

**В.А. АКИМОВ**



# **Междисциплинарные исследования проблем безопасности**



Москва  
2017

УДК 614.8  
А39

А39 Акимов В.А. Междисциплинарные исследования проблем безопасности. Монография / РНОАР, МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017. 136 с.

ISBN 978-5-93970-205-8

В монографии рассмотрены актуальные вопросы междисциплинарных исследований проблем безопасности. Показана принципиальная возможность построения в рамках современной общенаучной картины мира фундаментального и междисциплинарного научного знания в области безопасности жизнедеятельности, поскольку проблема безопасности существует в большинстве научных дисциплин, изучающих высшие формы эволюции материи.

В книге представлены новые научные результаты традиционных и современных наук, приложения которых необходимо использовать при построении общей теории безопасности жизнедеятельности.

Работа выполнена в рамках соглашения № 3–НКО–17 от 29.05.2017 г. «О предоставлении субсидии на государственную поддержку социально-ориентированных некоммерческих организаций», заключенного между Общероссийской общественной организацией «Российское научное общество анализа риска» (РНОАР) и МЧС России.

Издание может быть использовано в образовательных учреждениях, осуществляющих подготовку бакалавров, специалистов и магистров по направлению «Техносферная безопасность».

Ключевые слова: общая теория безопасности, междисциплинарные исследования, общенаучная картина мира, катастрофы и кризисы, синергетика, сложные системы, естественные и общественные науки, объект и предмет теории, принципы и закономерности, научные основы управления рисками.

ISBN 978-5-93970-205-8

© Акимов В.А., 2017

© РНОАР, 2017

© МЧС России, 2017

© ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. БЕЗОПАСНОСТЬ КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ОБЛАСТЬ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ .....	6
1.1. Обоснование актуальности междисциплинарных исследований проблем безопасности .....	6
1.2. Обзор научной литературы в области междисциплинарных исследований проблем безопасности.....	7
1.3. Принципы общенаучной картины мира современной науки .....	19
1.4. Междисциплинарный подход к построению общей теории безопасности .....	23
ГЛАВА 2. ПРИЛОЖЕНИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ И АТМОСФЕРЕ К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ .....	27
2.1. Климатология .....	27
2.2. География .....	28
2.3. Геология .....	29
2.4. Геохимия .....	30
2.5. Океанография .....	32
2.6. Природные катастрофы .....	33
ГЛАВА 3. ПРИЛОЖЕНИЯ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ .....	36
3.1. Физика .....	36
3.2. Математическое моделирование .....	39
3.3. Математическое программирование (оптимизация) .....	40
3.4. Исследование операций .....	42
3.5. Вероятность и статистика .....	43
3.6. Анализ и управление риском .....	45
ГЛАВА 4. ПРИЛОЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ И МЕДИЦИНСКИХ НАУК К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ .....	51
4.1. Биология .....	51
4.2. Физиология .....	52
4.3. Генетика .....	53
4.4. Химия .....	54
4.5. Медицина .....	55
4.6. Здоровье населения .....	56

ГЛАВА 5. ПРИЛОЖЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАУК К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ .....	59
5.1. Политология .....	59
5.2. Менеджмент .....	61
5.3. История .....	63
5.4. Социология .....	65
5.5. Психология .....	68
5.6. Экономика .....	71
5.7. Юриспруденция .....	72
5.8. Культурология .....	77
5.9. Культура безопасности жизнедеятельности .....	78
ГЛАВА 6. ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ .....	82
6.1. Строительство .....	82
6.2. Машиноведение и машиностроение .....	84
6.3. Энергетика .....	86
6.4. Электротехника .....	88
6.5. Гидротехника .....	90
6.6. Системы управления, робототехника и автоматизация .....	92
6.7. Информатика .....	94
6.8. Системная динамика .....	96
6.9. Кибернетика и системотехника .....	97
ГЛАВА 7. ПРИЛОЖЕНИЯ НАУК ОБ ЭКОЛОГИИ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ .....	99
7.1. Экология .....	99
7.2. Природные системы .....	102
7.3. Охрана окружающей среды .....	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	108
ЛИТЕРАТУРА .....	109
ПРИЛОЖЕНИЕ. ПРЕЗЕНТАЦИЯ НА ТЕМУ «МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ» .....	116

## ВВЕДЕНИЕ

Историки будущего, изучая нашу эпоху, выделяют, вероятно, три параллельных и взаимосвязанных процесса — радикальные изменения в области:

⇒ *демографии*. В ближайшие 30 лет численность населения планеты увеличится до 9 млрд. человек. При этом кардинально изменится соотношение молодых и старых, богатых и бедных, горожан и сельских жителей. Выбор решений, которые нам предстоит принять сейчас и в ближайшие годы, определит, насколько успешно мы справимся со своим «взрослением»;

⇒ *экономики*. Сегодня объемы мирового производства и потребления возросли до небывалых размеров. Обществу пора всерьез задуматься о том, как обеспечить свое дальнейшее существование в рамках ограниченной экосистемы.

⇒ *взаимодействия с окружающей средой*. В зависимости от того, как человечество поведет себя в ближайшие десятилетия, мы либо придем к гармонии с окружающей средой, либо погибнем.

Происходящие радикальные изменения позволяют сделать вывод о недопустимости пренебрежения вопросами безопасности. Противопоставление экономического роста обеспечению безопасности — искусственно и контрпродуктивно, поскольку одно неразрывно связано с другим. Экономика без безопасности — вариант изначально нежизнеспособный.

Единственной основой для повышения уровня жизни каждого человека является правильный подход к системам жизнеобеспечения. Нам необходимо охранять и поддерживать отношения в жизненной сфере. У нас есть сила и ответственность, чтобы модифицировать наши ценности, если они больше не служат поддержанию жизни. Чтобы воплотить это в жизнь, необходимо располагать всей суммой знаний в области безопасности жизнедеятельности, рассматривать решение проблем обеспечения безопасности как междисциплинарное исследование.

# ГЛАВА 1. БЕЗОПАСНОСТЬ КАК МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ОБЛАСТЬ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

## 1.1. Обоснование актуальности междисциплинарных исследований проблем безопасности

Возрастание опасностей и угроз характерная черта современного мира. В XXI веке обострились многие глобальные проблемы, чреватые негативными и угрожающими последствиями не только для человечества, но и в значительной степени для всей жизни на планете.

Повышение интереса к феномену безопасности ставит перед учеными фундаментальную проблему поиска оснований безопасности, выявления ее природы как для социальных, так и материальных систем. Причем речь должна идти не только о прикладных исследованиях, но и о становлении фундаментального и междисциплинарного научного знания в области безопасности, поскольку проблема безопасности в том или ином виде существует в большинстве научных дисциплин, изучающих высшие формы эволюции материи.

Сегодня проблема безопасности в том или ином виде существует в большинстве научных дисциплин, то есть имеет реальный междисциплинарный характер. Поскольку различные аспекты безопасности разрабатываются многими науками и каждая из них вносит вклад в формирование **общей теории безопасности**, то должна появиться общая интегрирующая наука, опирающаяся на опыт и результаты остальных наук. Общая теория безопасности, объектом которой выступает деятельность людей по обеспечению своей безопасности и безопасности природных условий жизни, будет создаваться как продукт междисциплинарных исследований.

Данная теория уже приблизилась к общенаучному статусу и имеет фундаментальную и прикладную части. Фундаментальность этой науки видится в том, что она исследует закономерности такой сферы и такой деятельности, как обеспечение комплексной безопасности, которые в полной мере не входят ни в одну другую дисциплину.

В настоящее время разработаны частные теории безопасности жизнедеятельности: теория гражданской обороны, теория защиты от чрезвычайных ситуаций, теория пожарной безопасности, теория промышленной безопасности и другие, которые оценивают состояние защищенности личности, общества и государства от конкретных опасностей и угроз, что не позволяет произвести интегрированную оценку состояния безопасности жизнедеятельности.

Более того, в настоящее время получены новые научные результаты как в рамках традиционных (естественных и общественных) наук, так и современных (постнеклассических) наук, приложения которых необходимо использовать при междисциплинарных исследованиях проблем безопасности жизнедеятельности.

Поэтому разработка междисциплинарной теории безопасности жизнедеятельности является актуальной, обладающей научной новизной и практической значимостью.

## **1.2. Обзор научной литературы в области междисциплинарных исследований проблем безопасности**

Проблемы комплексной безопасности России в течение последних 20-ти лет остаются в центре внимания руководства страны и являются одним из приоритетных направлений работы Совета Безопасности РФ, РАН, МЧС России, ведущих научных центров и вузов страны. При поддержке администрации Президента РФ с 1997 года ведется подготовка и издание много-томной серии «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научнотехнические аспекты». К ее работе было привлечено около 1000 специалистов, в которой обобщены актуальные отечественные достижения, современные разработки и мировой опыт по различным проблемам безопасности.

К настоящему времени издано 50 томов указанной серии, посвященных фундаментальным и прикладным проблемам экономической, природной, техногенной, социальной, региональной, экологической, энергетической, продовольственной, транспортной, промышленной, ядерной, радиационной, информационной, биологической, психологической, национальной, международной и другим видам безопасности [1] и сводный том [2].

В сводном томе отмечается, что в результате глобальных военных, социальных, экономических, экологических, природных и техногенных катастроф, проблема обеспечения комплексной безопасности в полном объеме вошла в число междисциплинарных проблем современной цивилизации. При этом указывается значительный вклад в изучение современных катастроф таких наук как **математика, физика, механика, химия, биология, география, социология и экономика** (рис. 1.1.).

Проблема безопасности как междисциплинарная область научных знаний рассмотрена в научно – методическом труде [3], в котором структура междисциплинарных исследований проблем безопасности представлена в следующем виде (рис. 1.2.).

При этом результаты **наук о Земле и атмосфере** используются для изучения природных катастроф, **технических наук** – для исследования техногенных катастроф, **биологических и химических наук** – для более глубокого понимания биологических, химических и радиационных катастроф, **социальных и гуманитарных наук** – для изучения катастроф и кризисов современного общества, **физики и математических наук** – для развития теории анализа и управления риском.

Среди наук о Земле и атмосфере с точки зрения их вклада в создание общей теории безопасности и изучение природных катастроф выделяют: климатологию, географию и геологию.



Рис. 1.1. Схема междисциплинарных исследований проблем безопасности [2].



Рис. 1.2. Структура междисциплинарных исследований проблем безопасности [3]

**Климатология** как наука, изучает основные свойства и процессы климатообразования, которые являются источниками гидрометеорологических опасностей (наводнений, засух, ветровых нагрузок и т.п.).

**География** как научная дисциплина, изучает взаимодействие основных геосфер с биосферой и антропосферой. С точки зрения решения проблем безопасности жизнедеятельности наиболее интересной является физическая география как наука о природных катастрофах.

**Геология** как наука о Земле изучает, в том числе, геологические катастрофы, такие как землетрясения, извержения вулканов, морские штормы и цунами. В этом плане наиболее интересна тектоника плит – раздел геологии о том, что наружная оболочка Земли состоит примерно из десяти литосферных плит, которые перемещаются и взаимодействуют на границах плит.

