

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Г.В. Бектобеков, А.А. Егоров,
В.Ю. Нешатаев, Л.В. Уткин

Санкт-Петербургская государственная
лесотехническая академия им. С.М. Кирова,
Институтский пер., 5, Санкт-Петербург, Россия, 194021

В статье рассмотрены система понятий, принципы безопасности жизнедеятельности, схема анализа безопасности экосистем, закономерности распределения техногенных и природных опасностей в зависимости от среды обитания, унифицированная модель возникновения и принципы прогнозирования разных этапов развития кризисной и чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: принципы безопасности жизнедеятельности, техногенные опасности, природные опасности, унифицированная модель, принципы прогнозирования.

Проблема оценки возникновения, развития и реализации катастроф в природных и техногенных экосистемах чрезвычайно актуальна и имеет важное народно-хозяйственное значение. Существующие методы не дают однозначного ответа по оценке относительной важности того или иного негативного события, которое может привести к кризисным, чрезвычайным ситуациям, авариям, катастрофам локального, регионального или межрегионального характера. Применение методов системного подхода, использующего сочетание комплекса качественных и количественных оценок, позволяет получить наиболее оптимальные и достоверные показатели [4; 5; 9; 11—16].

В Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии в 2006—2007 гг. по заданию Минобрнауки России проводится научно-исследовательская работа по профилактике возникновения и развития кризисных и чрезвычайных ситуаций при проведении учебных практик в вузах лесного профиля (РНП.2.2.3.2.8296). Однако в процессе работы над проектом были выявлены общие закономерности в системном подходе к анализу безопасности природных и техногенных экосистем.

Анализ литературы [1—8] показал, что на сегодняшний день нет однозначного понимания ряда важных терминов в области безопасности. Предлагаемые

сегодня в основополагающих ГОСТах системы стандартов безопасности труда термины и понятия часто носят противоречивый характер. Например, базовый термин «опасный производственный фактор» трактуется как «фактор» без определения [6]. Отсутствует в стандартах и дефиниция термина «опасность». В различных государственных нормативно-технических документах данный термин трактуется по-разному. Такая же картина наблюдается и при анализе классификаций природных, техногенных, биологических, химических факторов, изложенных в ГОСТах по чрезвычайным ситуациям [7; 8]. Несмотря на их многочисленность, отсутствует единая классификация источников и видов опасности применительно к основополагающей системе «человек — среда обитания». Поэтому не случайно, что сегодня ГОСТы являются лишь рекомендательными документами. Отсутствует единый подход к принципам классификации признаков опасности, опасных факторов, различных ситуаций, возникающих до формирования кризисных и чрезвычайных ситуаций. Это значительно затрудняет оценку уровня безопасности любой системы, ее состояния до перехода в чрезвычайную ситуацию не позволяет определить уровень допустимого риска и т.п. При системном анализе безопасности природных и техногенных систем в зависимости от уровня анализируемой подсистемы возможны переходы понятий «опасность» в «опасный фактор» и наоборот. При этом некоторые из них обретают статус основополагающих «признаков опасности», которые должны также быть классифицированы по их характеру и значимости. Не претендуя на авторство, мы сформулировали далеко не исчерпывающий, но достаточно полный перечень основных терминов, понятий, определений и аксиом:

— *опасность* — это свойство объективной реальности, создающее реальную угрозу здоровью, жизни человека или окружающей среде;

— *безопасность* — это состояние объективной реальности, исключающее или сводящее к минимуму с определенной степенью вероятности возможность реализации опасности;

— *опасный фактор* — любое природное, техногенное или социальное воздействие на человека или окружающую среду, способствующее возникновению нарушения здоровья человека, нормальному функционированию экосистемы или отдельного объекта системы, не являющееся их непосредственной причиной;

— *кризисная ситуация* — это конкретное негативное состояние системы или объекта, обстановка, создающаяся в процессе неизбежного развития опасного явления, которое может привести к различным потерям, но при этом еще существует некоторая возможность (шанс) выхода из этой ситуации без серьезных потерь;

— *чрезвычайная ситуация* — это ситуация, сложившаяся на определенной территории (объекте) в результате аварии, реализации опасного природного явления, катастрофы, стихийного, иного бедствия или других опасностей, которые повлекли за собой человеческие жертвы, нанесли ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей.

При оценке любой ситуации, разработки организационных, инженерных решений и рекомендаций учитывались три основополагающих принципа.

