крокодилов). Есть «мирные» профессии бухгалтера, учителя, домохозяйки, в которых, оказывается, тоже есть место риску (Да порой ещё какому!). Так или иначе, но концепция гомеостаза риска как раз и предполагает, что человек в течение всей своей жизни придерживается некоторого уровня риска, на базе которого он и принимает решение, ориентируясь в пространстве альтернатив. Запланированный уровень риска и обеспечивает ему некий комфорт обитания.

Риск конкретного человека – его личное дело. Ситуация существенно меняется при переходе от бытового риска к общественному, тем более – к риску природы и планеты в целом. Здесь задача анализа и управления риском весьма сложна.

Как уже упоминалось, управление риском направлено на создание режима безопасности. Безопасность – совокупность условий, обеспечивающих минимальный уровень неблагоприятных воздействий природы и технологических процессов ее освоения на здоровье людей. Особое внимание уделяется социальной составляющей безопасности, т.к. даже мнимая угроза может приводить к усилению стресса и как результат – к повышению заболеваемости.

Риск-анализ выявляет причины возможного неблагоприятного развития событий, ранжирует их по величине вероятности, выделяя группу наиболее возможных, предсказывает последствия (как ближайшие, так и в далекой перспективе), выявляет компоненты окружающей среды, которые будут поражены в наибольшей степени или уничтожены, определяет характер и скорость распространения неблагоприятных возмущений в пространстве и времени. На первом этапе выявляется набор угроз, превосходящих допустимые пределы воздействий, определяется, когда и где они могут произойти, оцениваются их последствия. На втором этапе вырабатываются направления защитных и компенсирующих мероприятий.

Расчёт и анализ риска является тем методическим инструментом, при помощи которого потенциальная опасность может быть оценена количественно.

Управление риском представляет собой группу процедур, направленных на обоснование принятия административных решений. Сравнение и обобщение различной информации задаёт альтернативы выбора организационных мероприятий по предотвращению нежелательных последствий. Риск-анализ обеспечивает создание критериев отбора альтернатив, которые наиболее эффективны экологически, приемлемы технологически и наилучшим образом соответствуют конкретной окружающей среде. Оценка риска добавляет ещё одно измерение к выбору организационных мероприятий путём включения информации о вероятности разрушения природных систем, аварий на технических системах и возможных последствий этих событий для населения. Риск-стратегия своим конечным итогом предполагает принятие решений. При этом оценка риска даёт оценку возможных негативных последствий принятых решений и способов действий. Одновременно задаётся ответственность за принятые решения и возможные наказания за неверно принятые решения (риск управления).

С позиции вероятностной логики понятие риск характеризуется сочетанием вероятностей: 1) вероятность возникновения неблагоприятного воздействия; 2) вероятность возникновения неблагоприятного воздействия именно данного типа и масштаба; 3) вероятность того, что данный тип воздействия вызывает определенную величину отклонений состояния субъекта от его динамического равновесия.

Существует два способа количественной оценки риска:

- Обработка экспериментальных данных
- Опрос экспертов.

Меру риска вычисляют по формуле:

$$R = \frac{\text{Число неблагоприятных событий}}{\text{Общее число событий}}$$

В этой формуле в числителе записывается число событий, неблагоприятных с точки зрения исследователя (например, число автомобильных аварий), а в знаменателе – общее число событий (число автомобилей на дороге). Число событий рассчитывают за определенный отрезок времени: за год, десятилетие, век и т.п. Если несколько опасностей возможны одновременно, то риски суммируются традиционными методами математической статистики. Вероятностные оценки не являются истиной в последней инстанции. Их следует воспринимать как приближенные оценки в среднем.

Далеко не всегда оценка риска связана с теорией вероятности. Например, смерть человека гарантирована законами природы. Никакой вероятности выжить не существует, т.е. вероятность смерти тождественно равна единице. Некоторые опасные промышленные объекты и установки проектируются с нулевой вероятностью катастрофы конкретного типа. Так, в современных ядерных энергетических реакторах невозможно возникновение неконтролируемой цепной ядерной реакции. Реактор устроен так, что любое внешнее воздействие приводит к затуханию ядерной реакции. (Неблагоприятное развитие событий по какому-то другому сценарию, не связанному с неконтролируемым ядерным процессом, естественно, возможно). Не работает вероятностный принцип и при оценке опасности человеческого фактора. Действия оператора сложного оборудования, водителя автомобиля, террориста и т.п. не подвластны вероятностным законам.

Другой подход основан на опросе экспертов, которые оценивают относительную опасность природных явлений или различных видов человеческой деятельности. Часто экспертные оценки совпадают с действительными, но бывают существенные расхождения. К экспертным оценкам обычно прибегают, когда нет достоверной статистической информации.

В подходе, основанном на опросе мнения экспертов, оценивают относительную опасность различных видов человеческой деятельности. Сравнение результатов "экспериментального" (т.е. действительно определенного по данным больниц и моргов) и "экспертного" (определенного по данным общественного мнения) подходов дано в Табл.1.

Табл. 1. Оценка рисков цивилизации общественным мнением в сравнении с действительными величинами.

Вид риска	Число смертей в год США	Приоритет			
		Действительный	Студенты	Ученые	Домохозяйки
Курение	150000	1	3	4	4
Алкоголь	100000	2	7	5	6
Автомобили	5500	3	5	3	2
Оружие	17000	4	2	1	3
Мотоциклы	3000	5	6	2	5
Плавание	3000	6	16	13	13
Поезда	1950	7	13	15	15
Строительство	1000	8	10	10	10
Охота	800	9	12	9	11
Домашнее хозяйство	200	10	15	16	16
Пожары	195	11	9	9	12
Полиция	160	12	8	7	13
Самолеты	130	13	11	14	12
АЭС	100	14	1	8	1
Коньки	18	15	14	12	14
Пестициды	0	16	4	11	8

Как видно из таблицы, в некоторых случаях экспертные оценки достаточно близко подходят к действительным (например, в оценке опасности автомобильного транспорта). Но в ряде случаев имеет место серьезное расхождение. Например, все эксперты недооценивают реальную опасность курения. Наоборот, студенты и домохозяйки существенно переоценивают опасность атомных электростанций, ставя риск от АЭС на первое место, тогда как в действительности АЭС по опасности находятся лишь на 14-том месте! Всеми экспертами недооценивается опасность ведения домашнего хозяйства. Эксперты считают домашние работы самыми безопасными, тогда как на самом деле профессия домохозяйки опаснее профессии пожарника, полицейского, атомных энергетиков и многих других. Существенную роль в неправильной оценке реальной опасности играют некомпетентные средства массовой информации.

Основное направление управлением риска связано с созданием режима безопасности.

Концепция риска предполагает следующие этапы действий:

- Анализ структуры риска и числовая оценка как отдельных компонентов риска, так и риска в целом;
- Управление риском.

Первый этап посвящен сбору информации, созданию базы данных и анализу всей совокупности информации (количественные данные, экспертные оценки и т.п.). Цель данного этапа – распознавание, измерение и характеристика угроз благосостоянию, здоровью и жизни как людей, так и других обитателей экосистемы.

При этом следует получить ответы на вопросы:

- Какие компоненты системы функционируют в нестандартном режиме?
- Каковы причины этого?
- Каковы возможные последствия?

- Насколько это вероятно?

Если на первом этапе выявляется набор угроз, превосходящих допустимые пределы воздействий, определяются когда и где они могут произойти, оцениваются их последствия, то на втором этапе вырабатываются направления защитных и компенсирующих мероприятий.

Управление риском представляет собой группу процедур, направленных на обоснование принятия административных решений. Сравнение и обобщение различной информации позволяет выбрать в пространстве альтернатив организационный тип мероприятий по предотвращению нежелательных последствий. Риск-анализ обеспечивает создание критериев отбора мер, которые наиболее эффективны экологически, приемлемы технологически и наилучшим образом соответствуют конкретной окружающей среде. Оценка риска добавляет ещё одно измерение к выбору организационных мероприятий путем включения информации о вероятности разрушения природных систем, аварий на технических системах и возможных последствий этих событий для населения.

Важным критерием измерения риска является вероятность потенциальной опасности для населения или персонала промышленного объекта при стихийном бедствии или производственной аварии. Риски здесь выражают через вероятность смерти индивида в течение года. Например, риск смерти в результате падения метеорита равен $6 \cdot 10^{-11}$ за год, т.е. человек имеет 6 шансов из миллиарда погибнуть в течение 100 лет от падения метеорита. Опасность этого события мала и не учитывается. Люди считают для себя приемлемыми гораздо более высокие риски. Так, курение 20 сигарет в день приводит к смерти с вероятностью $5 \cdot 10^{-3}$, т.е. человек имеет 5 шансов из тысячи погибнуть в течение года от курения, но многие продолжают курить. Риск при пребывании в одной комнате с курильщиком равен $1 \cdot 10^{-5}$ год. Риск при вождении мотоцикла – $2 \cdot 10^{-3}$, участия в автогонках $1,2 \cdot 10^{-3}$, управления личным автомобилем – $1,7 \cdot 10^{-4}$, в альпинизме – $4 \cdot 10^{-5}$, рентгенодиагностике – $1 \cdot 10^{-5}$.

Известны разные виды риска.

Риск технологический – все виды пагубного влияния результатов процесса производства на здоровье человека и на природную среду, связанные с изменениями социальной и экологической среды.

Техническая безопасность – предупреждение потерь прочности, целостности, других материальных качеств систем, комплекс мер для предотвращения опасных отказов систем. Под технической безопасностью установки понимают достигаемые техническими средствами и организационными мерами её свойства, определяемые прочностью и герметичностью оборудования, сосудов и трубопроводов, надёжностью систем локализации радиоактивности, качеством систем контроля, управления и диагностики состояния, необходимые для того, чтобы при эксплуатации предупреждать возникновение и предотвращать развитие опасных состояний и отказов элементов систем, грозящих нарушением пределов и условий безопасной эксплуатации установки, а также контролировать и поддерживать работоспособность барьеров безопасности. **Техническая безопасность** обеспечивается высоким качеством всех инженерных работ, определяющих надёжность функционирования и безопасную эксплуатацию оборудования атомных энергетических установок.

Частными случаями технологического риска являются радиационный, ядерный и радионуклидные риски.

Риск радиационный – вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения.

Радиационный риск – риск возникновения стохастических эффектов (смертность, заболеваемость), обусловленных воздействием ионизирующего излучения, в совокупности с величиной ущерба или последствий от них.

Радиационная безопасность – свойство предотвращать переоблучение людей и окружающей среды, система технических и организационных мер, обеспечивающая такую защищённость персонала и населения от радиационных воздействий, при которой не возникают нестохастические, соматические эффекты, а вероятность стохастических эффектов мала и считается приемлемой. Это система мер по защите персонала, населения и окружающей среды от воздействия проникающих излучений, направленная на обеспечение отсутствия неблагоприятных эффектов или вреда здоровью от облучения ионизирующими частицами людей, живых существ и элементов природы. Радиационная безопасность – состояние радиационной обстановки, обеспеченное комплексом мероприятий, ограничивающих радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду в соответствии с установленными нормами

Ядерная безопасность – предотвращение тяжёлых ядерных аварий, система мер для снижения вероятности аварий с повреждением ядерного топлива или переоблучением персонала.

Экологический риск – уровень вероятности возникновения неблагоприятных (опасных) последствий природных явлений, функционирования промышленности, транспорта и т.п., для жизнедеятельности людей, сохранности природных ресурсов, экосистем, исторических,

культурных и материальных ценностей. Причиной риска может быть природная катастрофа, работа производственного объекта, размещение жилищно-коммунальных, промышленных, сельскохозяйственных объектов в зонах стихийных бедствий и др.

Экологическая безопасность – совокупность условий, обеспечивающих минимальный уровень неблагоприятных воздействий природы и технологических процессов ее освоения на здоровье людей. Её рассматривают в пределах всех форм природопользования. Она касается как прямого, так и косвенного воздействия человека (глобального, регионального и локального) на окружающую среду. Особое внимание уделяется социальной составляющей безопасности, т.к. даже мнимая угроза может привести к усилению стресса у населения и как результат – к повышению заболеваемости.

Развитие систем энергетики, химической, металлургической, нефтехимической и газовой промышленности связано со значительным возрастанием мощностей установок и аппаратов, а также с усложнением самих технологических процессов и режимов управления производством. Как следствие, наряду с развитием научно-технического прогресса в промышленности имеет место устойчивая тенденция роста числа аварий со всё более тяжёлыми экологическими, экономическими и социальными последствиями. Безопасность, таким образом, выдвигается в число основных характеристик промышленных объектов.

Потенциальная опасность в промышленности характеризуется вероятностью возникновения аварии и величиной возможного экономического, экологического или социального ущерба. Инженерные системы безопасности направлены на повышение надежности технических систем, т.е. на уменьшение вероятности возникновения аварии, а также на ограничение масштабов ее развития (защитные ограждения, термостойкие покрытия, водяные завесы и т.п.). Организационные меры безопасности: запрет на проживание вблизи предприятий, системы раннего оповещения, эвакуационные планы, укрытия, адекватная реакция технического персонала и населения, индивидуальные средства защиты и т.д. - направлены на уменьшение потенциального ущерба в результате аварии.

Концепция промышленной безопасности строится на единых принципах управления величиной риска, реализуемых по иерархической структуре (цех, завод, промзона, район, город, область) с оптимальным для каждого уровня использованием различных типовых методов и процедур (технических, организационных, социально-психологических). Они должны выбираться с учетом специфики данного объекта, вида и содержания опасности на этом и соседнем объектах, а также общего уровня опасности жизни на данной территории.