Таким образом, науки о Земле и атмосфере изучают **природные катастрофы**, которые подразделяются на:

геологические (землетрясения, цунами, вулканические извержения и горные удары);

гидрометеорологические (засухи, пыльные бури, ураганы, тайфуны, изморозь, гололед, град, снежные метели, наводнения, паводки, лесные и торфяные пожары);

стихийные явления в горах (обвалы, оползни, селевые потоки, снежные лавины).

**Физика** – наука, изучающая наиболее общие свойства материального мира и оперирующая материей и энергией. Физика составляет научный фундамент современной техники и изучения техногенных катастроф. С точки зрения обеспечения безопасности сложных систем можно выделить два физических закона:

закон увеличения энтропии – любая система всегда изменяется таким образом, чтобы перейти из более упорядоченного состояния в менее упорядоченное;

закон возрастания «хаоса» - невозможно предсказать поведение системы на достаточно большой промежуток времени.

Эти физические законы говорят о том, что аварии и катастрофы в любой системе неизбежны, при этом определить точное время этого события невозможно.

Для построения общей теории безопасности в [3, 4] выделяются следующие математические науки: математическое моделирование, математическое программирование, исследование операций, вероятность и статистика, анализ и управление риском.

**Математическое моделирование** – процесс исследования реальной системы или явления при помощи математических моделей, которые представляют собой совокупности математических соотношений, описывающих основные закономерности, присущие изучаемому объекту. В настоящее время математические модели в форме систем уравнений или отношений

нашли широкое применение в различных сферах безопасности жизнедеятельности.

**Математическое программирование (оптимизация)** – математическая дисциплина, посвященная нахождению экстремумов функций многих переменных при наличии дополнительных ограничений на эти переменные. Математическое программирование решает задачи выбора оптимального варианта среди многих возможных альтернатив. Если целевая функция является векторной, то такие задачи составляют предмет многокритериальной оптимизации и решаются методами **исследования операций**. К основным моделям исследования операций можно отнести: теорию управления запасами, теорию расписаний, теорию надежности, теорию игр и теорию массового обслуживания.

**Теория вероятностей** – математическая наука, изучающая математические модели случайных явлений. При этом под вероятностью понимается математическая концепция для описания стохастической неопределенности, касающейся параметров, которые нельзя определить достоверно.

**Математическая статистика** – раздел математики, посвященный математическим методам сбора, систематизации, обработки и интерпретации статистических данных. В случае рассмотрения большой совокупности размер выборки, необходимый для проведения стандартного статистического анализа, практически не зависит от размера основной совокупности, что позволяет делать достаточно точные оценки исходов на основе небольших выборок.

**Анализ риска** – совокупность научных дисциплин, методов и моделей для исследования характеристик риска. При этом под риском понимается потенциальная возможность реализации ситуации с нежелательными последствиями, представляющими угрозы населению, объектам техносферы и природной среде.

**Управление риском** – основанная на оценке риска целенаправленная деятельность по реализации наилучшего из возможных способов уменьшения риска до уровня, который общество считает приемлемым. В качестве общего федерального норматива для опасных производственных объектов России установлен предельно допустимый уровень индивидуального риска в диапазоне  $10^{-4}$  –  $10^{-5}$  смертей в год [5].

Для принятия эффективных управленческих решений в сфере безопасности жизнедеятельности необходима количественная оценка о величине риска и его зависимости от различных факторов. Для получения данной информации разрабатывается специальный математический аппарат, который основан на рассмотренных выше математических науках.

Среди техногенных катастроф своей катастрофичностью (величиной ущерба) выделяются радиационные, химические и биологические катаклизмы, научной основой изучения которых являются **биологические и химические науки**.

**Биология** – совокупность наук о живой природе. Сегодня биология стала рациональной научной основой отношений между человеком и природой. Только на основе биологических исследований возможно решение одной из самых насущных глобальных проблем – управление эволюцией биосферы с целью сохранения и поддержания условий безопасного существования человечества.

**Химия** – наука о веществах и их превращениях, принципы которой являются центральными для понимания всех современных явлений жизнедеятельности на молекулярном уровне.

Комплекс научных дисциплин, предметом исследования которых являются общество и человек, относят к **общественным (социальным и гуманитарным) наукам**.

К **техническим наукам** относят науки, исследующие технику и явления, связанные с ее созданием, развитием и взаимодействием с природой и человеком.

Приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 утверждена Номенклатура научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени [6]. В данной номенклатуре выделяются 20 отраслей науки и 40 групп специальностей:

01.00.00 Физико-математические науки;

01.01.00 Математика;

01.02.00 Механика;

01.03.00 Астрономия;

01.04.00 Физика;

02.00.00 Химические науки;

03.00.00 Биологические науки;

03.01.00 Физико-химическая биология;

03.02.00 Общая биология;

03.03.00 Физиология;

05.00.00 Технические науки;

05.01.00 Инженерная геометрия и компьютерная графика;

05.02.00 Машиностроение и машиноведение;

05.04.00 Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение;

05.05.00 Транспортное, горное и строительное машиностроение;

05.07.00 Авиационная и ракетно-космическая техника;

05.08.00 Кораблестроение;

05.09.00 Электротехника;

05.11.00 Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы;

05.12.00 Радиотехника и связь;

05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление;

05.14.00 Энергетика;

05.16.00 Металлургия и материаловедение;

05.17.00 Химические технологии;  
05.18.00 Технология продовольственных продуктов;  
05.19.00 Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности;  
05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем;  
05.21.01 Технология, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева;  
05.22.00 Транспорт;  
05.23.00 Строительство и архитектура;  
05.25.00 Документальная информация;  
05.26.00 Безопасность деятельности человека;  
05.27.00 Электроника;  
06.00.00 Сельскохозяйственные науки;  
06.01.00 Агронимия;  
06.02.00 Ветеринария и зоотехния;  
06.03.00 Лесное хозяйство;  
06.04.00 Рыбное хозяйство;  
07.00.00 Исторические науки и археология;  
08.00.00 Экономические науки;  
09.00.00 Философские науки;  
10.00.00 Филологические науки;  
10.01.00 Литературоведение;  
10.02.00 Языкознание;  
12.00.00 Юридические науки;  
13.00.00 Педагогические науки;  
14.00.00 Медицинские науки;  
14.01.00 Клиническая медицина;  
14.02.00 Профилактическая медицина;  
14.03.00 Медико-биологические науки;  
14.04.00 Фармацевтические науки;  
17.00.00 Искусствоведение;  
19.00.00 Психологические науки;  
20.00.00 Военные науки;  
22.00.00 Социологические науки;  
23.00.00 Политология;  
24.00.00 Культурология;  
25.00.00 Науки о земле;  
26.00.00 Геология.

При этом, в [6] утверждены 24 отрасли науки, по которым присуждаются ученые степени:

- Физико-математические;
- Биологические;
- Химические;
- Технические;

- Медицинские;
- Географические;
- Геолого-минералогические;
- Педагогические;
- Сельскохозяйственные;
- Исторические;
- Экономические;
- Психологические;
- Социологические;
- Философские;
- Политические;
- Военные;
- Юридические;
- Ветеринарные;
- Фармацевтические;
- Филологические;
- Архитектуры;
- Искусствоведения;
- Культурологии;
- Геологии.

Приказом Минобрнауки России от 12 сентября 2013 г. № 1061 утверждены перечни специальностей и направлений подготовки высшего образования [7]. В объединенном перечне направлений подготовки высшего образования – магистратуры и подготовки кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре выделяются 54 укрупненных групп направлений подготовки:

#### **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

01.00.00 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

02.00.00 КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ НАУКИ

03.00.00 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

04.00.00 ХИМИЯ

05.00.00 НАУКИ О ЗЕМЛЕ

06.00.00 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### **ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО, ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

07.00.00 АРХИТЕКТУРА

08.00.00 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

09.00.00 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

10.00.00 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

11.00.00 ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

12.00.00 ФОТОНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, ОПТИЧЕСКИЕ И  
**БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

13.00.00 ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

14.00.00 ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ТЕХНОЛОГИИ  
15.00.00 МАШИНОСТРОЕНИЕ  
16.00.00 ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ  
17.00.00 ОРУЖИЕ И СИСТЕМЫ ВООРУЖЕНИЯ  
18.00.00 ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
19.00.00 ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ  
20.00.00 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО  
21.00.00 ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГОРНОЕ ДЕЛО, НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО И ГЕОДЕЗИЯ  
22.00.00 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ  
23.00.00 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА  
24.00.00 АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА  
25.00.00 АЭРОНАВИГАЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
26.00.00 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ И ВОДНОГО ТРАНСПОРТА  
27.00.00 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ  
28.00.00 НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ  
29.00.00 ТЕХНОЛОГИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ**  
30.00.00 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА  
31.00.00 КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА  
32.00.00 НАУКИ О ЗДОРОВЬЕ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА  
33.00.00 ФАРМАЦИЯ

**СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ**  
35.00.00 СЕЛЬСКОЕ, ЛЕСНОЕ И РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО  
36.00.00 ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

**НАУКИ ОБ ОБЩЕСТВЕ**  
37.00.00 ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ  
38.00.00 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ  
39.00.00 СОЦИОЛОГИЯ И СОЦИАЛЬНАЯ РАБОТА  
40.00.00 ЮРИСПРУДЕНЦИЯ  
41.00.00 ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ И РЕГИОНОВЕДЕНИЕ  
42.00.00 СРЕДСТВА МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННО-БИБЛИОТЕЧНОЕ ДЕЛО  
43.00.00 СЕРВИС И ТУРИЗМ

**ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**  
44.00.00 ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

**ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ**  
45.00.00 ЯЗЫКОЗНАНИЕ И ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ  
46.00.00 ИСТОРИЯ И АРХЕОЛОГИЯ

47.00.00 ФИЛОСОФИЯ, ЭТИКА И РЕЛИГИОВЕДЕНИЕ

48.00.00 ТЕОЛОГИЯ

49.00.00 ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

**ИСКУССТВО И КУЛЬТУРА**

50.00.00 ИСКУССТВОЗНАНИЕ

51.00.00 КУЛЬТУРОВЕДЕНИЕ И СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПРОЕКТЫ

52.00.00 СЦЕНИЧЕСКИЕ ИСКУССТВА И ЛИТЕРАТУРНОЕ ТВОРЧЕСТВО

53.00.00 МУЗЫКАЛЬНОЕ ИСКУССТВО

54.00.00 ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВИДЫ ИСКУССТВА.

Таким образом, Минобрнауки России, как федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования, научной, научно-технической и инновационной деятельности ...[8], в современной системе наук выделяет следующие подсистемы:

- Математические и естественные науки;
- Технические науки;
- Медицинские науки;
- Сельскохозяйственные науки;
- Общественные науки;
- Гуманитарные науки.

Иногда для обобщенного названия современных научных направлений, в рамках которых исследуются процессы самоорганизации и эволюции, упорядоченного поведения сложных нелинейных систем, используют термин «**синергетика**». Суть синергетического подхода заключается в том, что сложноорганизованные системы могут быть описаны небольшим числом параметров порядка. Поэтому сложное поведение систем может быть описано при помощи иерархии упрощенных моделей. В открытых системах протекают процессы самоорганизации. **Структуры – аттракторы** показывают куда эволюционируют процессы в открытых и нелинейных системах. Критический момент неустойчивости, когда сложная система осуществляет выбор дальнейшего пути эволюции, есть **точка бифуркации**. Вблизи этой точки резко возрастает роль незначительных случайных возмущений (**флуктуаций**), которые могут приводить к возникновению новой структуры.