Принцип I — любая экосистема (человеческая среда обитания) — потенциально опасна. Человек, группа, население города, региона, страны, планеты всегда может подвергнуться внешнему воздействию со стороны какого-либо внешнего или внутреннего фактора или опасности.

Принцип II — абсолютная безопасность любой экосистемы недостижима независимо от типа системы. Этот принцип отрицает абсолютную безопасность системы «человек — среда обитания».

Принцип III. Безопасное взаимодействие человека с экосистемой или ее элементами принципиально возможно. Обеспечение безопасного взаимодействия человека со средой обитания или ее отдельными элементами может быть достигнуто двумя путями: адаптацией человека к экосистеме; адаптацией экосистемы к человеку.

При проведении работ по системному анализу безопасности природных и техногенных экосистем была принята следующая схема:

— систематизация и анализ существующих способов и схем классификации опасностей;

— разработка классификации природных и техногенных экосистем на основе пространственного и временного распределения опасностей;

— идентификация опасностей в природных и техногенных экосистемах;

— оценка величины опасностей:

предварительный анализ опасностей с помощью экспертных оценок,

углубленная оценка отдельных опасностей;

— систематизация опасностей по наиболее характерным признакам, при реализации которых возможен максимальный материальный или социальный ущерб;

— разработка принципов, методов и средств предупреждения возникновения и действий в кризисных и чрезвычайных ситуациях.

При обобщении материалов по классификации опасностей мы использовали понятия опасных природных явлений, изложенных в ГОСТах и другой справочной литературе, сделав необходимые дополнения, особенно при классификации биологических опасностей.

На основе анализа закономерностей возникновения чрезвычайных ситуаций выявлены опасные наиболее характерные факторы, приводящие к возникновению и развитию чрезвычайных ситуаций. Факторы, вызывающие наиболее характерные опасности, строятся на системе показателей, объединенных в следующие группы:

— положение в системе комплексного природного районирования;

— положение в ландшафте, признаки рельефа;

— тип биогеоценоза (экосистемы);

— метеорологические показатели;

— наличие и степень развития техногенных объектов.

Положение в системе комплексного природного районирования определяет общий характер климата территории, ее геологическое и геоморфологическое

строение, совокупность определенных типов природных биогеоценозов и, таким образом, в значительной степени влияет на проявление определенных геологических, гидрологических, метеорологических опасных явлений и процессов, биологических опасностей и природных пожаров. Потенциальные природные опасности могут быть определены для каждой единицы физико-географического районирования России, для этого может быть использовано, например, природное районирование территории СССР [9].

Положение в ландшафте или признаки рельефа с учетом зонального и провинциального положения территории в системе природного районирования оказывают прямое влияние на возможность возникновения определенных геологических, гидрологических опасных явлений.

Принадлежность конкретного участка местности к определенному типу биогеоценоза (экосистемы) определяет возникновение и степень проявления природных пожаров, ветровалов, биологических опасностей, угрозы затопления и утопления.

Метеорологические показатели (температура воздуха, количество осадков, скорость и направление ветра, атмосферное давление и др.) формируют опасные метеорологические явления и сопряженные с ними опасные гидрологические (наводнения, заторы, зажоры и др.), геологические (сели, обвалы, лавины и др.), а также природные пожары и ветровалы.

Наличие и степень развития техногенных объектов обуславливают возможность возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с загрязнением окружающей природной среды радиоактивными элементами и отравляющими веществами и техногенными авариями и катастрофами.

Пользуясь вышеизложенными принципами распределения опасностей в пространстве, для каждого региона можно установить наличие опасностей, при реализации которых возможен максимальный материальный или социальный ущерб. По нашим предварительным оценкам, в каждой системе существует не более 10 реальных опасностей, способных в 70% случаев создать чрезвычайную ситуацию. Эта предпосылка позволяет разработать комплекс эффективных мероприятий по кризисным и чрезвычайным ситуациям [9; 11—16].

Используя при системном подходе комплекс различных качественных и количественных оценок опасности, можно установить величину и дальнейшую динамику ее развития в регионе. Для оценки опасности при прохождении практик в природных экосистемах студентами вузов лесного профиля нами был проведен предварительный анализ опасностей с помощью комплексной оценки на основе метода анализа иерархий [11; 12]. Для каждого типа опасности был вычислен обобщенный показатель влияния опасностей и их уровня для каждого вуза. Этот комплексный показатель характеризует как вероятность, так и степень возможных негативных последствий возникновения чрезвычайных ситуаций.