Последовательность операций по анализу риска обычно следующая:

1. Обоснование целей и задач оценки и анализа риска
2. Анализ технологической специфики объекта. Идентификация потенциальных опасностей и классификация нежелательных событий, способных привести к нерегламентированным выбросам опасных веществ или скоротечным выделением энергии.
3. Определение частоты возникновения нежелательных событий
4. Выделение характерных особенностей, определение интенсивностей, общих количеств и продолжительности выбросов опасных веществ или выделений энергии в окружающее пространство для всего спектра нежелательных событий.
5. Определение критериев поражения, а также форм или допустимых уровней разового или систематического негативного воздействия различных источников на окружающую среду. Выделение групп населения повышенного риска.
6. Обоснование физико-математических моделей, расчет переноса и распространения, анализ возможных трансформаций исходных факторов опасности при их распространении в окружающей среде с учетом ее природно-климатической и географической специфики.
7. Построение полей потенциального риска вокруг каждого из выделенных источников опасности, в пределах которых вероятно определенное негативное воздействие на объекты.
8. Расчёт прямых и косвенных последствий негативного воздействия источников опасности на различные субъекты или группы риска с учетом их конкретного количественного и пространственно-временного распределения вокруг источников.
9. Построение локальных и интегральных (для предприятия в целом) полей риска. Исследование влияния различных факторов на уровень и пространственно-временное распределение полей риска вокруг источников токсичных веществ, излучений или тепла.
10. Оптимизация организационно-технических мероприятий по снижению риска до заданной величины.

Управление технологическим риском включает следующие мероприятия:

- выявление зон повышенной экологической опасности и проведение инвентаризации предприятий и сооружений, значительно загрязняющих окружающую среду, опасных для природы и человека в случае пожара, взрыва, аварийного выброса химических или радиоактивных веществ;
- разработка и осуществление системы мер по максимальному снижению степени риска возникновения экологически опасных ситуаций и аварий на химических производствах, в ядерной

энергетике, при континентальной или шельфовой добыче нефти и газа, на хранилищах и средствах транспорта горючих, радиоактивных и токсичных веществ;

- разработка программы поэтапной замены экологически опасных, устаревших производств и технологий на новые, более совершенные и экологически безопасные;
- создание эффективной системы производства, потребления и захоронения токсичных, пожароопасных, взрывчатых и радиоактивных продуктов и веществ с целью исключения или минимизации их перевозок;
- ужесточение соблюдения мер безопасности при перевозке взрывоопасных, токсичных и легковоспламеняющихся веществ железнодорожным, водным, автомобильным и воздушным транспортом;
- создание на всех потенциально опасных для жизнедеятельности населения и состояния окружающей среды объектах автоматизированных систем экстренного обнаружения поступления загрязняющих веществ в окружающую среду, с оснащением их средствами контроля и диагностики;
- разработка региональных и локальных схем оповещения населения о возникающих опасных экологических ситуациях, мерах борьбы с ними и ликвидации их последствий;
- при экологическом обосновании размещения индустриальных объектов необходимо предусмотреть мероприятия и последовательности действий в случае возникновения аварии;
- при экологической экспертизе проектов особое внимание обращать на раздел, посвященный риску аварий, мерам их предупреждения и, в случае необходимости, их ликвидации.

До недавнего времени существовало глубокое убеждение, что разрабатываемые технические системы безопасности должны быть направлены на то, чтобы полностью исключить, предотвратить или, по крайней мере, локализовать наиболее опасные воздействия, вызванные максимально возможной проектной аварией. Поэтому основное внимание было направлено на то, чтобы обезопасить персонал предприятия и население, проживающее вблизи него, именно от такого типа аварий. Более глубокое изучение этой проблемы привело к осознанию необходимости рассматривать не только худшие случаи (т.е. крайне редкие катастрофы), но и часто повторяющиеся аварии меньшего масштаба, суммарный ущерб от которых может быть даже выше, чем от катастрофических аварий.

Промышленное предприятие опасно для окружающей среды не только в случае катастрофы или аварии. Химические, металлургические, горно-обогатительные, нефтехимические, газоперерабатывающие, энергетические предприятия наносят определенный вред окружающей среде и при штатной эксплуатации. Любой завод - открытая система и полностью изолировать его от окружающей среды невозможно. Промышленный, сельскохозяйственный или коммунально-бытовой объект, рудник, завод по переработке бытовых отходов, свалка, аэродром, железные и автомобильные дороги несмотря на наличие очистных сооружений выбрасывает токсичные газы, спускает ядовитые стоки, создаёт радиационные поля, шумовой фон, увеличивает температуру естественного водоема, способствуя его "цветению", падению содержания кислорода в воде и гибели рыбы.

Начнём с опасности выброса химического (например, токсина или радионуклида) вещества в атмосферу.

В этом случае опасность – это способность химического соединения наносить вред организму и/или относительная токсичность вещества или смеси веществ. Идентификация опасности – процесс установления причинной связи между экспозицией химического вещества и частотой развития и/или тяжестью неблагоприятных эффектов на здоровье человека.

Задача идентификации опасности включает следующие этапы:

- Выявление всех источников загрязнения окружающей среды и возможного воздействия на человека, растения или животных.
- Идентификация всех загрязняющих веществ.
- Характеристика потенциальных вредных эффектов химических веществ и оценка возможности вредных биологических эффектах.
- Определение возможных маршрутов экспозиции.
- Выявление приоритетных химических соединений, маршрутов их воздействия (включая загрязненные среды и пути поступления химических веществ в организм человека).
- Установление тех вредных эффектов, которые могут быть вызваны токсичными веществами при вероятных маршрутах воздействия, продолжительности экспозиции (острые, хронические, пожизненные) и путях их поступления в организм человека.
- Оценка полноты и достоверности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов окружающей среды, определение задач по дополнительному сбору информации о фактических и/или моделируемых концентрациях химических веществ в различных средах.
- Оценка наличия сведений о количественных критериях, необходимых для последующего анализа риска для здоровья (дозы и концентрации, канцерогенность).

– Окончательная корректировка плана проведения исследований по оценке риска, а также установление неопределенностей, способных повлиять на полноту и достоверность окончательных заключений и рекомендаций.

Последовательные этапы анализа и управления интегрированным экологическим риском рассмотрим на примере газообразных химических токсинов. Общая схема цепочки анализа риска выглядит так:

ИСТОЧНИК ⇒ ДИСПЕРСИЯ ⇒ ЭКСПОЗИЦИЯ ⇒ ДОЗА ⇒ РИСК

Остановимся на каждом этапе более подробно.

Анализ риска начинается с идентификации опасности: (например, не вошли ли мы в контакт с токсичным веществом? И если вошли, то где его источник? Как от функционирует?)

ИСТОЧНИК. Известны различные виды источников токсичных веществ. Это могут быть химические, металлургические и биотехнологические заводы, газо- и нефтеперерабатывающие предприятия, атомные и тепловые электростанции, свалки, бензозаправки, автотранспорт, аэродромы, залежи руд, горно-обогатительные комбинаты, животноводческие фермы и др.

Управлением риском мы должны начать с ответа на вопросы:

- Опасно ли вещество, накопленное в источнике?
- Насколько оно токсично?
- Каковы его запасы в источнике?
- Насколько легко оно может покинуть источник?

ДИСПЕРСИЯ. Даже высокотоксичное вещество не опасно для человека и окружающей среды, если оно надежно замуровано и не может далеко продвигаться от источника. Однако, если источник открытый, вещество начинает его покидать и распространяться в окружающей среде (диспергироваться в ней). При анализе диффузионного процесса необходимо ответить на следующие вопросы:

- С какой скоростью будет распространяться в окружающей среде токсичное вещество и как далеко способно оно удалиться от источника за время своей жизни?
- Какова скорость уменьшения концентрации токсина в источнике?
- По каким путям, по какому механизму и с какой скоростью осуществляется миграция токсина в окружающей среде? Какова скорость увеличения концентрации токсина в среде обитания?
- Способно ли вещество накапливаться в среде? В каких именно компонентах (растения, животные, человек, вода, почва и т.п.)? Какие достижимы концентрации в критических органах?
- Способен ли токсин к химическим превращениям во время миграции в окружающей среде? В какие реакции он вступает, и какова их кинетика? Трансформируется ли он в более опасные вещества или разрушается?

ЭКСПОЗИЦИЯ. Рано или поздно, но токсин достигает живого существа и вступает с ним в контакт. Сразу возникают вопросы:

- Какой организм вступил в контакт с токсином?
- Как именно, как долго и часто вступает организм в контакт с токсином?
- Накапливается ли токсин или быстро выводится из организма? Какова скорость вывода токсина из организма?
- Где именно (в каком критическом органе) накапливается токсин?
- Если токсинов несколько, то возможен ли синергизм от их совместного воздействия?

ДОЗА. Вещество, попавшее в организм, распространяется по нему и начинает отрицательно воздействовать на функционирование его систем. Суммарный эффект воздействия и определяет дозу. Здесь следует ответить на такие вопросы, как

- Какова концентрация токсина в организме?
- Как долго он находится в организме или в критическом органе?
- Какова его токсичность

РИСК. Риск определяется вероятностью возникновения негативных последствий для организма из-за контакта с токсином. Вопросы:

- Насколько хорошо организм способен сопротивляться негативным последствиям действия токсина (например, каково состояние иммунной системы организма)?
- К каким последствиям приводит контакт организма с токсином (болезни, смерть)?
- Каковы последствия для экосистемы в целом?

Оценку опасности со стороны токсинов химической природы следует начинать с качественного и количественного анализа веществ, накопившихся в источнике и готовых его покинуть. Качественный анализ показывает, какие именно вещества имеются в источнике. Об их токсичности можно судить по Справочнику предельнодопустимых концентраций. В нем степень токсичности вещества выражается как концентрация его в воздухе или питьевой воде, безопасная для человека. Чем ниже величина в справочнике, тем опаснее вещество

Количественный анализ показывает, каковы запасы токсина в источнике. Естественно, что чем выше количество токсина, тем опаснее источник.

Однако, определив какие и в каких количествах находятся вещества в источнике, мы еще не сможем оценить истинную опасность источника. Важнейшим параметром является степень открытости источника. Степень открытости источника показывает, какими путями и как легко токсин способен покинуть источник и переходить в среду обитания. Степень открытости источника зависит от физико-химических свойств, как самого токсина, так и остальных веществ в источнике. Если токсин представляет собой газ, пар или легко испаряющуюся жидкость, то ему легче покинуть источник, чем, например, токсичному тяжёлому металлу.

Открытость системы в значительной мере определяется тем, в какой химической форме пребывает токсин. Например, если экологическая служба объявляет, что в донных осадках реки, протекающей через ваш город, обнаружены отложения ртути, то это мало что значит. Если ртуть находится в виде достаточно хорошо растворимых хлоридов, то тогда она опасна, т.к. может перейти в воду, накопиться в обитающих в реке рыбах и, в конце концов, попасть к человеку. Если же ртуть находится в виде труднорастворимых сульфидов, то она столетиями будет залегать на дне (закрытый источник) и опасности для населения представлять не будет. Поэтому, когда речь идет о токсичном тяжёлом металле информации об его концентрации совершенно недостаточно: для оценки реальной опасности нужно знать в какой химической форме он находится, и какова степень открытости системы (степень пористости вмещающей породы, плотность породы, возможность контакта с проточной водой и др. факторы).

Если аварийная ситуация возникла из-за выброса токсина из трубы какого-то предприятия, то для характеристики источника используются такие параметры, как тип выброшенных веществ, их концентрации, температура, интенсивность и объем выброса, высота и диаметр трубы, продолжительность выброса, координаты трубы. Если выбросы происходят из нескольких труб, то необходимы знания о координатах всех источников.

Важное значение имеет идентификация токсина и правильная оценка его опасности для людей, животных или растений. При наличии нескольких химических веществ следует выделить из них наиболее опасный. Критериями приоритетности являются:

- количество вещества, поступающее в окружающую среду;
- персистентность, характеризующаяся временем полусуществования химического вещества в объектах окружающей среды (в случае радиоактивного вещества – период его полураспада); к персистентным относят химические соединения с периодом полусуществования более 50 дней;
- биоаккумуляция, отражающая способность вещества переходить из окружающей среды в биообъекты (например, водные организмы); к биоаккумулирующим относят химические соединения с коэффициентом биоаккумуляции для рыб более 500, а также вещества, у которых логарифм коэффициента распределения октанол/вода превышает 4,0.

***Персистентность** (упорствовать) – продолжительность сохранения ксенобиотиком биологической активности в окружающей среде или её отдельных объектах- в почве, атмосфере, гидросфере, растениях, тканях и т.д. Характеризуется периодом полураспада вещества. Персистентность показывает степень устойчивости ксенобиотика к процессам разложения и трансформации. Наряду с ПДК и токсичностью является критерием вредного воздействия вещества.*

Учитывается способность вещества к межсредовому распределению и транспорту, миграции из одной среды в другие среды, а также возможность одновременного загрязнения нескольких сред. При анализе токсичности обращают внимание на вред вещества для здоровья человека, включая отдаленные и необратимые эффекты, во вторую очередь – на токсичность для дикой природы (водные и наземные животные, птицы и растения). Загрязняющие природу вещества могут быть вредными и с другой точки зрения, например, нарушать химические процессы в атмосфере, изменять реакцию среды (рН), нарушать прозрачность атмосферы, вызывать цветение водоемов и др.

Дисперсия определяется мощностью источника (т.е. величиной потока токсина в среду), скоростью распространения его в окружающей среде и физико-химическими процессами в среде, происходящими с участием токсинов. Чем интенсивнее работает источник с ограниченным запасом токсина, тем скорее он кончит функционировать, но тем больше токсина попадет в среду обитания.