В [9] рассматривается общенаучная методология исследований проблемы безопасности, акцентируя внимание на синергетическом подходе. Показано, что наиболее эффективный способ обеспечения безопасности лежит на пути самоорганизации, усложнения и повышения информационного содержания социальной системы, а не через ее защиту и изоляцию.

Кардинальным отличием синергетического подхода от традиционного термодинамического является рассмотрение сложных систем в качестве открытых в пространстве и времени, то есть взаимодействующих с окружающей средой и обменивающихся с ней веществом, энергией и информацией.

При взаимодействии систем с внешней средой в системе уменьшается энтропия, протекают процессы самоорганизации, образование новых диссипативных структур.

В закрытых же системах идет только процесс непрерывной дезорганизации, хаотизации, разрушения изначально заданной структуры, что и установила классическая термодинамика, которую иногда называют теорией разрушения структур. Проблема безопасности как раз и связана с обеспечением сохранения структур от разрушительного или неблагоприятного воздействия внешних и внутренних возмущений.

С синергетической точки зрения закрытые системы в принципе являются менее безопасными, нежели открытые, поскольку последним доступны ресурсы окружающей их среды, имеются источники и стоки вещества, энергии и информации. Поэтому изоляция системы, использование защитных способов обеспечения безопасности – не самый эффективный механизм сохранения системы и поэтому такое обеспечение может быть лишь кратковременным, о чем свидетельствует история использования защитной идеологии обеспечения безопасности. Таким образом, безопасность – это первичная, базовая потребность, которая «вырастает» из свойства самосохранения сложных систем на пути их прогрессивной эволюции.

Синергетика изучает самосохранение систем в результате их эволюции не только в процессах самоорганизации, но и в противоположных процессах, негативно влияющих на системы [10]. Если самоорганизация – это процессы спонтанного перехода от хаоса к порядку и появления более сложных структур в открытых нелинейных системах, то самодезорганизация – это процессы перехода от порядка к хаосу, кризисным явлениям и катастрофам. Поэтому самый лучший способ обеспечения безопасности лежит на пути самоорганизации и усложнения систем, а не на пути сохранения достигнутой системой сложности с помощью ее изоляции от внешней среды.

Согласно синергетике, эволюция носит нелинейно – бифуркационный характер, и элементарный цикл развития происходит от одной бифуркации к другой. В зоне бифуркации усиливаются положительные обратные связи между системой и средой, происходит снижение устойчивости систем и появляется за счет случайной флуктуации возможность скачкообразного изменения траектории эволюции, ее ветвление на два или большее число возможных траекторий.

В связи с проблемой безопасности нас интересует, прежде всего, альтернатива, когда система, вступившая в фазу бифуркации, либо сохраняется, либо разрушается. В процессе развития система не находится в стабильном состоянии, в ней происходят изменения, и она либо накапливает, либо теряет элементы и связи. Это приводит ее в неравновесное состояние, когда любое малое и случайное воздействие на систему может вызвать ее деградацию, либо выход на более высокий уровень устойчивости за счет увеличения информационного содержания и эффективного его использования. То

или иное состояние системы при выходе из зоны бифуркации зависит от того, под притяжение какого аттрактора попадает система.

В принципе эволюционный процесс может идти по двум основным сценариям:

**сценарий прогрессивного развития**, когда идет рост сложности, увеличение информационного содержания системы, которая вступает в бифуркационный период не в силу обострения внутренних противоречий, а благодаря воздействию тех или иных внешних факторов в открытой нелинейной среде;

**сценарий деструктивного развития**, когда кризисное состояние системы достигается благодаря как внешним, так и внутренним факторам, происходит разрушение объекта и последующее движение к хаосу более низкого структурного уровня.

Очевидно, что существует определенная мера (соотношение) между сохранением (безопасностью) системы и ее прогрессивным развитием, что связано с действием обратных связей. Положительная обратная связь приводит к неустойчивости, выходу на режим с обострением, усиливая внешние воздействия на систему, способствуя ее усложнению и росту информационного содержания. Отрицательные обратные связи ослабляют внешние воздействия, стабилизируют систему, способствуя сохранению ее квазиравновесия с окружающей средой. Таким образом, в зависимости от соотношения положительных и отрицательных обратных связей система движется по прогрессивной или регрессивной эволюционной траектории.

Междисциплинарные проблемы принадлежат сразу нескольким отраслям знания, каждая использует свои методы решения задач, но которые принадлежат одному проблемному полю [11]. Современный этап развития науки, образование новых направлений исследований и формирование перекрестных научных связей диктуют необходимость расширения междисциплинарных исследований.

Междисциплинарные проблемы очень часто являются вызовами, которые возникают перед современным человеком. Проблемы, связанные с безопасностью, ставят целый ряд экономических, правовых, политологических, социологических и естественнонаучных вопросов. В последние годы проблемы безопасности уверенно занимают лидирующие позиции в социальных исследованиях. Спектр существующих подходов весьма широк, каждая отрасль знания, использующая этот термин, имеет свою направленность и свои методы исследования. Например, восприятие безопасности в антропологической парадигме фокусирует внимание на анализе влияния культуры на социальное понимание опасности, отражающее групповые и социальные ценности.

Понятийный аппарат исследований, направленный на разработку методологии и методов математической оценки безопасности и риска, существенно отличается от аппарата социальных наук.

Какова может быть роль **философии** в разработке темы безопасности?

Прежде всего, это достижение парадигмальной целостности, поскольку для эффективного управления безопасностью и риском необходимы определенные концептуальные основания, позволяющие строить модели, вырабатывать критерии сравнения различных вариантов действий и принимать решения [12].

Междисциплинарная проблема, пока она не вошла в парадигму существующей или не привела к возникновению новой дисциплины, находится на «ничейной земле», и поэтому возможно и необходимо использовать философские методы и приемы для ее анализа. Решение таких проблем требует привлечения результатов целого ряда конкретных наук. Философия в этом случае может выполнять интегрирующую функцию: с одной стороны, объединяя подходы различных дисциплин, а с другой, формируя общий концептуальный базис, позволяющий переносить методы и модели из одной научной дисциплины в другую.

Очевидно, что настало время для создания науки о безопасности человека и окружающей среды. Сразу можно утверждать, что новая наука должна возникнуть на стыке всех ранее появившихся естественных и общественных наук [13].

Согласно [14] методологические основы теории безопасности базируются на достижениях:

**математики** (методы системного анализа, математическая статистика и теория вероятностей, математическое моделирование, теория бифуркаций, теория решения некорректных задач, теория риска);

**физики** (физика элементарных частиц, физика твердого тела, радиоэлектроника, спектроскопия, физика земли и атмосферы, ядерная физика, теория лазеров);

**машиноведения** (анализ и синтез технических систем, кинематика и динамика машин и механизмов, надежность, прочность и ресурс систем);

**химии** (теория химических реакций, химия процессов и материалов, органическая и неорганическая химия, биохимия);

**биологии и физиологии** (генетика, экология, нейрофизиология, эволюционная морфология);

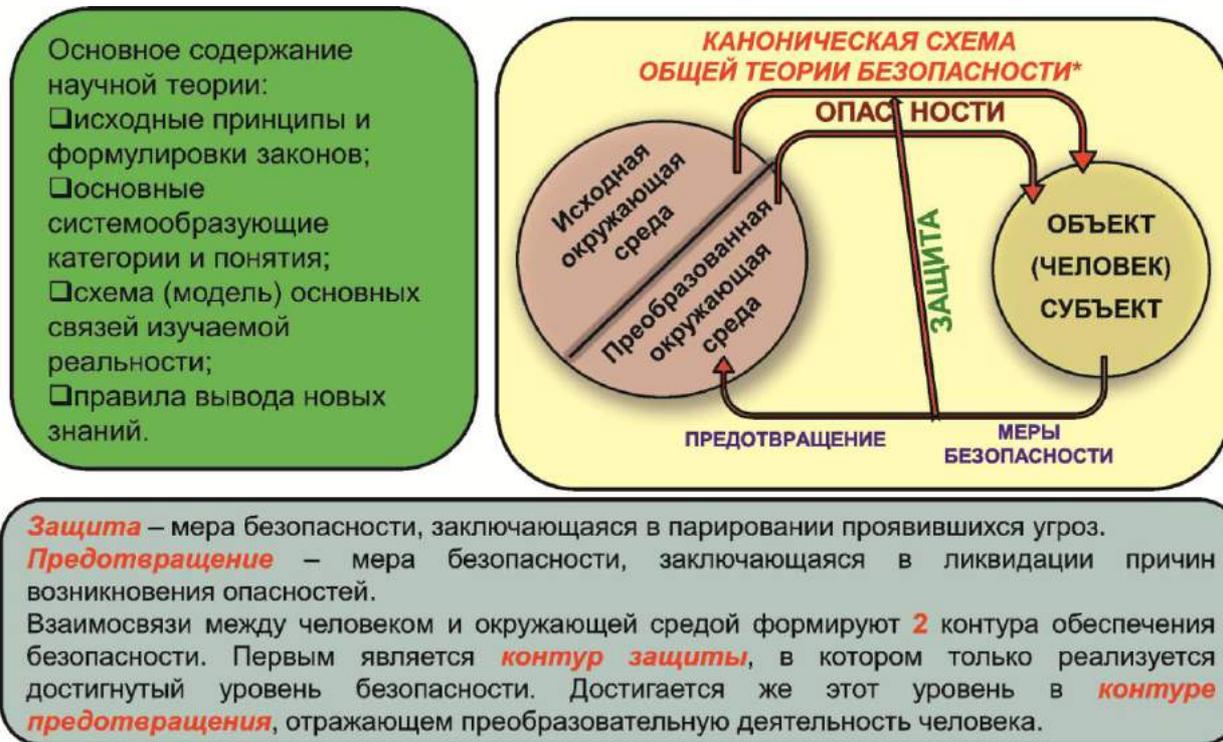
**геологии** (комплексные методы геологии, геофизики, геохимии и океанологии);

**обществоведения** (основы государства и права, философии, социологии, экономики).

Необходимость в **общей теории безопасности** (далее – ОТБ) возникла вследствие современного глобального кризиса: для выработки адекватных принципов жизнедеятельности обществу потребовался инструмент понимания и предвидения мировой динамики с небывалым нарастанием масштабов угроз человечеству [15].

На рис. 1.3. представлена схема ОТБ, которую можно считать канонической, так как на ней отображены основные взаимосвязи между объектами и предметами исследования этой теории. Обобщенный человек представляет

здесь объект и субъект безопасности, а окружающая среда, несущая человеку опасности и угрозы, состоит из исходной (природной) среды и среды, преобразованной человеком (социальной и техногенной).



\* Сапронов В.В. Идеи к общей теории безопасности // ОБЖ. Основы безопасности жизни. 2007. - №№ 1-3.