Углубленная оценка опасностей требует доступа к количественным данным по распределению опасности во времени и пространстве. Ежегодные отчеты о состоянии окружающей среды в регионах дают нам необходимый материал по распределению опасностей, причем необходимо учитывать, что для редко повторя-

ющихся опасных явлений анализ временного интервала должен охватывать несколько явлений (или хотя бы одно) для каждого региона, и соответственно быть большим по сравнению с интервалом часто повторяющихся явлений.

Для техногенных экосистем Г.В. Бектобековым были разработаны концептуальные основы оценки безопасности системы или объекта [3; 4; 15]. Эта оценка была уточнена и применена также к природным экосистемам. Ниже приведена унифицированная модель возникновения и развития кризисных и чрезвычайных ситуаций в природных и техногенных экосистемах, описывающая факторы и последовательность переходов (рис. 1).

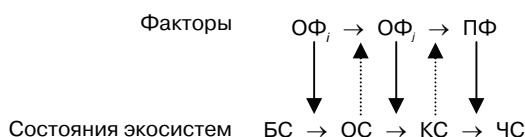


Рис. 1. Унифицированная модель возникновения и развития кризисных и чрезвычайных ситуаций в экосистемах:

- ОФ_{*i*} — группа опасных факторов, приводящих систему в опасное состояние;
- ОФ_{*j*} — группа опасных факторов, приводящих систему к кризисной ситуации;
- ПФ — поражающие факторы, приводящие к возникновению чрезвычайных ситуаций; БС — нормальная безопасная ситуация; ОС — опасная ситуация;
- КС — критическая ситуация (или кризисная ситуация); ЧС — чрезвычайная ситуация. —▶ — влияние факторов на развитие ситуации
-▶ влияние ситуации на проявление факторов

Состояния системы, описанные ниже, позволяют достаточно объективно представить ее конкретные состояния.

Безопасное состояние системы (объекта) или безопасная ситуация могут иметь место только при отсутствии прямой (непосредственной) опасности вне зависимости от других признаков.

Опасные факторы (ОФ_{*i*}, ОФ_{*j*}) возникают вследствие природных процессов и явлений, износа технических систем, их ненормального функционирования, в результате принятия неправильных решений и т.п. Эти факторы могут характеризоваться системой показателей приведенных выше.

Опасность возникает в результате реализации одного или нескольких опасных факторов и явлений, развитие которых может проходить по различным сценариям.

Опасное состояние системы (объекта) или опасная ситуация может иметь место при наличии прямой опасности, возможности ее распознавания, осознания величины опасности, возможности принятия мер защиты и достаточности времени.

Кризисное (критическое) состояние системы (объекта) или кризисная ситуация имеет место при наличии прямой опасности, возможности ее распознавания, достаточности времени для принятия мер защиты, но либо при неосознании человеком величины опасности, либо невозможности принятия мер защиты.

Поражающий фактор возникает при определенном сочетании опасных факторов и приводит к чрезвычайной ситуации.

Чрезвычайная (аварийная) ситуация, чрезвычайное (аварийное) состояние системы (объекта) имеет место при наличии прямой опасности и невозможности ее предварительного распознавания либо недостаточности времени для принятия мер защиты, либо неосознании ее величины и невозможности принятия мер защиты.

Изложенный выше системный подход к анализу безопасности природных и техногенных экосистем позволяет разработать не только ряд схем классификаций опасностей по наиболее характерным признакам различных типов экосистем и регионов, провести углубленный анализ опасностей, но и разработать основополагающие принципы прогнозирования различных этапов развития кризисных и чрезвычайных ситуаций. В рамках модели разработаны принципы прогнозирования разных этапов развития кризисной и чрезвычайной ситуации, которые включают:

- в условиях безопасной ситуации — определение всех факторов, в том числе опасных;
- в условиях опасной ситуации — выявление опасных факторов, которые могут сформировать кризисную ситуацию;
- в условиях кризисной ситуации — выявление 1—2 и более поражающих факторов, которые могут сформировать чрезвычайную ситуацию;
- при реализовавшейся чрезвычайной ситуации — определение величины последствий, снижения и разработки мероприятий по ликвидации последствий.