Распространение некоторого вещества в окружающей среде определяется законами диффузии. Если источник токсина (например, фабричная труба) находится на некотором расстоянии от приёмника, то величина потока токсина пропорциональна разности его концентраций в источнике и приёмнике, площади входной поверхности приёмника и обратнопропорциональна расстоянию от источника до приёмника. Связь между разностью концентраций и потоком задаётся размерным множителем, который называется коэффициентом диффузии. Чем выше значение коэффициента диффузии, тем выше поток вещества и тем быстрее токсин проходит свой путь от источника к приёмнику. Токсин довольно быстро распространяется в атмосфере, значительно медленнее мигрирует по воде и очень медленно в почве и донных осадках (только в высокопористых средах возможна заметная диффузия). Количество токсина, попавшее в приемник, прямо пропорционально времени функционирования источника.

Различают два режима диффузии: стационарный и нестационарный. В стационарном режиме существует установившийся поток (работает постоянный источник токсина, например, дымящая труба тепловой электростанции). В нестационарном режиме (например, в случае выброса токсина при аварии на заводе) концентрация токсина изменяется во времени: какое-то время токсина еще нет в приемнике (Требуется время на прохождение диффузионной волны. "Время запаздывания" прямопропорционально квадрату расстояния от источника до приемника и обратнопропорционально величине коэффициента диффузии), затем концентрация токсина начинает расти, достигает максимума, после чего начинает падать (если источник токсина прекратил свою деятельность), и, в конце концов, его концентрация в приёмнике достигает фонового уровня.

Согласно традиционной теории миграции, фронт диффузанта симметрично распространяется вокруг источника. Если токсин осаждается дождем или снегом, то линии его одинаковой концентрации в почве представляют собой изоконцентрические окружности с центром в источнике. Однако, если дует ветер, то возникает преимущественное направление миграции токсина. В случае бокового сноса (адвекции) изоконцентрационные линии токсина будет иметь вид вытянутого эллипса, и облако токсина может накрыть достаточно далеко отстоящий от завода населенный пункт. Направление главной оси эллипса определяется Розой Ветров для данной местности. При выборе места строительства опасного предприятия следует по многолетним метеорологическим наблюдениям определить основные сезонные направления ветров и расположить предприятие таким образом, чтобы ветра приходили сначала в населенный пункт, а затем на завод, но не наоборот.

Многие токсины устойчивы к внешним воздействиям и в ходе миграции не изменяются. Другие (например, хлор) по ходу своего движения в воздухе или в воде вступают в многочисленные реакции со встречающимися в окружающей среде веществами. В результате исходный токсин исчезает, но вместо него возникает другой, иногда ещё более сильный токсин. В ряде случаев имеет место целая цепочка подобных превращений (каждое такое превращение идёт со своей скоростью и имеет собственную температурную зависимость), поэтому прогноз распространения опасности превращается в серьёзную проблему. Наличие химических реакций может привести к новому эффекту - возникновению автоволновых колебаний.

В ходе миграции токсин может адсорбироваться на встречающихся на его пути природных объектах. Например, тяжёлые металлы, путешествующие на аэрозолях, адсорбируются поверхностью листьев или хвои и выводятся из миграционного процесса. При опадении листьев, тяжёлые металлы оказываются в почве. Аналогично, вещества, растворенные в воде, при фильтрации сквозь песок или гравий, адсорбируются последними, и вода очищается. Прекрасным природным адсорбентом является чернозём. Процесс адсорбции увеличивает время прохождения токсина от источника до приёмника и уменьшает концентрацию токсина в самом приемнике. Однако на своём транспортном пути токсин может концентрироваться в некоторых природных объектах, образуя вторичные залежи. Поэтому вместо импульсного точечного источника техногенного происхождения мы получаем распространённые в природе источники токсина длительного действия. Борьба с негативным влиянием такого источника может оказаться намного сложнее, чем с первичным.

Ситуация усложняется, когда в регионе функционируют несколько заводов, каждый из которых выбрасывает свою группу токсинов. Один завод проектируется независимо от другого и руководствуется требованиями санитарного паспорта, по которому его выбросы не должны превышать предельное допустимое значение. Однако, токсины, поступившие от разных заводов, могут встретиться в облаке и здесь во влажной атмосфере под действием солнечного ультрафиолета вступить друг с другом в химические реакции. В результате может возникнуть новый токсин, предельная концентрация которого в тысячи раз ниже предельно допустимой концентрации любого "планового" токсина. Возникает вопрос: кто отвечает за производство этого "внепланового" супертоксина и за факт превышения его ПДК в среде обитания? Как бороться с его природным производством? Еще опаснее если в реакции, происходящие в окружающей среде, начинают вмешиваться микробиологические процессы. Микробы, планктон, грибки и лишайники с одной стороны способны перерабатывать токсин в более токсичную и более подвижную форму, и сами трансформироваться (например, мутировать под действием токсина) в новый вид, более болезнетворный.

При расчёте распространения выброса загрязнителей необходимо учитывать такие параметры, как скорость ветра (на уровне почвы, на высоте 10 м на высоте трубы), азимут ветра (роза ветров), инсоляция, облачность, температура воздуха индекс устойчивости температуры воздуха, параметр Кариолиса ($=0.000093$ 1/с на широте 40 град), тип и интенсивность осадков, класс устойчивости атмосферы, турбулентность атмосферы, высотные градиенты для ветра и температуры, высота инверсионного слоя, тип рельефа, средняя неровность рельефа, тип растительности, тип городской застройки, расстояние от источника, расстояние от оси шлейфа. Метеоданные поступают со станций гидромета, их надёжность зависит от плотности этих станций на исследуемой территории. В итоге расчёта дисперсии определяют характер пространственного

распределение концентрационного поля токсина и эволюцию его во времени и пространстве. В частности определяют значения концентрации токсина в точке, для которой проводится оценка экологического риска (точка воздействия). После прохождения волны токсина измеряется количество загрязнителя, осевшего на земле, траве, листьях деревьев, попавшего в водоему (в первую очередь – в колодца с питьевой водой). Строится карта загрязнений и определяется характер её изменения в пространстве и времени. Проводится ранжировка территорий по степени загрязненности, и выявляются «горячие точки».

Для адекватного расчета риска от газообразного токсина для конкретного организма необходимо учесть характер экспозиции этого организма в атмосфере токсина. Количество токсина в организме определяется скоростью его поступления в организм, которая зависит от концентрации загрязнителя в воздухе (эта концентрация может изменяться во времени, как из-за дисперсии токсина, так и из-за перемещения объекта исследования, покидающего загрязненную зону), от объёма вдыхаемого в единицу времени воздуха, от особенности абсорбции и отложения газов или аэрозолей в органах дыхания. Радиационная доза и последствия облучения зависят от времени пребывания радиоактивного изотопа в зоне экспозиции и от скорости его вывода из организма (определяется периодом полураспада радионуклида и периодом полувыведения меченого соединения). Следует также учесть тип экспонированного объекта: человек (дети, взрослые, рабочие, служащие, визитеры), животные, растения и т.п., анатомо-физиологические параметры мишени (например, наличие критического органа). Одновременно проводят ранжировку объектов по возможной силе отрицательного воздействия токсина.

Различают дозу однократного, хронического и пожизненного воздействия.

Основные этапы анализа экспозиции приведены в Табл. 2.

Табл.2 Основные элементы анализа экспозиции.

Элемент	Характеристика
Агент(ы)	Биологические, химические, физические, один агент, множество агентов, смеси
Источник(и)	Антропогенный/неантропогенный, поверхностный/точечный, стационарный /подвижный, внутри-/вне помещения
Транспорт/накопление	Воздух, вода, почва, пыль, пищевые продукты и др.
Маршрут(ы) воздействия	Потребление загрязненной пищи, вдыхание воздуха на производстве и др.
Воздействующая концентрация	кг/кг (пищевые продукты), мг/л (вода), мкг/м ³ (воздух)
Пути поступления	Ингаляция, кожный контакт, глотание, множественные пути
Продолжительность экспозиции	Секунды, минуты, часы, дни, недели, месяцы, годы, на протяжении жизни
Частота воздействия	Постоянная, периодическая, циклическая, редкая, случайная
Экспонируемая популяция	Производственная/непроизводственная, жители/визитеры, отдельные подгруппы, индивидуумы
Географический охват	Связь с территорией/связь с источником, локальный, региональный, национальный, международный, глобальный
Период оценки	Прошлое, настоящее, будущее, тренды

Результатом анализа процесса экспозиции является расчёт дозы, т.е. количества токсина, накопившегося в организме, или прошедшего через организм в ходе воздействия.

Доза, т.е. количество токсичного вещества в организме, сама по себе мало что значит. Важно причинит ли она организму ущерб, и если причинит, то какого типа и какой тяжести, важно также не вызовет ли она эпидемию, способную нанести вред всей популяции.

В качестве примера приведём расчёт риск для человека (вычисления для любого другого компонента экосистемы проводятся аналогично).

Расчёт риска проводится корреляционно-регрессионным анализом. При этом строятся трёхмерные графики, в которых независимыми переменными являются концентрация токсина и время экспозиции, а зависимая переменная – ущерб (заболеваемость, смертность, стресс). На этом этапе важно точно определить, что понимать под ущербом здоровью. Обычно понимают смертность и онкологические заболевания, хотя в качестве критерия ущерба могут выступать любые другие показатели здоровья.

Два основных элемента риска связаны простым уравнением:

$$\text{Риск} = \text{опасность} \cdot \text{экспозиция}$$

Обычно полагают справедливыми постулаты Парацельса:

$$\text{Риск} = (\text{Токсичность}) \cdot (\text{Доза})$$

$$\text{Экспозиция} = \text{Доза}$$

Тогда

$$\text{Риск} = (\text{Токсичность}) \cdot (\text{Экспозиция})$$

Оценка риска здоровья проводится по схеме: источник → эмиссия → среда → экспозиция → человек. Различают риски от однократного поступления токсина в организм и хроническое поражение населения (например, от токсина, выбрасываемого стандартно работающим заводом).

При расчёте риска от газообразного токсина учитываются различные факторы воздействия вредного вещества на организм. Среди них:

I. Учёт величины возможного ущерба для здоровья

1-й уровень – предупреждение развития слабых вредных эффектов. Воздействие не вызывает развития явных вредных эффектов, однако возможно слабое, легко обратимое раздражающее действие на слизистые оболочки, полностью исчезающие после прекращения воздействия.

2-й уровень – предупреждение выраженных вредных эффектов: превышение данного уровня способно приводить к стойким изменениям состояния здоровья, нарушениям или даже прерыванию беременности, снижению способности осуществлять защитные действия.

3-й уровень – предупреждение развития эффектов, угрожающих жизни: превышение данного уровня может привести к смерти наиболее чувствительных индивидуумов. При увеличении продолжительности воздействия высока вероятность гибели лиц в общей популяции. После прекращения воздействия возможны стойкие или необратимые изменения состояния здоровья вследствие поражения ряда органов и систем организма.

II. Учёт специфических особенностей экспонируемой популяции.

III. Учёт продолжительности воздействия.

Расчёты риска проводят с применением модифицированного уравнения Габера

$$C \cdot n \cdot t = K$$

где n – параметр зависимости «концентрация – время», специфичный для каждого химического вещества; t – время воздействия; C – концентрация вещества; K – специфическая для каждого вещества константа.

Показатель относительной опасности:

$$H = a + b \cdot \log C$$

где H – показатель относительной опасности, усл.ед.; a , b – эмпирические коэффициенты, получаемые методом наименьших квадратов, C – концентрация химического вещества в воздухе, мг/м³.

Оценка опасности, осуществленная по спектру связей «концентрация ответ» (зависимость «тяжесть – ответ – концентрация время»), индивидуальна для каждого вещества. Каждый выделенный диапазон концентраций характеризуется эффектами определенной тяжести, возникающими в конкретных (в том числе сверхчувствительных) группах населения. Для межвременных экстраполяций используют зависимость «концентрация – время»:

$$\lg C_2 = \lg C_1 + n \cdot \lg(t_1/t_2)$$

При анализе риска населения учитываются такие факторы, как годовая статистика смертности, смертность на единицу населения, причина смерти (отдельно выделяется канцерогенный риск), половозрелая группа; заболеваемость (годовая статистика обращаемости), обращаемость на единицу населения, регистры обращаемости, детские поликлиники, скорая помощь, время, пространство, диагноз, половозрелая группа. Используются базы данных по населению, миграции, карта распределения плотности населения и медицинских учреждений, маршруты передвижения населения.

Результаты расчёта ущерба сравнивают с «фоном», выбранным за систему отсчёта. Выявляют статистически значимый ущерб от воздействия промышленного токсина по сравнению с фоновым. Проводят корреляционный анализ для поиска связанных групп факторов среды и здоровья. Методами регрессионного анализа получают количественные зависимости риска (смерти или повреждения организма) от интенсивности воздействия неблагоприятного фактора среды (например, токсина). Окончательно осуществляют расчёт дерева сценариев – вариантов развития ситуации «среда-здоровье», оптимизированных под разные управленческие решения.

Управление риском начинается с расчёта экономического эквивалента ущерба здоровью: решение принимается по схеме эффект-цена. Базовой величиной является интегральный индекс ущерба здоровью. Проводят учёт социально-экономических факторов, потерь и затрат, рассчитывают и оптимизируют неопределённости информации. На последнем этапе осуществляют выбор мер управления по критерию эффективность/стоимость.

Управленческие решения включают смену технологии, установку очистных сооружений, модернизацию противоаварийных систем, улучшение мер защиты населения, диагностики заболеваний и лечения, денежные компенсации пострадавшим и т.п.

В настоящее время имеется несколько программ для компьютерного анализа риска, связанного с поступлением в среду обитания газообразного токсина. В России наиболее известна

система обработки информации по проблеме «Среда – здоровье» *EHIPS – Environmental Health Information Processing System*.

В системе оценки риска проводятся отдельно для канцерогенов и для неканцерогенов. Результаты расчётов позволяют выйти на определение приоритетов по загрязнителям, территориям, сезонам и, таким образом, являются материалом для непосредственного применения к принятию решений по управлению риском. Оценка риска для здоровья, связанного с загрязнением окружающей среды проводится в четыре этапа: идентификация опасности, оценка экспозиции, оценка связи доза-эффект и характеристика риска. Схема оценки экспозиции включает определение типа воздействия, маршрута от источника к "приёмнику" экспозиции, факторов неопределенности, пространственной и временной координаты. Учёт токсичности загрязнителей проводится по различным видам кривой «доза-ответ».