Рис. 1.3. Каноническая схема общей теории безопасности [15].

Взаимосвязи между человеком и окружающей средой, как видно из схемы, формируют два контура обеспечения безопасности. Первым является контур защиты, в котором только реализуется достигнутый в обществе уровень безопасности. Достигается же этот уровень в контуре предотвращения, отражающем преобразовательную жизнедеятельность человека.

### 1.3. Принципы общенаучной картины мира современной науки

**Общенаучная картина мира** – один из основных элементов общенаучного знания определенной исторической эпохи. В развитии науки выделяют следующие периоды: античный (VII в. до н.э. – III в. н.э.), средневековый (IV – XVII вв.), классический (XVII – XIX вв.), неклассический (XX в.) и постнеклассический (конец XX - начало XXI вв.) [16].

Научная картина мира в **античную эпоху** была предметом такой области знания, как натурфилософия Аристотеля. Конкретно – научные теории античной науки (геометрия Евклида, физика Аристотеля, астрономия Птолемея) находились в полном соответствии с общенаучным знанием античной эпохи и преимущественно светским характером греко- римской цивилизации.

**Средневековая наука** была по своему содержанию и направленности социально – гуманитарным знанием. Развитие математики, естествознания, а тем более технических наук, не было востребовано сформировавшимся в средневековой Европе религиозным (христианским) типом цивилизации. К числу чисто светских научных дисциплин можно отнести только формальную логику, результаты которой предвосхитили исследования в области математической логики и семантики.

Общенаучная картина мира **классической науки** опиралась на ряд новых научных теорий: классическую механику Галилея – Ньютона, астрономию Коперника – Кеплера, теорию электромагнетизма Фарадея – Максвелла, термодинамику (Джоуль – Клаузиус – Томпсон), аналитическую геометрию (Декарт), математический анализ (Ньютон – Лейбниц – Коши), теорию эволюции (Ламарк – Дарвин), аналитическую химию (Гей-Люссак – Ломоносов), математическую логику (Буль – Морган). Перечисленные фундаментальные теории отвечали целям формирования и развития индустриального типа цивилизации. Предпринимаются первые попытки построения общенаучной картины мира путем обобщения (синтеза) частнонаучных картин мира (физической, химической, биологической, социальной).

После открытия Кельвином и Клаузиусом второго начала термодинамики господствовало достаточно пессимистическое представление, что базовым состоянием материи является состояние термодинамического равновесия (хаоса) – самого простого из всех возможных состояний системы, не обменивающийся энергией и веществом с окружающей средой. Господствующей тенденцией материи считалось стремление к разрушению спонтанно возникшей упорядоченности и возвращению к исходному хаосу [17]. Следовательно, упорядоченное состояние вещества, которое наблюдается в доступной части Вселенной, возникло случайно. Так возникла модель стационарной Вселенной.

Лидерами **неклассической науки** являются: теория относительности, квантовая механика, теория элементарных частиц, молекулярная биология, генетика, биохимия, релятивистская космология, информатика и вычислительная математика.

Преимущественным типом объектов **современной (постнеклассической) науки** являются сложные системы, системы открытого типа, эволюционирующие объекты, человек, общество, биосфера и техносфера.

Сегодня физики и математики ввели в научный оборот и теоретически обосновали кардинальные концепции и понятия теорий самоорганизации материи – **диссипативные структуры** (Пригожин), **синергетику** (Хакен), **теорию катастроф** (Том, Арнольд) и др. **Самоорганизация** – это процесс, в ходе которого создается, воспроизводится и совершенствуется организация сложной динамической системы. Система называется самоорганизующейся, если она стремится сохранить свои свойства и природу протекающих процессов за счет структурных изменений.

Класс систем, способных к самоорганизации, - это открытые, нелинейные системы. Открытость системы означает постоянный обмен с окружающей средой веществом, информацией и энергией.

Выяснилось, что все разномасштабные самоорганизующиеся системы, независимо от того, каким разделом науки они изучаются, имеют единый алгоритм перехода от менее сложных и менее упорядоченных к более сложным и более упорядоченным состояниям. Тем самым открывается возможность единого теоретического описания подобных процессов во времени и пространстве.

Адекватная и полная реконструкция содержания общенаучной картины мира постнеклассической науки затруднена в связи с тем обстоятельством, что она находится в процессе становления. Тем не менее, целый ряд новых онтологических (сущностных) **принципов современной общенаучной картины мира** уже можно сформулировать [18,19]:

1. Все реальные объекты и системы являются открытыми и постоянно обмениваются веществом, энергией и информацией;
2. Изменения всех объектов и систем носят эволюционный, то есть направленный характер;
3. Однозначный (линейный) характер поведения наблюдается только у устойчивых и способных полностью себя самовоспроизводить в некотором временном интервале систем;
4. Любая система со временем становится неустойчивой и проходя точку бифуркации либо погибает, либо переходит в новое устойчивое состояние;
5. Все сложные системы ведут себя вероятностным образом, в целом их поведение имеет нелинейный характер;
6. Прогрессивное развитие систем в течение длительного времени возможно только за счет «подкачки» для них энергии извне;
7. Человек, общество, биосфера, техносфера являются сложными системами, подчиняющимися законам функционирования открытых, диссипативных (неравновесных) и нелинейных систем.

В основе современной общенаучной картины мира лежит **синергетика** – междисциплинарное направление научных исследований, в рамках которого изучаются общие закономерности процессов перехода от хаоса к порядку и обратно в открытых нелинейных системах любой природы. Синергетику можно рассматривать как современный этап развития идей **кибернетики и системного анализа**, в том числе, построения **общей теории систем**.

Соотношение синергетики и системных исследований представлено в табл. 1.1.

Суть синергетического подхода заключается в том, что сложноорганизованные системы могут быть описаны небольшим числом параметров порядка. Поэтому сложное поведение систем может быть описано при помощи иерархии упрощенных моделей, включающих небольшое число наиболее

существенных степеней свободы. В открытых системах возникают упорядоченные пространственно – временные структуры – аттракторы, показывающие направления ее эволюции. Критический момент неустойчивости, когда сложная система осуществляет выбор дальнейшего пути эволюции, называют точкой бифуркации. Вблизи этой точки резко возрастает роль незначительных случайных возмущений (флуктуаций), которые могут приводить к возникновению новой фрактальной (самоподобной) структуры.

Таблица 1.1

Соотношение синергетики и системных исследований

Системные исследования	Синергетика
1. Акцент на морфологическом (структурном), реже – на функциональном описании систем	1. Акцент на процессах создания, развития и разрушения систем
2. Большее значение на упорядоченности и равновесии систем	2. В процессах движения систем важную роль играет хаос, причем не только деструктивную
3. Изучаются процессы организации систем	3. Изучаются процессы самоорганизации систем
4. Абстрагируются от кооперативных систем	4. Подчеркивается кооперативность процессов развития систем
5. В основе – принцип системности	5. В основе – принцип развития систем

Самоорганизующиеся системы способны сохранять внутреннюю устойчивость при воздействии внешней среды, они находят способы самосохранения, чтобы не разрушаться и даже улучшать свою структуру.

Основными теориями современной синергетики являются:

теория динамического хаоса – исследует сверхсложную, скрытую упорядоченность поведения изучаемой системы;

теория фракталов – занимается изучением сложных самоподобных структур, возникающих в процессе самоорганизации;

теория катастроф – исследует поведение самоорганизующихся систем в терминах бифуркация (от лат. bifurcus - раздвоенный), аттрактор (от англ. attract - притягивать), неустойчивость.

В свою очередь, теория катастроф включает в себя теорию бифуркаций динамических систем и теорию особенностей гладких отображений [10]. Термин «катастрофа» в данном контексте означает резкое качественное изменение объекта при плавном количественном изменении его параметров. Одной из главных задач теории катастроф является получение нормальной формы исследуемого объекта (дифференциального уравнения или отображения) в окрестности «точки катастрофы» и построения на этой основе классификации объектов.

Теория катастроф анализирует критические точки (репетиции) потенциальной функции, то есть точки, где не только первая производная функции равна нулю, но равны нулю и производные более высокого порядка. Динамика развития таких точек может быть изучена при помощи разложения потенциальной функции в ряды Тейлора посредством малых изменений входных параметров. Если потенциальная функция зависит от трех или меньшего числа активных переменных и не более пяти активных параметров, то существует всего семь обобщенных структур геометрий бифуркаций, которым можно приписать стандартные формы разложений в ряды Тейлора (семь фундаментальных типов катастроф Рене Тома, табл. 1.2).

Таблица 1.2

Типы элементарных катастроф

№ п/п	Потенциальная функция	Название катастрофы
1.	с одной активной переменной: $x^3 + \alpha x$	«складка»
2.	$x^4 + \alpha_1 x^2 + \alpha_2 x$	«сборка»
3.	$x^5 + \alpha_1 x^3 + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 x$	«ласточкин хвост»
4.	$x^6 + \alpha_1 x^4 + \alpha_2 x^3 + \alpha_3 x^2 + \alpha_4 x$	«бабочка»
5.	с двумя активными переменными: $x_1^2 + x_2^2 + \alpha_1 x_1 x_2 - \alpha_2 x_2 - \alpha_3 x_1$	«гиперболическая омбилика»
6.	$x_2^2 - 3x_2^2 x_1^2 + \alpha_1 (x_1^2 + x_2^2) - \alpha_2 x_2 - \alpha_3 x_1$	«эллиптическая омбилика»
7.	$x_2^2 x_1 + x_1^2 + \alpha_1 x_2^2 + \alpha_2 x_1^2 - \alpha_3 x_2 - \alpha_4 x_1$	«параболическая омбилика»

Таким образом, современный мир состоит из разномасштабных открытых систем, развитие которых протекает по единому алгоритму. В основе этого алгоритма заложена присущая материи способность к самоорганизации, проявляющаяся в критических точках системы.

#### 1.4. Междисциплинарный подход к построению общей теории безопасности

Можно выделить два подхода к построению любой теории: классический и междисциплинарный (см. рис. 1.4.).

При **классическом подходе** в каждом наборе экспериментальных данных устанавливается некоторая закономерность или порядок, который указывал бы на внутренние отношения между этими данными. Окончатель-

ным описанием наблюдаемого порядка является эмпирический закон. Далее определяется, из чего вытекает данный эмпирический закон, или выявляется его основание, то есть строится гипотеза, описывающая механизм действий закона. Если гипотетические предсказания согласуются с разнообразными явлениями, то это означает, что построена новая теория.

### 1. Классический подход:



### 2. Междисциплинарный подход:



Рис.1.4. Подходы к построению общей теории безопасности

В настоящее время сами понятия «естественные и технические науки» и «общественные и гуманитарные науки» демонстрируют неопределенность границ своего существования, что приводит к тому, что линия демаркации между ними достаточно сильно размыта. Кроме того, нарастающие процессы интеграции научного знания приводят к проникновению методов одних наук в другие и заимствованию как методологического, так и понятийного аппарата разных наук, что делает различие социальных, гуманитарных и естественных наук еще более условным.