Такой поэтапный принцип прогнозирования чрезвычайной ситуации на разных этапах развития позволяет оценить не только величину потенциальной опасности, но позволяет разработать комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на профилактику, предупреждение и действия в условиях кризисной и чрезвычайной ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Белов С.В. Принципы, понятия и термины науки о безопасности жизнедеятельности человека в среде обитания // *Безопасность жизнедеятельности*. — 2006. — № 1. — С. 51—53.
- [2] *Безопасность жизнедеятельности. Энциклопедический словарь* / Под. ред. О.Н. Русака. — СПб.: ИИА «Лик», 2003.
- [3] Бектобеков Г.В. Классификационные признаки и методы оценки безопасности технических систем // *Повышение качества лесных машин в процессе проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта: Межвуз. сб. науч. тр.* — Л.: ЛТА, 1991. — С. 17—22.
- [4] Бектобеков Г.В., Генкин Л.И. Концептуальные основы системного подхода к оценке безопасности производственных процессов в промышленности // *Технология и оборудование деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр.* — Л.: ЛТА, 1984. — С. 104—109.
- [5] Бектобеков Г.В., Егоров А.А. Методологические основы прогнозирования риска возникновения и развития кризисных и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // *Труды СПб ГЛТА. Актуальные проблемы развития высшей школы. Проблемы качества подготовки специалистов. Эдукология — новая наука об образовании: Материалы междунар. науч.-методологической конф.* — СПб.: СПбГЛТА, 2007. — С. 284—287.

- [6] ГОСТ 22.0.03.97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
- [7] ГОСТ 22.0.04.97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
- [8] ГОСТ 12.0.002-80 ССБТ. Термины и определения.
- [9] *Егоров А.А., Бектобеков Г.В., Нешатаев В.Ю., Уткин Л.В.* Методологические основы безопасности подготовки студентов при проведении практик в природных экосистемах // Труды первого Санкт-Петербургского конгресса «Профессиональное образование, наука, инновации в XXI веке». — СПб., 2007. — С. 216—219.
- [10] *Мильков Ф.Н.* Природные зоны СССР. — Изд. 2-е. — М.: Мысль, 1977.
- [11] *Уткин Л.В., Егоров А.А.* Прогнозирование чрезвычайных ситуаций в природных экосистемах при прохождении учебных практик студентами лесных вузов с использованием аналога метода анализа иерархий // Новости МЦЛХП: Международный центр лесного хозяйства и лесной. — СПб.: СПб ГЛТА, 2007. — Т. 1. — № 8. — С. 7—10.
- [12] *Уткин Л.В., Егоров А.А.* Системный анализ опасностей и рисков в вузах и расчет обобщенного показателя опасности с использованием аналога метода анализа иерархий // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды XI Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 3. — СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2007. — С. 294—296.
- [13] *Чернов К.В.* Техногенная безопасность: классификация и квантификация техногенных взаимодействий // Безопасность жизнедеятельности. — 2004. — № 6. — С. 2—9.
- [14] *Bektobekov G.V.* Fundamentals of potential danger Evaluation and design principles for safe engineering system // Ist world congress safety science. Vol 2, 1990. Koln, Germany. — P. 607—617.
- [15] *Bektobekov G.V.* Conceptual models for workplace hazard analyses / Materials of BOSH conference center. — Edinburg, UK, 1992. — P. 93—94.
- [16] *Bektobekov G.V.* Boolean algebra for 1 dentification and hazard analyses in production processes Materials of BOSH conference center. University of Swansea, UK, 1993. — P. 103—104.

THE BASIC PRINCIPLES OF SYSTEM ANALYSIS ASSESSMENT AND PROGNOISING THE LEVEL OF SAFETY IN ANTHROPOGENIC AND NATURE ECOSYSTEMS

**G.V. Bektobekov, A.A. Egorov,
V.Y. Neshatayev, L.V. Utkin**

Saint-Petersburg State Forest-Technical Academy name S.M. Kirova
Insitutsky per., 5, St. Petersburg, Russia, 194021

In this article considered, formulated the main terms, definitions in the field of safety, worked out the model of appearing, developing and realization of danger situations in anthropogenic and nature ecosystems, estimated regularities of their appearing, principles of prognosing the different stages of developing and realization of dangers in crisis and extreme situations.

Key words: principles of safety of ability to live, technogenic dangers, natural dangers, the unified model, forecasting principles.