В *EHIPS* интерпретация оценок риска проводится в терминах вида и тяжести ожидаемого ущерба для здоровья. Для канцерогенных рисков интерпретация достаточно груба: все виды раковых заболеваний суммируются. При этом методика позволяет достаточно полно учесть как токсикологические, так и эпидемиологические данные для нераковых заболеваний. Ранжировка ожидаемых эффектов для здоровья проводится по тяжести, в зависимости от уровня риска. Детализовка этой информации дается по группам населения. Кривые "доза – эффект" (точнее, "концентрация – эффект"), строят по токсикологическим и эпидемиологическим данным для ряда веществ. Переход от риска к ожидаемой заболеваемости осуществляется и по кривым, полученным только из эпидемиологических данных.

Система рассчитана на 5 типов данных: выбросы, концентрации, риски, заболеваемость и смертность. Модель рассеяния позволяет оценить ожидаемые концентрации в любой точке территории и, таким образом, восполнить дефицит станций прямого мониторинга загрязнения атмосферы. В системе заложены две различные модели рассеяния: отечественная ОНД-86 и американская *ISC3ST*. Характерными для расчётных концентраций являются «горячие точки» (хвосты гистограмм), которые часто соответствуют территориям, не охваченным мониторингом. Анализ включает этапы: идентификация опасности, оценку экспозиции, оценку связи доза-эффект и характеристику риска. Определяется тип воздействия, маршрут от источника к «приёмнику» экспозиции, факторы неопределенности, а также токсичность загрязнителей по различным видам кривой «доза-ответ». Даны принципы определения приоритетности загрязнителей по их токсичности. Раздельно рассматриваются канцерогенные и неканцерогенные эффекты.

В текущей версии основным результатом работы системы является расчет риска (односредового – только по воздуху) для здоровья населения в развёртке по времени, территориям, экспозиционным группам и другим используемым в системе переменным. Система может быть использована для решения обратных задач идентификации факторов и источников.

При оценке влияния факторов среды на здоровье населения используются следующие понятия:

I. Идентификация опасности включает источник (инвентаризация); эмиссия (объём выброса, параметры, необходимые для расчёта максимально разовых и среднегодовых концентраций); потенциально опасные факторы (абсолютно все присутствующие в окружающей среде вещества); перечень приоритетных (наиболее опасных) факторов.

II. Экспозиция: территория; население, включая чувствительные подгруппы; маршрут воздействия; источник – воспринимающая среда – транспортирующие и трансформирующие среды – воздействующая среда – точка контакта – путь поступления –экспонируемая группа населения; воздействующие дозы и концентрации с учётом выбранного маршрута экспозиции (воздействующих сред и путей поступления). Результаты моделирования концентраций (модели рассеивания); результаты моделирования межсредовых переходов (концентрации во всех воздействующих средах); данные непрямого мониторинга (максимально разовые, среднегодовые концентрации, статистическое распределение); данные прямого мониторинга (индивидуальный отбор проб); факторы экспозиции (суточная активность, потребление воздуха, воды, продуктов и др.); расчёт воздействующих доз для населения в целом и отдельных чувствительных групп; расчёт суммарных доз для всех маршрутов экспозиции, путей поступления, воздействующих сред; характеристика суммарной нагрузки.

III. Зависимость доза-ответ включает ПДК по санитарно токсическому признаку вредности; референтные концентрации (уровни минимального риска); факторы канцерогенного потенциала; параметры зависимости «доза-ответ» для неканцерогенов (риск нарушения здоровья на единицу дозы/концентрации); поражаемые органы и системы, тяжесть изменений при разных уровнях воздействия; установление этиологической связи между экспозицией и фактическими показателями состояния здоровья населения, выявление вклада изучаемого фактора в риск развития нарушений состояния здоровья.

IV. Характеристика риска использует значения рисков для отдельных факторов при разных путях воздействия из определенных сред; суммарные риски для маршрутов воздействия, путей поступления, суммарные риски для веществ с одинаковым типом вредного действия; расчет

интегрированных индексов опасности для факторов с разным типом вредного действия, например, канцерогенов и неканцерогенов; анализ распределения рисков в популяции, в особо чувствительных подгруппах, выявление сверхэкспонируемых индивидуумов; сравнение многолетней динамики рисков на данной территории; ранжирование факторов, источников загрязнения, территорий; сравнительная характеристика рисков влияния на здоровье, экологических рисков, влияния факторов на условия и качество жизни населения; определение приоритетных проблем для данной территории.

Система *EHIPS* позволяет проводить межвидовую экстраполяцию, экстраполяцию со среднего индивидуума на наиболее чувствительные подгруппы (внутривидовая экстраполяция), экстраполяцию с одного пути воздействия на другой (с учетом различий в токсичности при разных путях поступления токсина в организм), а также учитывать влияние вредного вещества на развивающийся организм (плод, новорожденный, ребенок) с переходом от более тяжелых эффектов к менее тяжёлым.

В результате работы системы *EHIPS* рассчитываются медико-биологические последствия воздействия токсинов на экосистему, отдельную особь и популяцию, что обеспечивает информацию, необходимую для принятия мер по управлению экологическим риском и выработки мер по стратегии развития конкретного типа промышленности (например, ядерной индустрии) на региональном, государственном и глобальном уровне.

Итак, рисков много: риски, угрожающие безопасности; здоровью; состоянию среды обитания; общественному благосостоянию; финансовые риски, химические, канцерогенные и т.п. В данном курсе лекций мы их последовательно рассмотрим.



Лекция 2. ГОМЕОСТАЗ РИСКА

Подстерегающие нас опасности исходят от природы, техники и человека. В данной лекции на примере риска автолюбителя рассмотрим психологию риска и влияние на число аварий на дорогах и число пострадавших особенностей менталитета населения и стремления отдельного человека к привычному уровню риска. Речь пойдет о целевом риске и о гомеостазе риска.

Сначала напомним, что такое гомеостаз.

Явления, в которых процессы постоянно и "автоматически" поддерживаются на заданном уровне, широко известны, как в природе, так и технике.

В биологии под гомеостазом (*от гомео – неподвижность, состояние; согласованное, подобное или статическое состояние дел*) понимают совокупность сложных приспособительных реакций живого организма, направленных на устранение или максимальное ограничение действия факторов внешней и внутренней среды, нарушающих относительное динамическое постоянство внутренней среды организма. Примерами являются: постоянство температуры тела, уровня кровяного давления и т.п.

Гомеостаз – процесс регулирования, который поддерживает выходные параметры близкими к целевым, путем компенсации нарушающего влияния внешних воздействий. Например, температура тела человека гомеостатически заключена в узкие пределы, несмотря на существенные изменения температуры окружающего воздуха. Гомеостаз – сохранение равновесия при происходящих изменениях. На практике гомеостаз осуществляется при наличии в системе эффективных отрицательных обратных связей.

Гомеостаз подразумевают не фиксированный и неизменный конечный результат или неизменное фиксированное состояние дел, а частный случай динамического процесса, который поддерживает выходной параметр на заданном уровне.

В технике примерами являются термостат, регулятор Уатта, автопилот и множество других устройств – технических систем автоматического регулирования. **Гомеостаз** не означает постоянства. Этим он кардинальным образом отличается от **изостаза**. В гомеостате задаётся некоторый уровень параметра (целевой параметр, например, температура, давление) и допускается некоторый интервал, в пределах которого возможно отклонение параметра от заданного уровня. Колебания параметра не некая ошибка работы системы, а её естественная составляющая, без которой состояние гомеостаза вообще невозможно. Задача оператора – задать нужный уровень параметра и обеспечить флуктуации параметра в заданных рамках (т.е. задать нижний и верхний уровни параметра, выходы, за пределы которых маловероятны или вообще невозможны). Важна и инерционность (быстродействие) системы. Управление системой основано на обратной отрицательной связи. Энергия обратной связи крайне мала по сравнению с инициируемой ею энергией, которая возбуждается в системе, идёт ли речь о техническом устройстве, организме или экосистеме.

Понятие гомеостаза можно использовать и в психологии, в частности при описании психологии риска.

Гомеостаз риска – степень рискованного поведения и величины потерь, вызванные несчастными случаями или зависящими от стиля жизни болезнями, ожидаемые за некоторый срок, которые еще не приводят к изменениям в запланированном уровне риска.

Перейдём теперь к авариям с участием машин.

Что поражает при анализе официальной статистики гибели людей на дорогах? В большинстве развитых стран смертность, вызванная катастрофами, за весь двадцатый век практически оставалась неизменной. Число погибших, рассчитанное на душу населения, несколько изменяется в разные исторические эпохи, зависит от полового состава водителей, но в

целом остаётся практически неизменным. И это несмотря на искоренение гужевого транспорта, на внедрение велосипедов, мотоциклов и автомобилей. И это несмотря на существенные технологические, законодательные, образовательные и медицинские успехи, достигнутые за тот же период.

Объяснение наблюдаемых эффектов лежит не в сфере науки или техники, а в сфере психологии риска.

Теория гомеостаза риска, ТГР, предложенная Г.Уальдом, утверждает, что в любой сфере деятельности человек допускает для себя определённый уровень риска (риск здоровью, безопасности и т.п.) с целью получения от своей деятельности желаемой выгоды (перемещение в пространстве, работа, еда, питье, отдых, спорт).

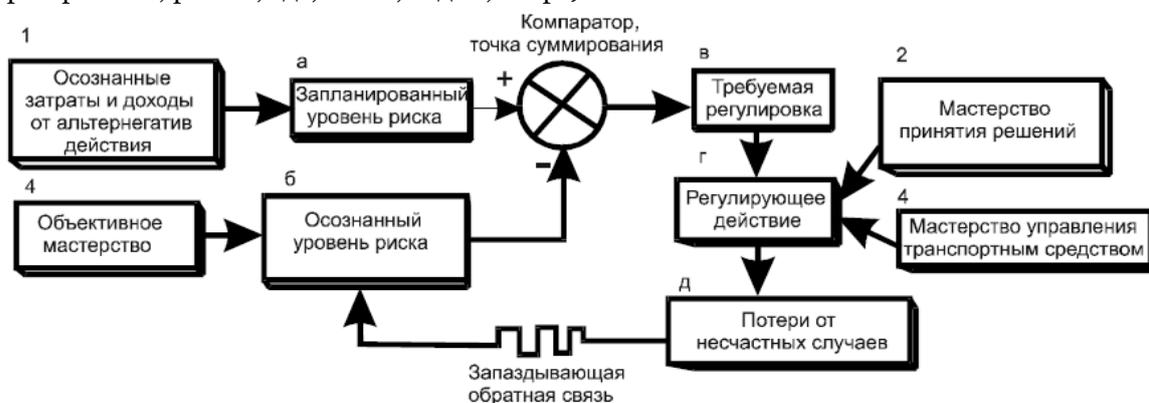


Рис. 2. Модель гомеостаза, связывающая интенсивность аварий на душу населения в данном регионе с уровнем осторожности поведения пользователя дороги, и, наоборот, с запланированным уровнем риска, как контролируемой переменной.

В любой поведенческой активности, человек руководствуется той степенью риска, которую он считает оптимальной. Он непрерывно сравнивает реальную опасность с допустимой для себя степенью риска, и пытается уменьшить разность между этими величинами. Если уровень реального риска ниже «предельно допустимого», человек меняет свои действия, чтобы увеличить риск. Оказавшись в режиме пониженного риска, и, тем более – вообще без риска – он испытывает дискомфорт и не успокоится, пока не повысит риск до комфортного уровня. Наоборот, если реальный риск выше допустимого, человек начинает действовать осторожнее. Следовательно, он выбирает свои действия так, чтобы реальный риск соответствовал допустимому в рамках менталитета индивидуума.

И травмы и личная осторожность влияют как на степень ощущаемого людьми риска, так и на их будущие действия. Учитывая свой личный опыт, человек принимает решение о своих действиях, которое и определит последующую интенсивность созданных им несчастий.

Любое действие человека приводит к возникновению объективной вероятности риска несчастного случая, болезни, а то и смерти. Суммарная активность всех членов общества за данный период времени (год или, несколько лет) определяет динамику насильственных смертей, несчастных случаев или заболеваний, вызванных особенностями образа жизни. Именно привычки населения определяют уровень безопасности на дорогах: одно дело перемещаться по дорогам Германии, и совсем другое – по дорогам России, или, скажем, Грузии. В каждой стране – свой стиль коллективного взаимодействия водителей, на автостраде, отсюда и разница в числе аварий и их дурных последствий. А число светофоров и полицейских здесь вообще не важно.

В долговременной перспективе интенсивность производимых человечеством несчастий зависит от степени риска, которую население считает приемлемым.

Таким образом, теория гомеостаза риска предполагает, что динамика смертей на дорогах представляет собой регулируемый процесс с отрицательной обратной связью, в котором допустимый уровень риска оперирует как единственная контролируемая переменная. Если мы хотим уменьшить неприятности, то все усилия нужно направить на уменьшение уровня риска, приемлемого для населения. А вовсе не на улучшение качества дорог, систем безопасности автомобилей, полицейского контроля и т.п. дорогостоящих, но абсолютно бесполезных мер!

Центральный тезис теории гомеостаза риска в приложении к безопасности на дорогах гласит:

Люди изменяют своё поведение в ответ на осуществление мер по безопасности, но число погибших на дорогах (в расчёте на число участников движения за длительный период времени) будет оставаться неизменным до тех пор, пока эти меры не убедят людей изменить степень риска, которой они готовы подвергаться.