В современной системе наук выделяют три иерархических уровня:

- науки, оказывающие прямое влияние на все другие в силу их масштаба, абстрактности и обобщенности знания (математика, логика, кибернетика, синергетика и др.);
- науки об отдельных сторонах реальности, с которыми сталкивается природа, техносфера, человек и общество (естественные, технические, гуманитарные и социальные науки);
- науки, существующие в рамках сложившихся «материнских» наук (например, в рамках физики: механика, электродинамика, оптика, термодинамика, статистическая физика, теория относительности, квантовая механика, теория поля и т.д.).

Каждая наука имеет свой объект и предмет. Объект – это то, что изучает наука, в нашем случае – безопасность. Предметом науки являются закономерности, свойства и связи объекта, то есть предметом является одна из сторон, с которых можно подойти к объекту. На рис. 1.5. категория «безопасность» представлена как объект междисциплинарного исследования, предметом которой являются приложения отдельных наук к проблемам безопасности.



Рис. 1.5. Безопасность как объект междисциплинарного исследования

В данном случае объекты всех наук совпадают, но каждая из них изучает свои явления, процессы, законы и закономерности безопасности, то есть свой предмет.

Основным видом и формой теоретического знания является **теория** – система логически взаимосвязанных утверждений, объясняющих суть процессов и явлений в той или иной области реальности, такой способ организации знания, который позволяет проникать в сущность явлений и процессов, устанавливать законы и закономерности.

Теория основывается на нескольких исходных положениях, и объясняет действие законов и их взаимосвязей, устанавливая закономерности и предсказывая неопределенности протекания тех или иных процессов и явлений. Не всякая совокупность положений может являться теорией: они должны быть взаимосвязаны, обоснованы, при этом одно из положений должно быть ведущим. Теория формулируется так, чтобы ее положения можно было доказать, а ее утверждения должны быть непротиворечивыми и согласованными с положениями других теорий. Не все теории могут быть аргументированы результатами прямых экспериментальных доказательств (к числу та-

ких теорий относится и общая теория безопасности), и ученые обосновывают их либо по наличию предсказательной силы (трактуя отдельные факты и явления как следствия проявления законов, обосновываемых в теории), либо ссылаясь на отсутствие фактов, опровергающих утверждения теории. Теория может быть различной степени обобщенности и абстрактности, в том числе, общей и междисциплинарной. При этом сформулированная теория должна содержать:

- исходные принципы и формулировки законов;
- основные системообразующие категории и понятия;
- схему (модель) основных связей изучаемой реальности (от фактов до теоретических обобщений);
- правила вывода новых знаний из основных положений теории.

## ГЛАВА 2. ПРИЛОЖЕНИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ И АТМОСФЕРЕ К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ

### 2.1. Климатология

*Климатология* — наука, изучающая вопросы климатообразования, описания и классификации климатов земного шара, антропогенного влияния на климат [22].

Следует отметить, что термины «погода» и «климат» несут разную смысловую нагрузку. Погода определяется как физическое состояние атмосферы в конкретном месте на земном шаре и в определенный момент времени. Ее переменные, описывающие это состояние, включают температуру и давление, скорость ветра, влажность, осадки, облачность и такие явления, как туман, мороз, град и другие характеристики. Климат означает синтез повседневных изменений погоды. Он представлен большим разнообразием условий погоды, описанных для определенного места и времени.

Климат характеризуется следующими основными свойствами:

- ⇒ термические — температура приземного воздуха, воды, почвы и льда;
- ⇒ кинетические — ветровые и океанические течения, действующие вместе со связанными с ними вертикальными движениями и движениями воздушных масс, потоков водяного пара, облаков с их водностью, грунтовых вод с озерами и водой, связанной в виде снега, континентального и морского льда;
- ⇒ статические — давление и плотность среды в атмосфере и океане, состав сухого воздуха, соленость океанических вод, геометрические границы и физические константы климатических систем.

Эти свойства объединяются различными физическими процессами, такими как: осадки, испарение, солнечная радиация, конвекция, адвекция и турбулентность. Данные свойства и процессы являются источниками гидрометеорологических опасностей и угроз безопасности и развитию [23].

Одним из наиболее эффективных способов оценки будущих изменений климата является моделирование. В целом, все современные модели сходятся в том, что потепление будет более значительным в арктических регионах по сравнению с экваториальными областями и что континенты будут прогреваться сильнее, чем океаны.

Предполагается, что в целом для земного шара изменения климата могут:

- ⇒ угрожать существованию лесов умеренной зоны с увеличением рисков лесных пожаров вследствие более сухого климата;
- ⇒ сокращать водоснабжение из-за истощения природных запасов воды;
- ⇒ значительно увеличивать потери воды из-за изменения режима испарения и осадков;

- ⇒ увеличивать опасность разрушительных наводнений в береговых, островных и низменных странах, включая возможные потери суши при подъеме уровня моря;
- ⇒ способствовать продвижению тропических болезней на север, где население не имеет соответствующего иммунитета.

Таким образом, климат является одним из самых важных элементов, от которого зависит поддержание систем жизнеобеспечения на Земле.

Некоторые современные ученые рассматривают климатологию как один из разделов географии.

## 2.2. География

*Географию* определяют как науку об окружающей среде, которая изучает взаимодействие основных геосфер с биосферой и антросферой [24]. В этом смысле она объединяет ряд естественных и общественных дисциплин, делая упор на изучение условий, необходимых для поддержания человеческой жизни.

Географические условия очень важны при рассмотрении большей части нерешенных политических и социально-экономических проблем, и многие катастрофы и кризисы вызываются географическими причинами.

С точки зрения решения проблем безопасности жизнедеятельности наиболее интересными являются следующие разделы географии: физическая, общественная и техническая.

*Физическая география* [25] включает в себя изучение компонентов физической среды: рельефа, климата, воды, растительности и почв. Эти компоненты можно рассматривать сами по себе, отдельно, с помощью разных естественных наук. Другой подход — это наука о физической среде как источнике природных ресурсов, таких как вода и полезные ископаемые. Третий подход определяет физическую географию как науку о природных катастрофах – высоко интенсивных, редко повторяющихся природных событиях, происходящих с нерегулярными интервалами. В течение последнего десятилетия значительно увеличился ущерб для жизни и имущества, причиной которого была природная среда и состояние человеческого общества. Это подчеркивает, что катастрофы и опасности – суть продукты одновременно и природы и человеческого общества. Бедствия происходят в каждой части мира, независимо от уровня их экономического развития. Поэтому Международный комитет по предотвращению бедствий ООН привлек внимание к важности перехода от «культуры реагирования» к «культуре предупреждения» и необходимости включения последней в разряд мировых тенденций.

На Всемирной конференции ООН по предотвращению природных катастроф (Япония, 2005 г.) было принято принципиальное решение: не менее 10% всех средств, выделяемых государствами на восстановление и покрытие ущербов от природных катастроф, должны направляться на предупреждение

дение последних. Географическое учение о катастрофах и бедствиях направлено на образование связующего мостика между физической и социальной географией и привлечение внимания к проблемам безопасности и развития.

*Общественная география* [26] представляет собой науку о населении планеты и его деятельности. Она рассматривает сельское хозяйство, урбанизацию, промышленность, торговлю, транспорт и учитывает политические и социальные аспекты жизни человека. Современная общественная география изучает новейшие подходы к культурной, экономической, социальной и политической организации глобальной общественной территории в разных масштабах, анализирует новые проблемы, такие как: расовые и половые различия, глобализация, многообразие культурных проблем, связанных с охраной окружающей среды и безопасностью жизнедеятельности населения.

*Техническая география* [27] изучает объекты, необходимые для географических исследований, обучения и практики. С одной стороны, она включает геоматику, одну из классических географических тем; с другой стороны, сюда входит моделирование географических систем – направление, которое заняло важное место в современной географии. Традиционными методами технической географии являются: геодезия, топография, картография и производство атласов, а современными технологиями – дистанционные наблюдения, географические информационные системы и географическое моделирование.

Таким образом, географические знания помогут избежать многих международных конфликтов, которые появляются как следствие незнания физических и культурных основ жизни других стран.

### 2.3. Геология

В широком смысле, *геология* — это наука о Земле. Она разделяет изучение Земли и ее родственных каменистых планет и астероидов со многими другими естественными науками: геодезией, климатологией, гидрографией, географией и др. [28].

На сегодняшний день состояние, состав и структура твердых компонентов Земли в масштабах всей планеты включены в поле деятельности геологии. Во многих подчиненных областях знаний, которые могут быть сгруппированы под общим понятием физической геологии, изучаются различные современные аспекты твердой Земли. Однако история Земли, рассматриваемая во взаимосвязи всех ее систем, находится в поле исследований собственно геологии.

Таким образом, геология состоит из двух основных разделов:

⇒ *физическая геология* [29, 30], которая разделяет изучение современной земной системы со многими другими естественными науками;

⇒ *историческая геология* [31], которая занимается изучением прошлого земной системы.

Открытие *тектоники плит* (теории о том, что наружная оболочка Земли состоит примерно из десятка литосферных плит, которые перемещаются и взаимодействуют на границах плит) стало, несомненно, одним из наиболее значительных шагов в современном понимании нашей планеты и утвердило положение геологии как отдельной науки. Прорыв в тектонике плит произошел в середине XX века, с первыми акустическими исследованиями глубины Мирового океана. Только тогда в океанах были обнаружены гигантские впадины и горные подъемы как выражения зон движения по разломам и срединно-океаническим хребтам, где образуется новая земная кора. Теперь мы знаем, что образование коры в срединно-океанических хребтах находится в объемном равновесии с поглощением литосферы в зонах субдукции, из чего следует, что *Земля не расширяется и не сжимается* [32].

В свете быстрого прогресса в последнем десятилетии трудно предсказать, какие методы геологии будут использоваться в XXI веке. Возможно, наиболее важной с точки зрения безопасности жизнедеятельности станет быстро развивающийся раздел геологии – *геология окружающей среды*, представляющий собой приложения геологических принципов к проблемам, вызванным антропогенной эксплуатацией физической окружающей среды. Геология окружающей среды не просто связана с влиянием человека на окружающую среду, но также рассматривает и влияние геологической среды на общество. Возникновение природных геологических катаклизмов, таких как землетрясения, извержения вулканов, морские штормы и цунами, является, за некоторым исключением, независимым от человека, но может оказать разрушительный эффект на общество [33]. Также первичная деятельность человека в форме сельского хозяйства, горных разработок и промышленной деятельности может оказать значительное влияние на геологическую окружающую среду, например, эрозия почв, обеднение земель, загрязнение подземных вод и другое [34].

*Геология окружающей среды* приобретает фундаментальное значение в связи с тем, что люди используют и разрабатывают окружающую среду для того, чтобы снизить влияние неблагоприятных эффектов от геологической среды на общество или общества на природу. Таким образом, геология окружающей среды должна быть тесно вовлечена в процесс планирования, обеспечивая базовую информацию, необходимую для разработки приемлемых условий для обеспечения безопасности и экономического процветания.

## 2.4. Геохимия

*Геохимия* — наука, изучающая химический состав Земли, распространенность в ней химических элементов и их стабильных изотопов, закономерности распределения химических элементов в различных геосферах, за-

коны поведения, сочетания и миграции (концентрации и рассеяния) элементов в природных процессах.

Геохимия играет ключевую роль в понимании разнообразных научных процессов, таких как образование и дифференциация Земли и планет, возникновение и эволюция жизни, влияние на глобальный климат и климатические изменения, а также образование природных ресурсов и управление ими. Многие из этих вопросов являются критическими в понимании человечеством контекста своего существования и развития [35].

Великим триумфом геохимии за последние несколько десятилетий стало количественное описание геохимических циклов и оценка их значения для понимания эволюции Земли во всех временных масштабах. Наиболее важным с точки зрения обеспечения безопасности жизнедеятельности геохимическим циклом является *углеродный цикл*, непосредственно связанный с процессами в атмосфере, гидросфере и биосфере [36]. В самом деле, одна из наиболее значимых проблем, с которой может столкнуться человечество, это изменение климата, связанное с образованием парниковых газов в атмосфере, наиболее существенным из которых является двуокись углерода.

Во время поверхностных процессов углеродный цикл преобладает в кратковременных биологических реакциях, где двуокись углерода преобразуется в органический углерод путем фотосинтеза и возвращается в атмосферу при повторном окислении, в основном имеющем биологическую природу. В более протяженном временном масштабе углерод циркулирует между океаном, атмосферой и породами в ряде геологических процессов, включая вулканизм, выветривание, погребение при отложении осадков, обменные реакции между различными веществами, содержащими углерод, а также растворение и переотложение карбонатных минералов.

Все увеличивающаяся точность измерений и временное разрешение геохимических свидетельств дают надежду на развитие мощного предсказательного моделирования земного климата и его развития.

Существует много фундаментальных проблем геохимии, которые имеют крайне важное значение для решения вопросов безопасности жизнедеятельности, в том числе [37]:

- ⇒ детальное изучение геохимических циклов для широкого ряда элементов. Поскольку люди производят все увеличивающееся количество отходов (от парниковых газов, токсичных металлов и химикатов на органической основе до опасно высокого уровня ядерных отходов), понимание геохимического поведения этих элементов и веществ становится критическим для безопасного управления ими;
- ⇒ подробное изучение той роли, которую биологическая активность играет в широком ряде геологических процессов, включая образование почв, реакции минералов и геохимические циклы ряда элементов;
- ⇒ адекватное понимание атмосферы, гидросферы и их развития, особенно в связи с воздействием на климат и с его изменениями.

## 2.5. Океанография

*Океанография (океанология)* [22] – наука о природных процессах в Мировом океане. Рассматривает Мировой океан одновременно как часть гидросферы и как целостный планетарный природный объект, который взаимодействует с атмосферой, литосферой и где в сложной взаимосвязи протекают физические, химические, геологические и биологические процессы.

Основные разделы океанографии:

- ⇒ *физика океана* – выяснение закономерностей взаимодействия океана и атмосферы;
- ⇒ *химия океана* – выявление закономерностей обмена и трансформации химических веществ в океане и формирование его химического баланса;
- ⇒ *биология океана* – выявление закономерностей формирования и оценка биомассы и управление биологической продуктивностью океана;
- ⇒ *геология океана* – выявление закономерностей геологических процессов на дне океана и формирование месторождений полезных ископаемых.

Главная практическая цель океанографии – обеспечение безопасности и повышение эффективности мореплавания, использование биологических, минеральных и энергетических ресурсов вод и дна океана, усовершенствование методов прогноза погоды и опасных гидрометеорологических явлений.

Интерес к исследованиям океана растет во всем мире, в основном благодаря следующим причинам [38]:

- ⇒ *роль Мирового океана в изменении климата*. Мировой океан является гигантским источником (накопителем) тепла и с этой точки зрения объектом особой важности для долгосрочных предсказаний погоды и оценки изменений климата;
- ⇒ *проблема загрязнения океана* и влияния на морские организмы и здоровье человека вследствие экономической и прочей деятельности. Данная проблема касается разливов нефти, выбросов пестицидов, тяжелых металлов, радионуклидов, осадков сточных вод и пр.;
- ⇒ *океан как объект экономической деятельности* — отдых, освоение ресурсов, добыча нефти, разработка рудных месторождений, рыболовство, агрикультура, порты, навигация и т.д.

В наши дни развитие технологий наряду с увеличивающейся потребностью в ресурсах постоянно растущего населения привели к экстенсивному использованию ресурсов морской и береговой зон. Особую проблему представляют эрозия пляжей, подъем уровня моря, а также загрязнение морской среды побочными продуктами и отходами человеческой деятельности [39, 40].

## 2.6. Природные катастрофы

Под *природной катастрофой* [41] понимается потеря устойчивости природной, природно-антропогенной или антропогенной системы, происходящая в результате изменения ее внутренних и/или внешних функциональных характеристик — параметров. При этом система переходит к быстрым, часто непредсказуемым, преобразованиям своей структуры и функций и в результате теряет управляемость, деградирует и разрушается. Система, пережившая катастрофу, не может быть полностью приведена в исходное состояние, так как в результате катастрофы старая система разрушается и формируется новая. Природная катастрофа происходит главным образом в результате быстрого и интенсивного проявления тех или иных природных процессов.

Стихийные бедствия могут иметь геологическое и гидрометеорологическое происхождение; особую группу составляют стихийные явления в горах [42].

*Геологические опасности* вызываются явлениями, протекающими в недрах Земли; релаксация накопившихся напряжений происходит в результате лавинообразного разрушения, следствием чего служат землетрясения и порожденные ими цунами, вулканические извержения и горные удары.

*Землетрясение* — это следствие разрыва в глубинах Земли, распространяющегося со скоростью несколько километров в секунду. В прибрежных к океану районах огромную опасность представляют вызванные землетрясениями гигантские волны — *цунами*. *Вулканизм* обеспечивает перемещение глубинных масс и тепла от внутренних уровней планеты до ее поверхности, извержения вулканов сопровождаются тучами пепла, вулканическими бомбами и потоками лавы. *Горные удары* характерны для шахт и выработок, если глубина подземных работ превышает 200 метров от земной поверхности.

Среди *гидрометеорологических явлений* опасны засухи и пыльные бури, ураганы и тайфуны, опасности, порождаемые твердыми атмосферными осадками: изморозь, гололед, град и снежные метели, наводнения и паводки, лесные и торфяные пожары [43].

*Засуха* наблюдается при резком дефиците осадков и приводит к временной потере водных и растительных ресурсов. *Циклоны, ураганы, тайфуны, и торнадо* представляют собой атмосферные вихри разных масштабов, причиняющие серьезные разрушения. *Метели* рождают снежные заносы. *Наводнения* происходят во все сезоны года и практически повсеместно. Они вызываются весенне-летним таянием снегов и ледников, дождевыми паводками, ледовыми зажорами и заторами, ветровым нагоном воды на морские берега [44].

В горах опасны склоновые процессы: *обвалы, оползни, селевые потоки, снежные лавины* и т.п.

В ряде стран существуют специальные службы по предупреждению стихийных бедствий, принимаются законы, регламентирующие действия государственных и частных организаций в подобных обстоятельствах и охраняющие интересы граждан в чрезвычайных ситуациях [45].

Ущерб от стихийных бедствий начиная с 1950-х годов растет быстрее, чем всемирный валовой продукт (ВВП). Если это соотношение сохранится, то через несколько десятилетий прирост потерь от природных катастроф станет больше прироста ВВП, тем самым на нужды человека будет оставаться все уменьшающаяся величина ВВП [46].

При анализе защищенности от стихийных бедствий стран и регионов учитывается не только уровень научных знаний в этой области, но и психология отношения человека к риску, связанная с этнокультурными особенностями природопользования. Последнее можно видеть по статистическим данным об ущербе от природных катастроф (табл. 2.1).

Таблица 2.1

**Показатели уязвимости от стихийных бедствий (СБ)  
развитых стран мира относительно Японии**

Страны	Число СБ на единицу площади	ВВП* на единицу площади	Плотность населения на единицу площади	Ущерб от СБ на единицу ВВП	Число жертв от СБ на 1 млн. населения	Потери на одно СБ	Ущерб на одно СБ
1	2	3	4	5	6	7	8
Япония	1	1	1	1	1	1	1
Западная Европа	0,55	0,39	0,52	4,10	1,70	10,00	20,00
США	0,27	0,07	0,08	8,00	7,70	350,00	420,00

\* **ВВП** — валовой национальный продукт.

Несмотря на значительное превосходство на единицу площади числа стихийных бедствий, валового национального продукта и плотности населения (столбцы 2 – 4 табл. 2.1) Японии по сравнению со странами Западной Европы (Германия, Великобритания, Франция) и США, удельные величины ущерба (столбцы 5 – 8 табл. 2.1) от природных катастроф у Японии значительно ниже.

Наивысшая степень защищенности «Страны восходящего солнца» от стихийных бедствий объясняется эффективной государственной политикой в этой области и этнокультурными особенностями отношения японцев к риску. Японской этнической культуре свойственны наивысшие коллективизм и склонность избегать неопределенностей, т.е. действовать на основе традиций, впитавших многовековой этнический опыт.

Учитывая то, что культура безопасности жизнедеятельности россиян находится на низком уровне, а переход к рыночной экономике предполагает уход от традиционных соборности и коллективизма к индивидуализму, *можно сделать вывод о повышении удельной уязвимости российского общества от катастроф и стихийных бедствий в среднесрочной перспективе.*

Научные знания об опасных природных явлениях и мерах защиты от них растут в XXI веке очень быстро. Но еще быстрее нарастают мотивы поведения человека, побуждающие его рисковать и пренебрегать рекомендациями ученых. Сегодня ущерб от стихийных бедствий в развитых странах растет в том числе и потому, что владельцы собственности все менее используют традиционные методы и технологии защиты, отдавая предпочтение современным экономическим механизмам снижения рисков, в том числе страхованию.

Растущие масштабы и необратимость ущерба снижают эффективность страховых и компенсационных систем, денежное возмещение по которым не в состоянии покрыть сколько-нибудь значимую долю экономических потерь. Это подтверждает устойчивая тенденция расширяющегося разрыва между реальным и застрахованным ущербом от природных катастроф. По сравнению с 1960-ми годами, когда этот разрыв составлял 64,30 млрд. долл., в 1970-е годы он увеличился почти вдвое, в 1980-е годы – почти втрое и в 1990-е годы – почти в восемь раз [47].

## ГЛАВА 3. ПРИЛОЖЕНИЯ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ

### 3.1. Физика

*Физика* – наука о природе, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие свойства материального мира. К основным разделам теоретической физики относятся: механика, электродинамика, оптика, термодинамика, статистическая физика, теория относительности, квантовая механика, квантовая теория поля [22].

Физика составляет научный фундамент современной техники и ее развития, включая такие направления, как: ядерная энергетика; космическая техника; квантовая электроника; вычислительная техника; разработка наукоемких, ресурсосберегающих технологий.

В основе развития современной физики лежат следующие физические понятия и термины:

- ⇒ детерминистский характер физических законов;
- ⇒ принципы симметрии;
- ⇒ понятие «атом»;
- ⇒ понятие «квант»;
- ⇒ определение порядка и беспорядка.