Да, строительство современной многополосной автострады приведёт к уменьшению числа погибших, если считать на единицу длины этой магистрали. Но следует помнить, что число

смертей, рассчитанное на одного участника движения по всем дорогам страны, останется таким же или даже увеличится.

Рассмотрим следующие аргументы:

Река впадает в море через дельту.

Дельта представляет собой три одинаковых рукава.

Перекрывание двух рукавов уменьшит поток воды в море на две трети.

По всей видимости, вы отвергнете этот вывод. Это неудивительно, т.к. он очевидно неверен: вода никуда не денется – она пойдёт по оставшемуся свободным рукаву. Если есть доступные пути, поток уменьшить невозможно. Аналогично, невозможно уменьшить смертность из-за катастроф и болезней, пока все причины преждевременной смерти не будут устранены законами или технические нововведениями.

А вот это как раз невозможно!

Казалось бы, есть надежный способ сведения к нулю числа катастроф на конкретной дороге – полное закрытие этой дороги для движения любого вида транспорта. Но очевидно, что водители начнут ездить по другим дорогам, причём катастрофы мигрируют вместе с ними. Закрытие дороги – не эффективное средство.

Анализ ситуации показал, что внедрение строгих регулирующих законов, непрерывное информирование населения о конкретных опасностях, модернизация окружающей человека техногенной среды оказались не продуктивны с точки зрения улучшения здоровья и безопасности населения в ситуациях, зависящих от человеческого поведения. Способы создания эффективных мер безопасности должны базироваться на увеличении стремления человека к безопасному и здоровому образу жизни, на уменьшении его индивидуального уровня риска. Старый законодательный, образовательный и инженерный подходы нужно заменить на **мотивационный** способ предотвращения несчастных случаев и насильственной смерти.

Теория гомеостаза риска утверждает: 1. Изменение поведения водителей влияет на интенсивность катастроф (что очевидно) и, наоборот, интенсивность катастроф влияет на поведение водителей (что менее очевидно). 2. Заданный уровень риска лимитирует интенсивность катастроф.

Величина целевого риска водителей определяет интенсивность дорожных происшествий. Изменив уровень риска, можно изменить уровень катастроф. Мы можем потребовать от водителя, чтобы он жёстко придерживался собственного оптимального уровня риска. Однако, большую точность в профессиональных действиях водителя можно достигнуть лишь путём больших умственных и нервных затрат. Платой за них будет быстрое наступление психической усталости и, как следствие, появление риска совершения крупной ошибки.

Представьте себе, что вы ведёте машину по идеально прямой дороге. Манипулируя рулём, вы удерживаете автомобиль на курсе. Так как этого невозможно добиться с математической точностью, вы быстро обнаружите, что автомобиль отклоняется от цели и нужно скорректировать курс. Некоторое время спустя, вы видите новое отклонение и делаете новую коррекцию, и так далее. Большую часть времени ваш автомобиль движется к точке, расположенной или слева или справа от цели. Вы можете, конечно, попытаться уменьшить величину (амплитуду) и длительность (длину волны) ошибок наведения до абсолютного минимума, но это потребует увеличения концентрации внимания, и вы можете прозевать нечто крайне опасное. Поэтому нужно не минимизировать ошибки управления, а удерживать их в обоснованных пределах. Таким образом, лучше ошибаться, чем не ошибаться, при условии, что ошибка попадает в заданные пределы.

Вопрос: каковы причины происшествий на дорогах?

Обычно отвечают так: двигатель загло, шина лопнула, водитель плохо видит, атмосферное давление низко (или велико), дорога узка, слишком быстро (медленно) ехал, выпил много (или не опохмелился), молодой ещё (или старый), погода плохая (или хорошая), водитель – левша или с женой поругался.

Замечание. Приведём выдержки из заявлений Канадских водителей к своим фирмам автострахования:

- Я сбил человека. Он признал, что был не прав, т.к. его уже давили.
- Парень перекрыл всю дорогу; я крутил рулем, пока его не настиг.
- Пешеход понятия не имел, куда и как идти, так что я его сбил.
- Невидимый автомобиль возник из небытия, был атакован моим и уничтожен.
- Я врезался в фонарный столб, который заслонял пешехода.
- Глянув на тещу, я съехал с дороги, и соскользнул с набережной
- Я ехал к доктору лечить понос, когда прихватило; ну и попал в аварию.

И никто не помнит о психологии риска и о привычном водителю риске. А зря! В них-то все и дело.

Британский психолог Д.Тейлор обследовал 20 водителей, следующих предварительно выбранным маршрутом по окраине Лондона. Этот маршрут включал большое разнообразие дорог: переулки с магазинами, улицы пригородной жилой зоны, извилистые деревенские дороги, шоссе

и автострада. Водители были снабжены оборудованием, которое измеряло электрическое сопротивление кожного покрова. В ходе эксперимента количественно измеряли (по потоотделению) степень страха, испытываемую водителем при реакции на некоторое событие. Водитель, приближаясь к светофору и видя изменение его цвета с зеленого на желтый, проявляет малый эффект, но неожиданное обнаружение другого автомобиля, летящего ему в лоб, обычно производит на него большое впечатление.

В исследовании Тейлора были измерены три важные переменные для каждого из 40 различных отрезков дороги:

(а) Интенсивность катастроф, приходящаяся на автомобиль в расчёте на единицу пройденного пути. Этот параметр вычислялся делением зарегистрированного числа аварий, случившихся за последние два года, на число проехавших автомобилей, и затем делением этого отношения на длину отрезка пути, измеренную в милях. Эта переменная представляет пространственный **объективный** риск катастроф на автомобиль на милю движения по конкретному участку дороги.

(б) Интенсивность показаний датчика водителя в расчёте на милю: общая активность детектора (произведение числа и величин откликов) делённая на отрезок пути. Эта переменная, даёт пространственный **субъективный** риск катастроф на водителя на милю при движении по конкретному участку дороги.

(в) Средняя скорость движения машин на каждом отрезке пути.

Была обнаружена положительная связь между параметрами (а) и (б), указывающая на то, что водители проявляют больший субъективный риск на участках дороги, которые отмечены в полицейских отчётах, как участки, где чаще встречаются катастрофы. Очевидно, что водители в среднем чувствительны к условиям, в которых аварии встречаются и реагируют на них увеличением чувства страха. И что они делают в этих условиях? Наблюдающаяся отрицательная корреляция между катастрофами/автомобиль/ миля и средней скоростью движения автомобиля показывает, что в опасных условиях водители притормаживают, а по участкам дороги с низкой вероятностью катастроф едут быстрее.

Водителями придерживаются **стабильной во времени** степени риска при движении по разным участкам дороги. На тех участках дороги, где водители ощущают повышенный риск, они замедляют движение, и тем самым тратят больше времени на преодоление этого участка дороги, довольно долго нервничая. Напротив, там, где страх ниже, они двигаются с большей скоростью, так что нервозность на милю проявляется короткое время. Интенсивность показаний датчика (оценка субъективного риска) на **единицу времени** путешествия, проявляет относительную стабильность и не зависит от конкретного участка дороги, по которому следует водитель, а также не зависит от темпов катастроф на автомобиль на милю на этом участке дороги.

Объективный и субъективный риски, определенные не на милю пути, а на единицу времени путешествия не зависят от вариаций дорожных условий. Причина заключается в способности водителя изменять свои действия. В какой-то степени он может влиять на реальный риск (например, принимая или отвергая возможность обгона, или просто решая ехать медленнее или быстрее). Если он контролирует себя, нет причин, почему он должен хотеть большего риска на одном участке дороги, чем на другом.

Таким образом, интенсивность катастроф – саморегулирующийся процесс с обратной связью.

Рассмотрим всю совокупность пользователей дороги в данном регионе (под регионом будем понимать город, деревню, район, область или страну). Будем рассматривать интенсивность катастроф на душу населения. Учтём все случаи гибели людей в авариях, произошедших в регионе за конкретный отрезок времени (скажем, год). В качестве целевого параметра выберем запланированный уровень риска, т.е. степень риска катастроф, которую разные люди допускают на выбранный период времени (степени риска в разные времена могут быть различны). Тогда, если ожидаемая прибыль от рискованного поведения высока, а ожидаемые издержки (неприятности) относительно низки, запланированный уровень риска будет высоким. Выражение "заданный уровень риска" не следует понимать так, как будто люди стараются достигнуть некоторого уровня риска ради его самого. Целевой риск не означает риска ради риска.

Запланированный уровень риска катастроф (степень осторожности поведения водителя на дороге) определяется четырьмя факторами:

1. Ожидаемые выгоды от различных типов рискованного поведения: например, выигрыш во времени при езде с большой скоростью или удовольствие от рискованных маневров в борьбе со скукой.
2. Ожидаемая стоимость разных типов рискованного поведения: затраты на ремонт своего и чужого автомобиля, оплата лечения пострадавшим по твоей вине.
3. Ожидаемый доход от различных типов безопасного поведения: например, страховые скидки за безаварийное вождение.
4. Ожидаемые затраты при различных типах безопасного поведения: Например, использование неудобного ремня безопасности.

Чем выше значения факторов 1 и 4, тем выше запланированный уровень риска. Он будет понижаться при повышении величин факторов 2 и 3. Некоторые мотивационные факторы во всех четырех категориях по своей природе являются экономическими; другие имеют культурное, социальное или психологичное происхождение. Запланированный уровень риска вовсе не означает, что люди стремятся к успеху, рассчитывая точные вероятности различных возможных последствий своих действий и, соответственно, их положительные и отрицательные стороны. Человек выбирает степень риска интуитивно, а не на основе точных расчётов ожидаемых затрат и доходов.

Очевидно, что экономические стимулы влияют на запланированный уровень риска конкретного человека. Если он перемещает себя или товары из пункта А в пункт В ради заработка, то быстрая езда обеспечивает доход (время – деньги). Но при этом возрастает риск катастроф, стоимость топлива и износ автомобиля. На аварийный риск влияют и другие причины, помимо экономических. К ним относятся: поиск разнообразия, борьба со скукой, любопытство, страсть к приключениям, потребность в адреналине. Почти половина всех путешествий приходится на выходные и отпуска. В дорогу отправляются по разным причинам: для самопознания, размышлений, мечтаний, поиска работы или решения семейных проблем. Люди стремятся вовсе не к минимизации пробега или потраченного времени, а к удовольствиям: психической разрядке, единению с природной средой т.п.

Запланированный уровень риска человека в сфере транспортных катастроф определяется, как уровень субъективного риска аварий, при котором стремятся достигнуть максимального значения разницы между доходом и затратами. Возможны случаи, когда к риску обдуманно стремятся, но большинство рисков, которым люди подвергаются гораздо чаще, пассивно принимается, как неизбежное следствие несвободного выбора своих действий. Каждый, кто отправляется в путь, знает, что может попасть в аварию, или из-за собственного поведения, или из-за поведения других участников движения, которое невозможно ни предсказать, ни проконтролировать. Пассивное восприятие риска типично для путешествующих в общественном транспорте. Любой пассажир, оказавшийся на борту самолёта, поезда или автобуса принимает решение по риску лишь на стадии выбора способа путешествия. Затем он уже не контролирует события. Таким образом, субъективный уровень риска может быть в некоторых случаях описан как предпочтительный или желательный, но в других случаях его лучше трактовать как допустимый или терпимый.



Рис. 3. Теоретическое представление водителей в виде максимизации чистого дохода и оптимизации риска. Функции определяют интенсивность и способ передвижения, так что ассоциированный уровень субъективного риска соответствует точке, при которой ожидаемый уровень дохода максимальным. Отметим, что кривая y_3 проведена так, что каждое значение y_3 равно соответствующему значению y_1 минус абсолютное значение y_2 .

Почему люди выбирают уровень риска катастроф отличным от нуля? Дело в том, что по мере увеличения риска катастроф (например, из-за увеличения скорости движения) увеличивается как прибыль, так и убыток. Большая скорость уменьшает время путешествия, но связана с большим волнением и стрессом. Большая скорость также означает больший износ и повреждение автомобиля, высокую стоимость бензина, поражение в правах и ряд тяжёлых последствий, если авария все же произойдёт. Для каждой скорости движения и уровня субъективного риска катастроф, ожидаемый чистый доход равен ожидаемой прибыли минус ожидаемые потери. Кривая зависимости чистого дохода от скорости проходит через максимум. При нулевой скорости или при нулевом субъективном риске, нет движения, и чистый доход от путешествия равен нулю. Когда скорость чрезвычайно высока, ожидаемый убыток больше прибыли и чистый доход сначала падает, а затем становится отрицательным. Экстремума избежать невозможно. Поэтому люди ни минимизируют, ни максимизируют опасность катастроф, а пытаются максимизировать ожидаемый чистый доход от путешествия по дороге, выбирая скорость движения.

Некоторые различия в запланированном риске разных людей носят долговременной характер. К ним относятся: культурный уровень, состояние экономики, социальный статус человека, способность к безаварийной езде, профессия, возраст, уровень образования, пол и черты характера. Кратковременные вариации, относящиеся к одной и той же личности, могут быть вызваны такими обстоятельствами, как специфическая цель путешествия, необходимость прибытия вовремя, рассеянность, плохое настроение, усталость, влияние алкоголя и т.п. Наконец,

некоторые изменения в целевом риске кратковременны и могут быть созданы самой личностью в ходе путешествия. Запланированный уровень возрастает в ходе движения и падает, если обстановка позволяет водителю отдохнуть. Известно, что водители, длительное время проведенные за рулём, не притормаживают при выезде на главную дорогу, способны внедряться в такие разрывы между машинами, которые они считали совершенно непригодными в начале пути. Неожиданное изменение в условиях путешествия, типа ливневого дождя, при отсутствии укрытия, вынуждает пешеходов и велосипедистов устремляться к пунктам назначения, увеличивая риск катастроф.

Ожидаемый человеком уровень транспортных катастроф возникает из трёх источников: прошлый опыт его путешествий, собственная оценка аварийного потенциала конкретной ситуации и степень уверенности водителя в своей способности принимать правильные решения и хорошо управлять автомобилем в сложных ситуациях. Прошлый опыт водителя включает множество типов предыдущих событий: случаи, вызвавшие страх, транспортные конфликты, ситуации, близкие к авариям, неожиданные сигналы, аварии, свидетелем которых он был, рассказы друзей о катастрофах, чтение отчетов в средствах массовой информации. Этот опыт даёт водителю общее впечатление о степени риска на дороге. Текущая ситуация включает особенности дорожной среды (погода, разметка, знаки и сигналы), скорость движения и направление, а также поведение других участников движения. Люди определяют свою причастность к риску по этим особенностям. Запланированный уровень риска будет относительно низким, если человек уверен в своем водительском мастерстве, и высоким, если человек сомневается в своих возможностях.

Водители непрерывно отслеживают ощущаемый ими уровень риска, сравнивают его с запланированным уровнем и пытаются уменьшить разность между ними, независимо от того, положительна она или отрицательна. Точнее, они стремятся уменьшить расхождение до неразличимого уровня, НУ. Если разница между ощущаемым риском и запланированным уровнем риска ниже НУ, личность не изменяет своего поведения. Когда же она превышает НУ, человек выполняет корректирующие действия. Некоторые из этих корректирующих действий дают немедленный эффект, другие приводят к долгосрочным последствиям. Решения, оказывающие кратковременное влияние на безопасность, включают изменения направления движения, скорости, дистанции или траектории; сигналы другим участникам движения; использование ремней безопасности; включение или выключение фар; увеличение или уменьшение умственных усилий в решении водительской задачи; концентрация на специфической и общей бдительности.

Любое предпринятое действие, несёт объективную вероятность риска несчастного случая, большего или меньшего. Общая сумма всех предпринятых действий, вместе с объективным риском каждого из них, для всех пользователей дороги в регионе и за весь период времени (например, год), определяет число смертей от аварий на транспорте в этом регионе за год. Впоследствии эти потери влияют на уровень риска, который ощущают оставшиеся в живых участники движения. До тех пор, пока запланированный уровень риска остаётся неизменным, потери от несчастных случаев и степень последующей осторожности, отражающаяся на поведении водителей, связаны друг с другом во взаимно компенсирующем процессе, развертывающимся во времени.

Если в прошлом интенсивность несчастных случаев была ниже запланированного уровня риска, то в будущем водители сохраняют манеру езды и количество своих поездок. Но они будут поступать противоположным образом, когда прошлый опыт дорожных инцидентов, превышает запланированный уровень риска.

Пример 1. Теория гомеостаза риска дала объяснение тому, что случилось в Швеции и Исландии при переходе с левостороннего на правостороннее движение. К огромному удивлению многих, сразу после перехода число несчастных случаев в расчёте на душу населения упало, причём существенно, но впоследствии вернулось на прежний уровень. Согласно теории гомеостаза риска эти факты можно объяснить следующим образом. Из-за большого страха, возникшего из-за противоречия новых правил привычным навыкам вождения, водители сначала переоценили уровень риска несчастных случаев. Мысль проснуться следующим утром и двигаться по противоположной стороне дороги сделала водителей очень боязливыми. Некоторые дорожные эксперты ожидали гибельных последствий. Однако, собственный уровень риска намного превысил реальный. В результате водители стали вести себя необычайно осторожно, что привело к заметному падению числа аварий. Через год после изменения правил движения число жертв транспортных катастроф уменьшилось на 17%. Спустя некоторое время, водители поняли по личному опыту и из сообщений СМИ, что новая ситуация оказалась вовсе не такой опасной, как они полагали. Ощущаемый уровень риска уменьшился, приблизившись к запланированному уровню. Опасения, стимулирующие принятие предохранительных мер, уменьшились, осторожность действий стала не нужной, и число аварий вернулось к своему обычному уровню.

Хорошо бы сделать такие перестройки регулярными и осуществлять их во всех странах раз в два-три года!

Пример 2. Можно было бы ожидать, что полные потери в инцидентах на дорогах (сумма частоты аварий и их серьёзность) в дождливую погоду будут больше, чем в хорошую погоду. Но это не так!

Установлено, что аварии под дождём, хотя и более многочисленны в расчёте на километр пути, однако менее серьезны по своим последствиям, чем на сухой дороге. Например, в Канаде, число гибнущих на сухих дорогах на 40% выше, чем на мокрых. В Осло 15% всех инцидентов случается на дорогах, покрытых снегом или льдом, хотя они составляют только ~7% от всех дорог, но относительное число смертей в них ниже. Вырос материальный, но уменьшился персональный ущерб. В плохую погоду число автомобилей на дорогах резко падает. Так, в Англии, густой туман понижает объёмы перевозок до 70% от нормального уровня в будние дни и до 50% – в уикэнды. Это понижает число потенциальных участников аварий, а, следовательно, и число аварий. Сильный дождь заставляет водителей увеличивать интервал между автомобилями и уменьшать скорость движения, что уменьшает аварийность. Из примера следует, что водители стремятся к сохранению своего запланированного уровня риска. В плохую погоду они едут осторожнее, чем в хорошую. Причём настолько осторожнее, что число погибших в ненастную и снежную погоду становится даже меньше, чем в плохую.

Пример 3. Однажды часть парка такси в Мюнхене была оборудована анти-блокировкой тормозной системой, ABS, которая предотвращает блокировку колес при экстремальных условиях торможения, что обеспечивает лучший контроль за автомобилем в ходе быстрого замедления, особенно на скользкой дороге. Теория гомеостаза риска предсказывает, что водители обязательно изменят свое поведение и будут сохранять свою вероятность попадания в аварии в расчёте на час движения до тех пор, пока не изменят свой целевой уровень риска. Автомобили с и без ABS в этом парке такси были одинаковы. Шоферов случайным образом сажали на тот или другой тип автомобиля. Машина с ABS не отличалась от обычной. Отсутствовала какая-либо разница во времени дня, дня недели, сезона и погодных условий, в которых эксплуатировались оба типа такси. Среди общего числа 747 аварий случившихся в течение трёх лет, доля участия ABS-такси была не ниже, чем обычных, но слегка выше, оставаясь, однако, в пределах погрешности. Эти авто плохо представлены в подгруппе аварий, в которых виноваты шоферы такси, но ясно – в инцидентах, в которых водители были невиновны. Серьезность аварии не зависела от наличия или отсутствия ABS. Во второй части эксперимента исследователи установили акселерометры в 10 машин с ABS и в 10 без ABS, не предупредив водителей. Датчики измеряли g-силу ускорения и замедления по десять миллисекунд в ходе 3276 часов вождения. Обнаружено, что резкие торможения происходили чаще у авто с ABS. Одновременно фиксировали стиль вождения: наблюдатели (под видом пассажиров) выставляли оценки по некоторой шкале. Все оценки касались одного маршрута в 18 км. Скорости движения такси измеряли в четырёх определенных пунктах этого маршрута. Шоферы не знали, что велись наблюдения за их манерой вождения, а наблюдатели не знали, сидят ли они в машине с ABS или без. Водитель знал, снабжён ли его автомобиль ABS. Анализ оценок показал, что шоферы такси с ABS, осуществляли более крутые повороты, были менее точны в удержании на своей полосе движения, сокращали интервал движения, плохо корректировали свои действия при совместных маневрах и создавали большее число "дорожных конфликтов". Наконец, по сравнению с обычными, ABS такси двигались быстрее в каждом из 4 контрольных пунктах маршрута. Все эти различия были значимы. При продолжении этого эксперимента, исследователи анализировали аварии, зарегистрированные в течение дополнительного года. Никакой разности в числе аварий и их серьезности между с ABS и без ABS авто не наблюдалось, но ABS такси имели большее количество аварий при движении на скользких дорогах по сравнению с обычными авто. Большое снижение, однако, в полном числе аварий произошло на четвертом году эксперимента по сравнению с предыдущим трехлетним периодом. Исследователи приписывали это тому, что компания, в усилии, уменьшить число аварий, заставила шоферов оплачивать часть затрат на ремонт авто, и пригрозила увольнением водителей, накопивших большое число инцидентов. Итак, реагируя на установку тормозов ABS, шоферы изменили свое водительское поведение. 1) Они использовали преимущества ABS, но изменений в числе аварий на единицу времени движению не было замечено. 2) Независимо от того, вели ли они авто с или без ABS, уменьшение числа несчастных случаев произошло, когда целевой уровень водительского риска был сокращен из-за увеличения стоимости опасного поведения.

Пример 4. В эксперименте в Нидерландах по воздействию ремня безопасности на стиль вождения проводили на автостраде длиной 105 км. Те водители, которых пристегнули, поехали быстрее, чем без ремней безопасности, стали притираться к впереди идущей машине, перестраиваться с большими скоростями, и с опозданием тормозить перед препятствием. Внедрение ремней безопасности привело к росту числа водителей, пострадавших при авариях!

Пример 5. Однажды, полицейский отдел города Nashville, Штат Теннесси, стал решительного расправляться с нарушителями правил дорожного движения. Число задержанных на 52% превысило норму. В это же время, разгорелся спор за жалование между полицейской управой и городом, что стало причиной последующего изменения активности ГАИ. Усиленное штрафование было прервано тактикой, которую полицейские выбрали для усиления своей позиции на переговорах о зарплате: они понизили ловлю нарушителей до 36% от нормы. Через некоторое время спор разрешился, и число штрафов за нарушение правил езды вернулось к обычному

уровню. Итак, было 4 периода: сначала частота претензий была 100%, затем выросла до 152%, потом упала к 36% и, наконец, снова 100%. Саботаж полиции широко освещали средства массовой информации: радио, телевидение и газеты. Частота аварий с порчей имущества, травмами и гибелью людей была прослежена в течение этих периодов. Оказали ли эти изменения в активности ГАИ какое-либо влияние на частоту или серьезность инцидентов? Нет, согласно исследователям: *"настоящий ретроспективный анализ полицейских мер преследования нарушителей показал, что широкое изменение активности ГАИ не оказало никакого измеримого влияния на частоту или серьезность дорожных происшествий, даже когда вмешательства полиции пропагандировались"*. Возможно, что намного большая активность полицейского принуждения дала бы результат, но сомнительно, чтобы он был продолжительным. Если бы физически, материально и политически удалось увеличить принуждение в десять или больше раз, то интенсивности нарушений правил движения уменьшились бы. Но как только аварийность упадет, и проблема катастроф сократится, возрастет интерес широкой публики к социальным проблемам иным, чем дорожная безопасность. Другие, чем движение, факторы (насилие, воровство, вандализм, злоупотребление наркотиками) станут более актуальным на политической арене, на полицию перестанут давить и ГАИ лишится оснований, необходимых для поддержания интенсивности преследования нарушителей движения. Активность ГАИ уменьшится; водители обнаружат это, и станут склоняться к нарушению правил движения и инструкций. Постепенное возвращение к первоначальному числу аварий станет конечным результатом. Не стоит говорить, что краткосрочное снижение числа катастроф не заслуживает внимания, но то, что оно лишь временно следует признать.

Пример 6. Леди Осторожный Шофёр за четыре года попала в четыре аварии. Это – редкое событие, с вероятностью 1 на 10000 водителей. Ни в одной из этих аварий не было её ошибки. Это делает её случай ещё более редким. Во всех случаях происходили столкновения с другим автомобилем. Она была чрезвычайно осторожным водителем в том смысле, что ехала на своем фургоне со скоростью значительно ниже предельной скорости на четырех полосной автостраде, на ней всегда был пристегнут ремень безопасности. При стоп-сигнале светофора она долго ждала пока интервал с впереди идущим авто станет достаточно большим и можно будет двигаться вперед. Если что-то было не так, она тормозила и останавливалась. Три раза в неё врезались сзади, причем в четвёртый раз - машина ГАИ! Леди Осторожный Шофер подарила интересный парадокс. Она была очень осторожна, настолько осторожна, что её поведение было непредсказуемо для других водителей. Это и втянуло её в аварии. Но! Если бы каждый вёл себя так же осторожно, как она, было бы меньше катастроф.



Анализ данных по количеству смертей на дорогах США в 20-м веке показал, что число несчастных случаев, выраженное как число смертей на 100 миллионов миль пробега, обнаруживает заметное и более или менее регулярное уменьшение. При этом полный пробег на душу населения, в тысячах миль на жителя, показывает точно противоположный ход: заметное и довольно регулярное увеличение. Произведение данных для этих двух кривых равно числу смертей на дорогах, приходящихся на 100000 жителей. Оказалось, что этот показатель смертности на душу населения не меняется во времени! Имеются отдельные взлеты и падения в смертности в автокатастрофах на душу населения, но они колеблются вокруг средней величины 23 гибели на 100000 жителей. Таким образом, как только смертность на км падает наполовину, люди удваивают пробег. При этом смертность в автокатастрофах в год в расчёте на душу населения остаётся неизменной.

В то время как интенсивность смертности, приходящаяся на единицу пробега, с годами значительно понижается, никакого систематического уменьшения гибели в автокатастрофах на душу населения не происходит из года в год. Это ставит вопрос, по какому критерию лучше всего измерять эффективность мер по безопасности движения: как смертность на км пробега или смертность на душу населения.

Уменьшение (примерно в восемь раз) смертности на единицу пути между 1923 и 1987 гг., вызвано строительством хороших дорог, созданием управляемых и безопасных автомобилей, улучшением работы скорой помощи, и т.п. В этом смысле достигнут большой прогресс. Напротив, на степень безопасности движения, рассчитанную на жителя в год принятые меры так благоприятно не воздействовали. С точки зрения теории гомеостаза риска, это не удивительно, потому что теория ожидает, что люди изменят свое поведение сразу после принятия противоаварийных мер. Не просто изменят, а увеличат неожиданно снизившийся риск и подтянут его до привычного уровня. Но если их целевой уровень риска инцидентов не понизился, нет никакой причины ожидать, что число аварий в расчёте на одного водителя снизится. На тех участках дороги, где число несчастных случаев на километр и на транспортное средство низко, водители едут быстрее, так что число несчастных случаев в час на автомобиль остаётся по существу неизменным. Увеличение скорости в два раза позволяет преодолевать расстояние за время в два раза меньшее или, затратив одно и то же время в пути, можно удвоить расстояние. Таким образом, если построить хорошие безопасные дороги, то водители прореагируют, увеличив скорость движения и, следовательно, число аварий с тяжёлыми последствиями.