Ньютоновские законы движения являются *детерминистическими* в том смысле, что поведение физической системы во времени однозначно определяется заданными начальными условиями. Однако в квантовой механике этот детерминизм нарушается принципом неопределенности и возможностью хаотического поведения систем.

После проверки пространственно-временной *симметрии* законов движения, стало более привычно формулировать физические законы с помощью законов симметрии. Теория относительности Эйнштейна была первой успешной попыткой вывести законы природы исходя из наиболее общего принципа симметрии.

*Понятие «атом»* сыграло решающую роль в развитии современной физики. Сегодня атомы уже не считаются неделимыми и не имеющими структуры частицами. Атом состоит из электронов и ядер, ядра – из протонов и нейтронов, которые в свою очередь состоят из кварков.

*Квантовая физика* в основном оперирует микроскопическими явлениями, тем не менее она является базисом для всей физики в целом. Система, описываемая квантовой физикой, обладает одним существенным свойством — значения некоторых физических величин, например таких, как энергия, квантуются и не могут изменяться непрерывно, а только дискретно.

*Понятие порядка и беспорядка* является ключом к пониманию многих сложных явлений и позволяет найти связь между макроскопическими и микроскопическими мирами.

Физика – это естественная наука, в основном оперирующая *материей и энергией* и имеющая дело с их строением, структурой, взаимодействием и прочими аспектами.

В каждом наборе *экспериментальных данных* физика позволяет установить некоторую закономерность или порядок, который указывал бы на внутренние отношения между этими данными. Окончательным описанием наблюдаемого порядка является *эмпирический закон*. Далее требуется определить, из чего вытекает данный эмпирический закон или выявить основание этого закона. Строится *гипотеза*, описывающая механизм действия закона. Если гипотетические предсказания согласуются с разнообразными физическими явлениями, то это означает, что построена *теория*.

*Эксперимент* – это контролируемое наблюдение выбранного аспекта физической среды. Любая физическая величина в процессе эксперимента должна быть измерена с помощью объективных методов. В большинстве случаев физический закон окончательно выражается в виде *математического соотношения* между измеренными значениями физических величин.

С развитием современной физики детерминистическая природа физических законов стала подвергаться сомнению. Значимым в этом отношении событием стало зарождение в начале XX столетия квантовой механики, в основе которой лежит *принцип неопределенности* Вернера Гейзенберга (1901-1976), согласно которому невозможно в один и тот же момент времени определить положение и скорость частицы. Таким образом, по крайней мере, для микроскопических объектов детерминистическая природа законов движения частицы нарушается [48].

Другим важным открытием было обнаружение *хаотического движения* в различных классических физических системах. Основной характерной особенностью хаотического движения является его чрезвычайная чувствительность к начальным условиям. *Поскольку мы можем определить начальные условия лишь с конечной точностью, мы не можем сделать точный долгосрочный прогноз поведения системы, если ее движение является хаотическим*. Таким образом, детерминистическая природа уравнений движения нарушается при наличии хаотического движения [49].

Законы классической физики следуют из законов квантовой физики, и таким образом, можно считать законы квантовой физики наиболее общими законами природы.

Для изолированной системы, не взаимодействующей с окружающей средой, мы можем считать все физические явления, происходящие в ней, процессами превращения одного вида энергии в другой, при сохранении общего количества энергии в этой системе (*первое начало термодинамики*). Энтропия есть физическая величина, позволяющая определить направление изменения состояния системы, и любая изолированная система может самопроизвольно изменяться только в направлении увеличения энтропии (*второе начало термодинамики*).

*Энтропия* связана с уровнем упорядоченности в структуре системы, и закон увеличения энтропии означает, что любая изолированная система всегда изменяется таким образом, чтобы перейти из более упорядоченного состояния в менее упорядоченное.

Если мы посмотрим на реальные физические явления в природе, то мы обнаружим, что во многих из них более упорядоченное состояние возникает из менее упорядоченного.

Любое вещество в природе, в зависимости от его термодинамических характеристик, может находиться в одном из трех *агрегатных состояний* (фаз) — твердое, жидкое, газообразное. Общим принципом, объясняющим механизм нахождения в том или ином агрегатном состоянии, является *принцип наименьшей свободной энергии системы*. Основа этого принципа рассматривается в рамках *статистической термодинамики* [50].

В общем случае в любой динамической системе имеются два механизма смены агрегатных состояний. Один стремится уменьшить энергию системы и сделать ее более устойчивой (качающийся маятник). Второй механизм стремится увеличить энтропию системы и привести ее в менее упорядоченное состояние. Описанные механизмы работают в противовес друг другу и самой системе, при выборе устойчивого состояния приходится находить компромисс между ними.

Для каждой открытой системы известно определенное критическое значение *внешнего потока*, в результате которого происходит переход системы к новой структуре, со свойствами, отличающимися от первоначальных свойств наличием большей упорядоченности в системе. Это не противоречит закону увеличения энтропии, потому что поток уносит из системы определенное количество энтропии, что и приводит к более упорядоченному состоянию системы. При этом энтропия всей системы, включающей и окружающую среду, увеличивается, что вполне соответствует второму началу термодинамики.

Известно, что большие значения потоков могут привести к полному беспорядку в системе, обычно называемому «турбулентным» или хаотическим состоянием. *Турбулентность* — это весьма неупорядоченное состояние, вызванное потерей корреляции между движущимися частями системы. *Таким образом, невозможно предсказать поведение системы через достаточно большой промежуток времени*. Термин «хаос» используется для обозначения беспорядочного и непредсказуемого поведения динамических систем. Часто невозможность предсказать поведение системы объясняют наличием слишком большого *числа степеней свободы* в системе, но, как выяснилось, динамические системы, описываемые нелинейными уравнениями, могут вести себя хаотически даже при небольшом числе степеней свободы [51].

## 3.2. Математическое моделирование

*Математическая модель* – приближенное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики. *Математическое моделирование* – мощный метод познания внешнего мира, а также прогнозирования и управления.

Процесс математического моделирования, т.е. изучения явления с помощью математической модели, можно подразделить на четыре этапа [52].

*Первый этап* – формулирование законов, связывающих основные объекты модели. Этот этап требует широкого знания фактов, относящихся к изучаемым явлениям, и глубокого проникновения в их взаимосвязи. Эта стадия завершается записью в математических терминах – сформулированных качественных представлений о связях между объектами модели.

*Второй этап* – исследование математических задач, к которым приводят математические модели. Основным вопросом здесь является решение *прямой задачи*, т.е. получение в результате анализа модели выходных данных для дальнейшего их сопоставления с результатами наблюдений изучаемых явлений. На этом этапе важную роль приобретает математический аппарат, необходимый для анализа математической модели, и вычислительная техника – мощное средство для получения количественной выходной информации как результата решения сложных математических задач.

*Третий этап* – выяснение вопроса о том, согласуются ли результаты наблюдений с теоретическими следствиями модели в пределах точности наблюдений. Часто при построении модели некоторые ее характеристики остаются неопределенными. Задачи, в которых определяются характеристики модели таким образом, чтобы выходная информация была сопоставима с результатами наблюдений, называются *обратными задачами*.

*Четвертый этап* – последующий анализ модели в связи с накоплением данных об изучаемых явлениях и модернизация модели. В процессе развития науки и техники данные об изучаемых явлениях все более и более уточняются, и наступает момент, когда выводы, получаемые на основе существующей модели, не соответствуют нашим знаниям о явлении или системе. Таким образом, возникает необходимость построения новой, более совершенной математической модели.

Метод математического моделирования, сводящий исследование явлений внешнего мира к математическим задачам, занимает ведущее место среди других методов исследования, особенно в связи с появлением современной вычислительной техники. Он позволяет проектировать новые системы и технические средства, явления и процессы, прогнозировать будущие события.

Математические модели проявили себя как важное средство для изучения управленческих процессов. Они применяются в самых различных областях знания, в том числе при исследовании проблем безопасности, стали

необходимым аппаратом в области социально-экономического планирования и являются важным элементом автоматизированных систем управления.

Исследование, использующее математические модели, делает возможным не только нахождение количественных характеристик исследуемого явления, оно также способствует более глубокому пониманию сущности самого явления. Тенденция к более детальному исследованию физических и социальных явлений вовлекает в исследования все более сложные математические модели, описывающие эти явления, что, в свою очередь, делает возможным применение аналитических методов. Математические модели реальных процессов, как правило, нелинейны. Чтобы исследовать такие модели детально, необходимо использовать численные методы и компьютерные расчеты.

В последние десятилетия математические модели в форме систем уравнений или отношений нашли широкое применение в различных сферах безопасности жизнедеятельности: экономической, политической, социальной, научно-технической, природно-техногенной.

В XXI веке роль математического моделирования будет неуклонно расти. Это будет связано, в первую очередь, с необходимостью решения проблем экономического и безопасного развития мировой цивилизации.

### **3.3. Математическое программирование (оптимизация)**

*Математическое программирование* – математическая дисциплина, посвященная теории и методам нахождения экстремумов (максимумов или минимумов) функций многих переменных при наличии дополнительных ограничений на эти переменные, имеющих форму равенств или неравенств [52].

Не стоит путать математическое программирование с компьютерным программированием. В данном случае понятие программирование обозначает разработку плана или процедуры для решения оптимизационной задачи.

Математическое программирование сформировалось в 50-х годах прошлого века в связи с практическими задачами выбора оптимального варианта среди многих возможных альтернатив. Задачи такого рода возникают во многих областях целенаправленной человеческой деятельности:

- ⇒ в экономике – планирование и управление социально-экономического развития;
- ⇒ в технике – выбор наилучшего проекта или оптимальной конструкции;
- ⇒ в военном деле – при планировании операций, управлении войсками, выборе рационального варианта защиты населения и территорий;
- ⇒ в безопасности – выбор оптимального варианта защиты личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз и т. п.

В общем виде задачу математического программирования можно записать следующим образом:

максимизировать целевую функцию  $f(x_1, \dots, x_n)$  на допустимом множестве  $G$ , где  $G$  задается системой

$$g_i(x_1, \dots, x_n) > 0, i = 1, \dots, m, (x_1, \dots, x_n) \in X;$$

Здесь:  $X$  — некоторое подмножество  $R^n$ . Точка  $x = (x_1, \dots, x_n)$ , которая удовлетворяет всем ограничениям задачи, называется *допустимым решением*. Допустимая точка, в которой  $f$  принимает наибольшее значение по сравнению с другими допустимыми точками, называется *оптимальным решением*.

В зависимости от условий на целевую функцию  $f$ , ограничения  $g$  и допустимую область  $G$  различают следующие *классы задач математического программирования* [34]:

- ⇒ *линейного программирования*, если  $f$  — линейная функция, а  $g_i$  — аффинны (родственны);
- ⇒ *нелинейного (выпуклого) программирования*, в которых все или некоторые из этих функций нелинейны;
- ⇒ *дискретного программирования*, если область  $G$  состоит из конечного числа точек;
- ⇒ *параметрического программирования*, если  $f$  и (или)  $g_i$  зависят от параметров;
- ⇒ *стохастического программирования*, если учитывается зависимость  $f$  и (или)  $g_i$  от случайных факторов;
- ⇒ *динамического программирования*, в котором принятие оптимального решения представляется в виде многошагового процесса.