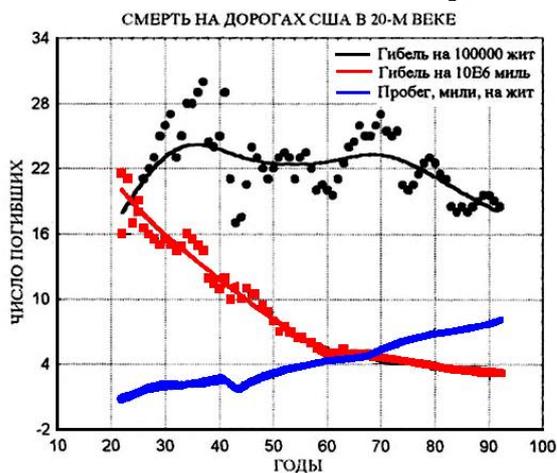
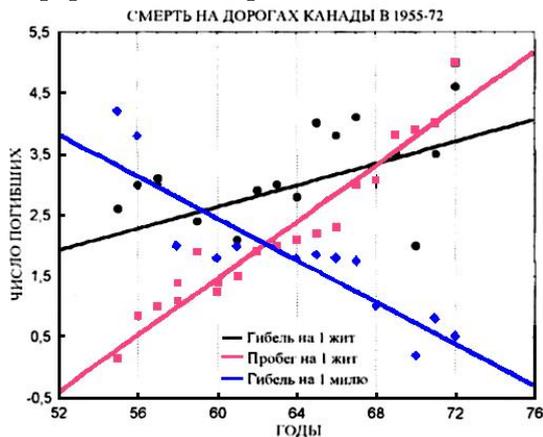


Рис. 4. Гибель в автокатастрофах, отнесённая на пройденное расстояние, смертность на душу населения, и пробег на душу населения в США, 1923-1987.

Если в качестве эффективного критерия безопасности мы возьмем число несчастных случаев на км дороги, техническая модернизация будет выглядеть эффективной. Министерство транспорта будет довольно. Нововведения подобного типа также продуктивны с точки зрения вашей собственной выгоды, потому что они позволяют вам быстрее преодолевать единицу пути и таким образом наслаждаться большим расстоянием перемещения при той же

величине риска смерти в час на дороге. Но с точки зрения здравоохранения, ситуация совершенно другая, так как не уменьшается число людей, погибающих на дорогах. Министерство здравоохранения будет не довольно. Но и вы тоже, потому что вероятность гибели на дорогах не уменьшилась, а возможно, даже увеличилась!

В некоторые периоды интенсивность смертей на единицу пути понижалась, в то время как интенсивность смертности в дороге на душу населения увеличивалась. В годы, следующие за Второй Мировой войной, включая 1972 год перед нефтяным кризисом, Канада испытала эру относительно стабильного экономического роста. Показатель смертности на единицу пути понизился, пробег автомобиля в расчёте на человека вырос, а показатель дорожной смертности на душу населения, в среднем, рос на 0.8 % в год. В этот период шла большая реконструкция дорог, строительство автострад с четырьмя полосами движения, которые обеспечили устойчивое и комфортабельное перемещение на автомобиле от города к городу. В результате, люди перебрались из поездов, в собственные автомобили и на дороги.



В 1955 поездки поездами составляли 296 км на душу населения, в 1972 - 151 км, причём поезда были в 30 раз безопаснее в расчёте пассажир/километр, чем автомобильные дороги. Поэтому неудивительно, что показатель дорожной смертности на жителя повысился.

Рис. 5. Число смертей на единицу транспортного пути и расстояние перемещения на душу населения в период экономического роста Онтарио в 1955-1972. Показатель смертности на единицу пути понизился, пробег машины на человека вырос, а показатель дорожной смертности на душу, в среднем рос на 0.8% в

год.

Это приводит нас к замечательному заключению: одна и та же мера против инцидентов может улучшить безопасность в расчёте на километр пути, но способствовать увеличению числа несчастных случаев на душу населения! Как выразился один исследователь: *"Обеспечение более безопасной деятельности может увеличивать смертность"*. Кажущийся парадокс этого утверждения состоит в том, что действия типа строительства более безопасного км дороги вызывает прилив к нему большего количества машин, поэтому большее количество людей погибает из-за этого благодеяния. Итак, внедрение большего количества безопасных автомобилей и идеальных дорог может привести к уменьшению показателя смертности на км дороги, не вызвать какое-либо изменения в показателе смертности на час пути, и привести к более высокому показателю смертности на дорогах в расчёте на душу населения.

Таким образом, снижение числа аварий на единицу пути можно рассматривать как триумф министерства транспорта, в то время как сопутствующее повышение смертности в дорожных происшествиях на душу населения может вызывать глубокую озабоченность в министерстве здравоохранения. Можно сказать, что *"да, операция была успешна, но пациент умер"*. Другими словами, технические новшества, внедрённые с целью большей безопасности, могут обеспечить большее количество километров пути на человека в год, но не в состоянии прибавлять годы к человеческой жизни.

Имеют место заметные колебания в ежегодных дорожных интенсивностях смертей на душу населения США в районах 1923 («Великая депрессия») и 1989 («Нефтяной кризис») гг. Согласно теории гомеостаза риска, всплески произошли из-за изменения в целевом уровне риска, а не вызваны технологическими, юридическими, образовательными или другими противоаварийными мерами.

Целевой уровень риска предполагает зависимость от четырех факторов:

1. Выгоды, ожидаемые от опасного поведения.
2. Затраты, ожидаемые от осторожного поведения.
3. Выгоды, ожидаемые от осторожного поведения.
4. Затраты, ожидаемые от опасного поведения.

Первые два фактора увеличивают целевой уровень риска, в то время как последние два его сокращают. Какие именно факторы вызвали колебания в целевом уровне риска? Ответ имеет экономическую природу.

Когда экономика находится на спаде, выгоды, ожидаемые от опасного поведения, сокращены, потому что время стоит меньше денег. Получают мало дохода от проезда многих км и от быстрой езды, не большой выгоды от проезда на красный или жёлтый свет или от срезания углов. В то же самое время, затраты, от опасного поведения увеличены: приходится платить за несчастные случаи, за бензин, за лечение попадающих в аварию, за автомобильный ремонт, за износ и повреждение транспортного средства и т.д. Затраты высоки, а реальный доход низок. Ожидаемый выигрыш мал, а потери круто возрастают, так что оптимальный уровень риска сдвигается в сторону более низкого уровня.

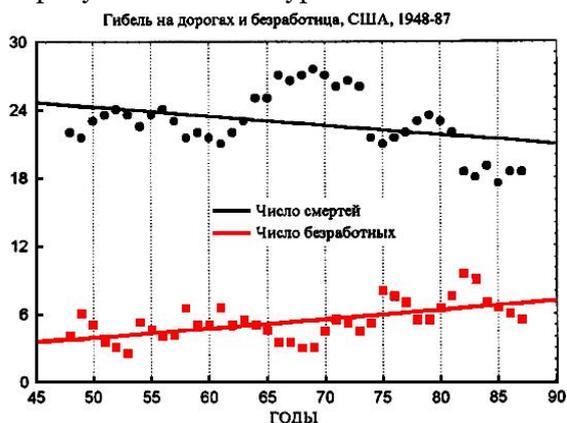


Рис. 6. Ежегодные вариации в уровне безработицы и интенсивности дорожных смертей на душу населения США в 1948 – 1987 гг.

Всегда, когда регистрировался рост безработицы, одновременно падал показатель дорожной смертности на душу населения. Уменьшение уровня безработицы происходит синхронно с уменьшением показателя смертности. Пики и высокие уровни показателя смертности, достигаются в тех же самых периодах времени, где регистрируются впадины и долины на уровне безработицы, и наоборот.

Итак, при плохих временах люди уменьшают пробеги и управляют автомобилем осторожней. Это доказывает, что *"ничто не так плохо, чтобы не быть хорошим для чего-нибудь"*.

Существует три типа мастерства водителя, которые влияют на уровень запланированного риска и последующие действия: воспринимающая способность, способность к принятию адекватных решений и умение управлять автомобилем. Способность к восприятию определяется близостью субъективного риска к объективному. Люди, не умеющие принимать правильные решения или плохие водители, имеют малый риск катастроф, если осознают свои недостатки и действуют осторожно. Как сказал Леонардо да Винчи: *"Тот, кто страшитса опасностей не пострадает от них"*. При этом, если способные к решениям и умелые водители переоценивают свое мастерство, их риск аварий выше чем у неспособных и неумелых. Аналогично, водители с

очень большими уровнями всех трех типов мастерства, но с высоким уровнем запланированного риска, вероятнее попадут в аварии, чем люди с низкими уровнями мастерства. Искусство принятия решения означает способность оператора провести требуемую регулировку для минимизации разницы между запланированным и ощущаемым уровнями риска. Естественно, многое зависит от водительского искусства: насколько эффективно он может осуществить собственное решение.

Уровень выполнения некоторой задачи можно улучшить двумя способами: подгонкой оператора к задаче или подгонкой задачи к оператору. Первое можно достигнуть путём подбора хорошего режима тренировки, путём многократного повторения решения задачи и ознакомлением человека с его уровнем мастерства. Второе достигается улучшением рабочего места, позволяющим оператору лучше выполнить задачу. Уровень водительского искусства может быть повышен путём собственного обучения вождению, либо путём дизайна техногенного окружения, включая модернизацию автомобиля, дороги и сигнализации. Многие из этих нововведений не будут давать устойчивый эффект с точки зрения потерь от аварий на дороге. Только те меры, что влияют на привычный уровень риска населения, могут достигнуть цели.

Почему это так?

Ответ прост: задача участника движения, как он видит её и как её выполняет, состоит не в минимизации риска несчастных случаев, а в оптимизации его путём приведения в соответствие с запланированным уровнем. Человек пытается привести свой целевой уровень риска в соответствие с максимальным чистым доходом, который он может получить из своей манеры езды. Желание извлечь максимальный доход даёт сильную мотивацию к усовершенствованию мастерства. Лучше развитие способностей и умений, облегчающих выбор способов действия, чем высокий уровень риска. Мастерство служит не для минимизации риска, а для оптимизации его. Уровень водительского мастерства у людей не оказывает влияния на потери от несчастных случаев в расчёте на душу населения, но для отдельных водителей индивидуальное различие в мастерстве важно с точки зрения вероятности их персонального выживания.

Ввиду некорректного восприятия объективного риска катастроф, некоторые люди переоценивают риск, тогда как другие недооценивают. Недооценивающие риск получают больше риска, чем запланировали, тогда как переоценивающие опасность получают меньше риска, чем имели бы, будь они лучше информированы.

Рассмотрим воображаемую образовательную программу, направленную на выработку у широких слоев населения улучшенного осознания реальности. Она должна уменьшить риск для недооценивающих и увеличить его для переоценивающих. При этом некоторые будут приобретать лучшую возможность выжить, ибо они больше не будут недооценивать объективный риск, тогда как другие с большей вероятностью погибнут, т.к. они больше не переоценивают объективный риск. Будут ли общенациональные потери от несчастных случаев уменьшены благодаря нашей воображаемой образовательной программы? Потери будут уменьшаться, если средний воспринимаемый уровень риска в популяции был существенно ниже, чем объективный уровень риска, т.е. когда число случаев недооценки риска превосходит число случаев переоценки риска. Повышение целевого уровня риска населением – полезная вещь. Но образование способно ухудшить ситуацию, если целевой риск у людей понизится: они без страха бросятся в авантюры и погибнут. Поэтому к образованию надо подходить осторожно!

Возникает вопрос: недооценивают ли обычно люди объективный риск несчастных случаев? Исследования показали, что водители достаточно хорошо согласны друг с другом при сравнении аварийности различных участков дороги. Их коллективное восприятие риска соответствует объективному числу несчастных случаев/автомобиль/ километр на каждом участке дороги. Тот факт, что водители коллективно дают точную оценку относительного риска, не уменьшает возможность, пере- или недооценивания группой автолюбителей объективного уровня риска конкретных маневров в конкретных дорожных ситуациях или дорожного движения в целом.

Если вы спросите водителей, как они сами оценивают свое водительское мастерство, обычно окажется, что более половины из них водит лучше среднего. Этот арифметический абсурд часто наблюдается при обследовании других сфер жизнедеятельности человека и вызван тем фактом, что излишняя самоуверенность встречается чаще, чем недооценка себя самого. Люди склонны к надеждам, они нереалистично оптимистичны, а не нереалистично пессимистичны. Люди чаще недооценивают транспортный аварийный риск, подвергая себя ему. Есть два фактора, которые должны приглушить любой энтузиазм от нашей воображаемой общенациональной программы улучшения восприятия риска, как средства уменьшения числа катастроф на душу населения. Один из них уже упоминался – программа будет приводить к увеличению риска несчастных случаев для переоценивающих риск. Другой фактор связан с людьми, переоценивающими свое мастерство, но контролирующими себя, проявляющими большой оптимизм и упорство в решении задачи, а также психическое здоровье.

Традиционная политика увеличения дорожной безопасности проходит под флагом "Трёх Е": Техника, Образование и Принуждение (*Engineering, Education and Enforcement*).

В теории гомеостаза риска не отрицает выгоды безопасности, которые можно получить через образование или обучение. Под "образованием" мы понимаем усилия, направленные на

просвещение и воспитание, с тем, чтобы передать как можно большее количество зрелых представлений, знаний и оценок. "Обучение" означает прививку реального восприятия окружающей среды, принятия правильных решений и развития водительских навыков. Тезис, что образование может принудить людей к понижению своего запланированного риска, совместим с теорией гомеостаза риска. Мы должны быть нацелены на уменьшение целевого уровня риска, как посредством материальных стимулов, так и через расширение морального осуждения, внедрение осознания безопасности, понимание персональной ответственности, учёта мнения других людей.

С обучением, однако, дело обстоит сложнее. Согласно ТГР обучение нельзя использовать



для уменьшения гибели на дорогах.

Тем не менее, обучение водителей часто рассматривают как противоядие от несчастных случаев. Некоторые страны даже требуют обязательного официального обучения водителя. То, что мудрость этого сомнительна, иллюстрируется историей с законом Квебека, который сделал курсы обучения водителей принудительными для любого желающего получить водительские права. Этот закон не оказал заметного влияния на частоту или серьезность инцидентов среди недавно получивших права водителей.

Британские исследователи сравнили число аварий с водителями, обученными следующими способами: (а) автошкола, (б) друг или родственник, и (в) комбинированное обучение. Безопасность выражали в терминах среднего числа км дороги на число аварий. Чем выше этот коэффициент, тем безопаснее. В первой группе (а) среднее число было 19,4 км; с другом или родственником (б) – 22,8 и для комбинированного обучения (в) 14,5 км. Другими словами, самая наибольшая безопасность была в группе (б) – среди тех водителей-новичков, которые не получили никакой профессиональной подготовки. В эксперименте, который проводился в США, претендентам на водительские права не позволяли выбирать, а произвольно назначали одно из трёх условий обучения. Первое было разработано Национальной Администрацией Дорожной Безопасности Движения и считалось наиболее расширенным и полным обучением. Оно включало 32 часа инструктажа в классе, 16 часов – на тренажере, 16 часов вождения на площадке, 3 часа практики маневров в непредвиденных случаях, и более 3 часов вождения по городским улицам, включая 20 минут ночной езды. Вторая группа обучалась по минимальной программе, обеспечивающей навыки, необходимые для удовлетворения критерию водителя. Она включала всего 20 часов инструкций в классе, на площадке и на тренажере, и только один час вождения. Третья группа студентов не получила никакого формального обучения и тренировалась родителями. Водители, закончившие лучшую программу обучения, быстро получили водительские права и имели **большее** количество аварийных ситуаций, чем те, кто получил минимальное обучение или вообще не обучались ни в какой шоферской школе. Нет никакой существенной разности в числе аварий среди водителей последних двух групп.

Очевидно, что результаты этого крупномасштабного эксперимента не поддерживают идею, что улучшение образования водителя предотвращает аварии. Это согласуется с ожидавшимся на базе теории гомеостаза риска. Но почему дипломированные специалисты высшего уровня обучения дали наихудшие результаты? Объяснение заключается в том, что студенты минимального курса, закончили его с сильным недоверием к собственным навыкам вождения, что привело к затруднениям в получении прав и большим количеством предостережений в начальный период самостоятельного вождения. Отдельные тесты водительских навыков группа с интенсивным обучением выполнила лучше, чем группа с минимальным обучением, и впоследствии добивалась большего успеха, чем группа плохого обучения. Так что навыки не могли вызвать различия. Наиболее вероятно, что различие возникло из-за самонадеянности "отличников", из-за недооценки риска, из-за переоценки собственной способности, вдохновленной привилегией получения "супер" образования. Новички чаще переоценивают риск инцидентов чем, недооценивают. В равных условиях, они реже попадают в аварии.

Попытаемся путём обучения исправить эту переоценку риска. Тогда дополнительное обучение приведёт к увеличению числа несчастных случаев, потому что дипломированные специалисты считают себя более компетентными. Итак, лучшее обучение будущих водителей – не обязательно означает меньшее количество несчастных случаев.

Критики сразу же определили теорию гомеостаза риска, ТГР, как **"дикие законы сохранения страдания"** и **"дьявольский соблазн безопасности сообществ"**. Они утверждали, что её так же трудно доказать, как существование Бога (что не так, слава Богу) или просто обзывали банальностью. Одни полагали, что **"...требование, чтобы риск на единицу времени был**

постоянен, аналогично требованию, чтобы все люди были одинакового роста или думали, что они одинакового роста". Другие писали: *"существенные аргументы против применимости гомеостаза риска основаны на непоследовательности её теоретических формулировок.* Теорию гомеостаза риска порицали за "нигилизм" или "пессимизм" так как она бесполезна с точки зрения предотвращения катастроф.

Эта критика легко парируется: во-первых, гомеостаз не означает постоянства, во-вторых, нет никакого нигилизма в утверждении, что Солнце не вращается вокруг Земли, как люди полагали столетия. Какой ты нигилист, если ты говоришь, что что-то неправильно работает? Нет ничего пессимистического в ТГР с точки зрения потенциала для предотвращения катастроф. Теория как раз утверждает, что интенсивность катастроф в расчете на километр пути может быть снижена. Да, критикуются традиционные меры предупреждения несчастных случаев с автолюбителями, неспособные уменьшить интенсивность катастроф на душу населения, но зато предлагаются другие меры повышения безопасности на дорогах. Сторонник ТГР не более пессимистичен, чем терапевт, говорящий своему пациенту, что воспаление горла нельзя вылечить кровопусканием, одновременно вручая ему рецепт на антибиотики.

Управление величиной запланированного риска можно проводить разными путями. Выше мы упоминали, что образование способно изменить этот параметр (в отличие от обучения, которое не всегда может дать положительный эффект). Другие методы основаны на агитации в средствах массовой информации. Для успеха пропаганды каких-то идей (в нашем случае – идеи снижения целевого риска) следует соблюдать некоторые правила.

Известно, что воздействие сообщения зависит от доверия агитируемого к агитатору. Результат будет большим, если агитатор воспринимается как хорошо осведомлённый, заслуживающий доверия и свободный от личного интереса в пропагандируемой сфере. Воздействие будет большим, если агитатор чем-то подобен агитируемому. Подобие здесь относится к таким характеристикам как возраст, пол, язык, социальный класс, индивидуальные черты и т.д. Агитируемый должен чувствовать, что агитатор во многом подобен ему, испытывает те же потребности и жизненные цели, т.е. он «наш». Тогда агитируемый может изменить свои воззрения. "Психологическое расстояние" между агитатором и агитируемым сокращается, если провозглашаемые идеи поддерживает аудитория.

Должен ли агитатор призывать к очень сильным изменениям? Чем к большему изменению мы призываем, тем больше будет изменение. Но пропагандируемое изменение, не должно превышать "широту приемлемости". Если пропагандируемое изменение превышает широту приемлемости, никакое фактическое изменение не произойдет или, что хуже, эффект будет обратным: агитируемые изменят свою позицию, но в направлении противоположном пропагандируемому.

Пример 1. В 60-минутной телевизионной программе (в США) разъясняли опасность управления автомобилем в пьяном виде. В противоречии с математическим ожиданием и намерением авторов, программа уменьшила беспокойство слушателей относительно путешествия на выходные. Это произошло вследствие того, что программа, сосредоточенна лишь на одном источнике опасности, а именно, на выпивке. В результате на 20% увеличилось число тех, кто чувствовал, что повышенный риск, обсуждаемый в программе, не касается лично его. Не пьющие слушатели считали, что программа относится только к пьющим водителям и никак не затрагивает их собственного поведения. *Понятно, что пьяный попадёт в аварию. Но я-то не пью, поэтому со мной ничего не случится, могу вести машину, как мне хочется.*

Пример 2. На участке автомагистрали с шестью полосами движения в Австрии, попытались уменьшить скорость движения, которая составляла более 100 км/час. В одном месте установили знак ограничивающий скорость до 80 км/час. В другом месте - знак ограничения до 100 км/час. Второй знак оказал большее влияние на уменьшение скорости, чем первый.

Для большей эффективности, сообщения должны быть конкретны. Общие лозунги типа *"Безопасность первостепенна", "Живому - здоровая жизнь", "Безопасность - не случайность",* или *"Алкоголь уничтожает медленно"* не дают результата. Сообщение должно ясно разъяснить то, какой тип поведения защищается. Что-то вроде: *"Не пил? За руль!"* предпочтительней. Сообщение должно создать состояние мотивации у агитируемого. Мотивирующие обращения принадлежат состояниям, которые личности сами стараются или достигнуть (романтизм, престиж, самореализация) или избежать (ужас, боль, смерть, печаль или насмешка). Но сильные посылки страха вызывают отвращение и ведут к тому, что называется "защитное предохранение": агитируемые теряют внимание к сообщению. Умеренные обращения к страхам полезны, при условии, что аудитория имеет возможность предпринять защитное действие, сокращая испуг. Сообщение оказывает воздействие, если агитируемый может сразу реализовать то, к чему его призывают. Так, телевидение – канал, плохо пригодный для пропаганды езды с использованием привязного ремня или поездок с противотуманными фарами. Но оно эффективно для рекламы против алкоголя и сигарет. Сообщения средств массовой информации обычно имеют прямое воздействие только на относительно малое число слушателей – лидеров мнений, ранее других воспринимających советы. Лидеры затем передают свое измененное поведение другим личным примером. Эффективность увеличивается, когда поведение заметно отражается на всех. Хорошие

результаты получают, когда пропагандируемое изменение реализуется поведением, бросающимся в глаза. Таким образом, для цели расширения эффективности сообщений по безопасности полезно усилить персонально влияющую связь в цепочке массовой коммуникации. Лидеров следует поощрять, например, снабжая их пуговицами или другими значками, благодаря которым другие воспринимают их как сторонников или противников определенных идей.

Пример. Добровольное использование привязного ремня, удвоилось в той части Франции, где его пользователи были поощрены наклейкой на бампер с надписью; "Я застегиваю ремень безопасности. А Вы?"

Сообщения средств массовой информации, если они хорошо воспринимаются, могут оказать значительное влияние на поведение людей. Но эти сообщения конкурируют за внимание с другой информацией и могут не привлекать внимания. Сообщения об инцидентах в газете – наиболее читаемый материал, но они не оказывают влияния на читателя, так как сам читатель избегает происшествий. Для преодоления этого недостатка, в одной газете Онтарио применили образовательный репортерский стиль описания аварий. О несчастных случаях сообщали с большим количеством деталей относительно причинной цепочки событий. Они были описаны в человеческом контексте причин и следствий. Раз в неделю приводили статистику инцидентов, включая дату, место и серьезность. Критическая особенность этой "образовательной журналистики происшествий" состояла в том, что излагали обстоятельства инцидентов. Например: роль алкоголя, возраста и пола, привязных ремней и др. Социологические опросы водителей проводили по телефону до и после восьми недельного применения образовательного репортерского стиля изложения инцидентов. Существенные изменения наблюдались в мнении народном относительно способа сообщения об инцидентах, об их восприятии тяжести последствий, и в значении проблемы инцидентов относительно других видов социального интереса. Особенность этого эксперимента состояла в том, что репортаж об авариях со смертельными исходами использовался для распространения общего знания о причинной обусловленности инцидентов и их предотвращения.

К сожалению оценки эффективности программ средств массовой информации по критерию уменьшения инцидентов проводятся очень редко. Известна одна такая кампания оказавшаяся успешной в этом отношении, – Программа "Правила Зеленого Перехода", нацеленная, на обучение детей безопасному переходу улицы:

- Найди безопасное место для перехода и остановись.
- Встань на тротуаре у бордюра.
- Просмотри вокруг и послушай.
- Если транспорта много, пропусти его, посмотри вокруг снова.
- Когда нет машин, иди прямо поперек дороги.
- Продолжай смотреть за обстановкой на улице, в то время как пересекаешь улицу.

Семь миллионов брошюр, объясняющих Программу, было распределено в Великобритании. Контрольные листки заполнялись родителями, удостоверяющими, что их ребенок доказал понимание Правил, при трехкратном переходе дороги под наблюдением родителей. Программа освещалась в газетах и по телевидению. Выпускали эмблемы и давали объявления в кинотеатрах. Каждая семья в среднем пять раз видела сообщения по телевидению, и четырнадцать – в газете. Предполагаемые на основе предыдущего опыта интенсивности катастроф сравнивали с фактическим числом несчастных случаев. 11% процентное падение интенсивности наезда на детей возраста от пяти до девяти лет найдено в течение трех месяцев реализации Программы. Экономия расходов на медицинское обслуживание перевесила расходы на Программу.

Этот результаты удивительно хороши. Но всё же успех Правил Зеленого Перехода определился активным участием родителей, а не прямым влиянием на детей средств массовой информации. Было обнаружено, что, в период реализации Программы, не только уменьшились наезды на детей, но и на взрослых.

Выводы

1. Статистический анализ происшествий в большинстве развитых стран мира показывает, что в течение всего 20-го века не происходило уменьшения числа гибели людей на дорогах, несмотря на смену видов транспорта, усовершенствования транспортных средств, дорог, законодательства, мер скорой помощи и т.п.
2. Теория гомеостаза риска, предложенная Геральдом Уилдом в 1994 году и учитывающая склонность людей поддерживать свой субъективный риск на постоянном уровне, хорошо описывает, как поведение водителей на дорогах, так и статистику несчастных случаев на транспорте.
3. Количество людей, погибающих на всех дорогах в течение года, можно уменьшить только путём снижения уровня целевого риска каждого участника движения.

Замечание. Данная лекция написана на основе книги

Gerald J.S. Wilde // **Target Risk** Dealing with the danger of death, disease and damage in everyday decisions. // PDE Publications. Toronto, Ontario, Canada, 1994.

До сих пор мы рассматривали риск на качественном уровне. Пора перейти к количественному описанию. Для этого нам придётся перейти в сферу высшей математики.