Таким образом, задачи математического программирования, как правило, складываются из трех основных *компонентов*:

- ⇒ *целевой функции*, которую мы хотим минимизировать или максимизировать;
- ⇒ *набора неизвестных или переменных*, которые влияют на значение целевой функции;
- ⇒ *набора ограничений или условий*, которые позволяют неизвестным параметрам принимать некоторые комбинации значений, исключая при этом остальные.

*Общей задачей математического программирования* является определение таких значений переменных, которые максимизируют или минимизируют целевую функцию, удовлетворяя при этом необходимым условиям или ограничениям.

Тесно примыкают к математическому программированию задачи, в которых целевая функция является векторной. В этом случае речь не может уже идти о нахождении ее экстремума. Такие задачи составляют предмет

*многокритериальной оптимизации* и решаются методами *исследования операций*.

### 3.4. Исследование операций

*Исследование операций* – это теория принятия оптимальных решений, научный метод выработки количественно обоснованных рекомендаций по принятию решений [52]. Исследование операций способствует превращению искусства принятия решений в научную математическую дисциплину.

Первоначально исследование операций было связано с решением оптимизационных задач в военном деле. Но уже с конца 40-х годов прошлого столетия оно используется для решения как чисто технических, так и технико-экономических задач, а также задач управления на различных уровнях. Методы исследования операций наиболее эффективны при принятии решений в условиях ограниченного времени, например, в условиях кризисов и катастроф.

Содержательно всякая задача исследования операций является оптимизационной, т.е. состоит в выборе среди некоторого множества допустимых решений тех решений, которые можно в том или ином смысле квалифицировать как оптимальные, при этом:

- ⇒ *допустимость* каждого решения понимается в смысле возможности его фактического осуществления;
- ⇒ *оптимальность* – в смысле его целесообразности (принцип оптимальности).

Допустимость того или иного решения определяется возможностью реализации соответствующих последствий при имеющихся ресурсах. Ограниченность ресурсов выражается в виде математических ограничений, чаще всего имеющих вид неравенств. Оптимальность (целесообразность) решения предполагает наличие в каждой задаче исследования операций некоторой системы целей, называемых также *критериями оптимальности*.

Критерий оптимальности можно задавать не только целевой функцией, но и *отношением предпочтения*, когда применительно к парам допустимых решений указывается, какое из решений этой пары предпочтительнее. Возможности и пути замены отношений предпочтения количественными критериями составляют один из основных вопросов *теории полезности*.

Прикладной аспект исследования операций состоит в составлении оптимизационных задач и в осуществлении их оптимальных решений. Постановка задачи исследования операций охватывает прежде всего формальное описание множества допустимых решений и критериев оптимальности выбора. Оно должно соответствовать содержательным представлениям о возможном и целесообразном в данных условиях. Напротив, проверка адекватности самих содержательных представлений объективной реальности уже выходит за пределы исследования операций.

В зависимости от структуры и динамики знаний лица принимающего решение выделяют следующие *задачи исследования операций* [54];

- ⇒ *статическая задача*, если принятие решения происходит в заранее известном и неизменяющемся информационном состоянии;
- ⇒ *динамическая задача*, если информационные состояния в ходе принятия решения сменяют друг друга;
- ⇒ *неопределенная задача*, если информационные состояния субъекта принимающего решения могут по-разному характеризовать его истинное состояние;
- ⇒ *стохастическая задача*, если информационное множество содержит несколько истинных состояний, но субъект кроме их множества знает еще и вероятности каждого из этих состояний;
- ⇒ *детерминированная задача*, если информационное состояние состоит из единственного истинного состояния;
- ⇒ *параметрическая задача*, если одновременно рассматривается семейство задач, зависящих от векторного значения из какого-либо другого множества параметров.

Некоторые классы задач исследования операций, выделяемые специфическими интерпретациями, проблематикой и терминологией, носят название *моделей исследования операций*, каждой из которых присущи свои методы решения. К основным моделям исследования операций можно отнести [55]: для однокритериальных задач оптимизации – *математическое программирование*; для многокритериальных оптимизационных задач – *теорию управления запасами*; *теорию расписаний*; *теорию надежности*; *теорию игр*; *теорию массового обслуживания*.

Решение любой задачи исследования операций включает следующие *этапы*:

- ⇒ *выбор принципа оптимальности*. Наиболее употребительными являются приемы сведения векторного критерия или отношения предпочтения к численным критериям;
- ⇒ *установление реализуемости принципа оптимальности*, т.е. существование решений задачи в смысле этого принципа;
- ⇒ *фактическое получение оптимального решения задачи*.

Круг приложений исследования операций очень широк. Исследование операций используется для решения технологических, технико-экономических, социально-политических задач, а также задач управления в различных сферах жизнедеятельности населения, вытесняя постепенно традиционные «интуитивные» методы принятия решений.

### **3.5. Вероятность и статистика**

*Теория вероятностей* – математическая наука, изучающая математические модели случайных явлений, которая позволяет по вероятности одних

случайных событий находить вероятности других случайных событий, связанных каким-либо образом с первыми. Это изучение основано на том, что массовые случайные явления в стационарных условиях обладают закономерностью, называемой *статистической устойчивостью частот* [56].

В наши дни вероятностные модели используются во многих приложениях, моделирующих различные сферы человеческой деятельности. Особенно это касается использования таких моделей в статистике, при моделировании различных явлений, при прогнозировании стохастических процессов применительно к задачам экономики, безопасности, воздействия на окружающую среду и социальную сферу.

*Предметом теории вероятностей* является конструирование математических моделей *статистических экспериментов*. Методы теории вероятностей позволяют описывать *неопределенности* в различных сферах жизнедеятельности.

В вероятностных моделях используются константы, которые позволяют адаптировать эти модели к получаемым эмпирическим данным. Эти константы называются *параметрами вероятностных моделей*.

*Вероятность* – это общепринятая математическая концепция для описания стохастической неопределенности, касающейся некоторых событий или стохастических величин, т.е. параметров, которые нельзя определить достоверно. На практике наибольший интерес представляет *распределение вероятностей* стохастических величин, которое позволяет определить вероятность каждого события, связанного со стохастической величиной.

Возникает вопрос: как на основе рассмотренных данных вычислить распределение вероятностей стохастической величины? Этот вопрос является одним из главнейших в математической статистике.

*Математическая статистика* – раздел математики, посвященный математическим методам сбора, систематизации, обработки и интерпретации статистических данных, а также использованию их для научных или практических выводов. Правила и процедуры математической статистики опираются на теорию вероятностей, позволяющую оценить точность и надежность выводов, получаемых в каждой задаче на основании имеющегося статистического материала [57].

Существует два вида математической статистики [58]:

- ⇒ оценка, которая представляет собой поиск неизвестного собственного значения группы;
- ⇒ проверка гипотезы, которая включает в себя определение набора возможных значений выборки или совокупности (*гипотезы*) и другого набора значений выборки (*альтернативы*).

Статистика применяется практически в любой сфере человеческой деятельности: научной, технической, политической, экономической и социальной. В случае рассмотрения большой совокупности размер выборки, необходимой для проведения стандартного статистического анализа, практически не зависит от размера основной совокупности. Это позволяет специа-

листам делать достаточно точные оценки исходов на основе небольших выборок.

Одной из основных описательных величин, которые можно получить при анализе статистических данных, является *среднее значение*. Данный параметр наиболее точно описывает отдельную полученную выборку. Однако в случае если выборка содержит некоторые элементы, размеры которых в сильной степени влияют на среднее значение, целесообразно использовать такое понятие, как *медиана* – значение, которое разбивает выборку на две равные части, при этом половина наблюдений лежит ниже медианы, а половина – выше.

Разброс величины относительно среднего значения выборки определяется дисперсией и среднеквадратическим отклонением. *Дисперсия* вычисляется путем определения среднего арифметического, вычитания его из всех элементов выборки, а затем вычисления среднего арифметического квадратов данных отклонений. Таким образом, среднее значение и дисперсия дают полное описание нормального распределения, в котором положительные и отрицательные отклонения от среднего значения равны и в котором имеют место небольшие отклонения от среднего.

### 3.6. Анализ и управление риском

*Анализ риска* – совокупность научных дисциплин, методов и моделей для исследования качественных и количественных характеристик риска, который включает следующие этапы:

- ⇒ *идентификация риска* – процесс выявления опасностей и механизмов возможного воздействия их негативных факторов на объекты биосферы и техносферы;
- ⇒ *оценка риска* – процесс получения качественных и количественных характеристик риска на заданный момент времени;
- ⇒ *нормирование риска* – процесс установления допустимых уровней риска для индивидуумов, социальных групп, общества и окружающей среды;
- ⇒ *прогноз риска* – процесс количественной оценки риска на определенный момент времени в будущем с учетом изменения условий его проявления;
- ⇒ *восприятие риска* – процесс оценки отношения населения и общества к риску, которое должно учитываться при выработке мероприятий по снижению риска с тем, чтобы они были правильно восприняты и адекватно реализованы;
- ⇒ *коммуникация риска* – процесс адаптации результатов анализа риска с целью их адекватного восприятия обществом, социальными группами и лицами принимающими решение.

Под *риском*, как правило, понимается потенциальная возможность реализации ситуации с нежелательными последствиями, представляющими

угрозу жизни и здоровью населения, объектам техносферы и природной среде [59].

Наиболее общий показатель риска в формализованном виде имеет следующий вид:

$$\text{Показатель риска (ущерб/время)} = \\ = \text{частота (события/время)} \times \text{средний ущерб (ущерб/события)}.$$

Таким образом, независимыми переменными, по которым оценивается риск, являются время и ущерб, а для оценки (прогноза) риска необходимо определять частоты реализаций опасных событий и ущерб от них.

Анализ риска для населения и территорий основан на использовании различных концепций, методов и методик (см. рис. 3.1) [60].

В настоящее время используются следующие *концепции анализа риска*:

- ⇒ *техническая (технократическая) концепция*, основанная на анализе относительных частот возникновения негативных событий как способе задания их вероятностей. При ее использовании имеющиеся статистические данные усредняются по масштабу, группам населения и времени;
- ⇒ *экономическая концепция*, в рамках которой анализ риска рассматривается как часть более общего затратно-прибыльного исследования, в котором риски есть ожидаемые потери полезности, возникающие вследствие некоторых событий или действий. Конечная цель состоит в распределении ресурсов таким образом, чтобы максимизировать их полезность для общества;
- ⇒ *психологическая концепция* концентрируется вокруг исследований межиндивидуальных предпочтений относительно вероятностей с целью объяснить, почему индивидуумы не вырабатывают свое мнение о риске на основе средних значений; почему люди реагируют согласно их восприятию риска, а не объективному уровню рисков или научной оценке риска;
- ⇒ *социальная (культурологическая) концепция* основана на социальной интерпретации нежелательных последствий с учетом групповых ценностей и интересов. Социологический анализ риска связывает суждения в обществе относительно риска с личными или общественными интересами и ценностями. Культурологический подход предполагает, что существующие культурные прототипы определяют образ мыслей отдельных личностей и общественных организаций, заставляя их принимать одни ценности и отвергать другие.

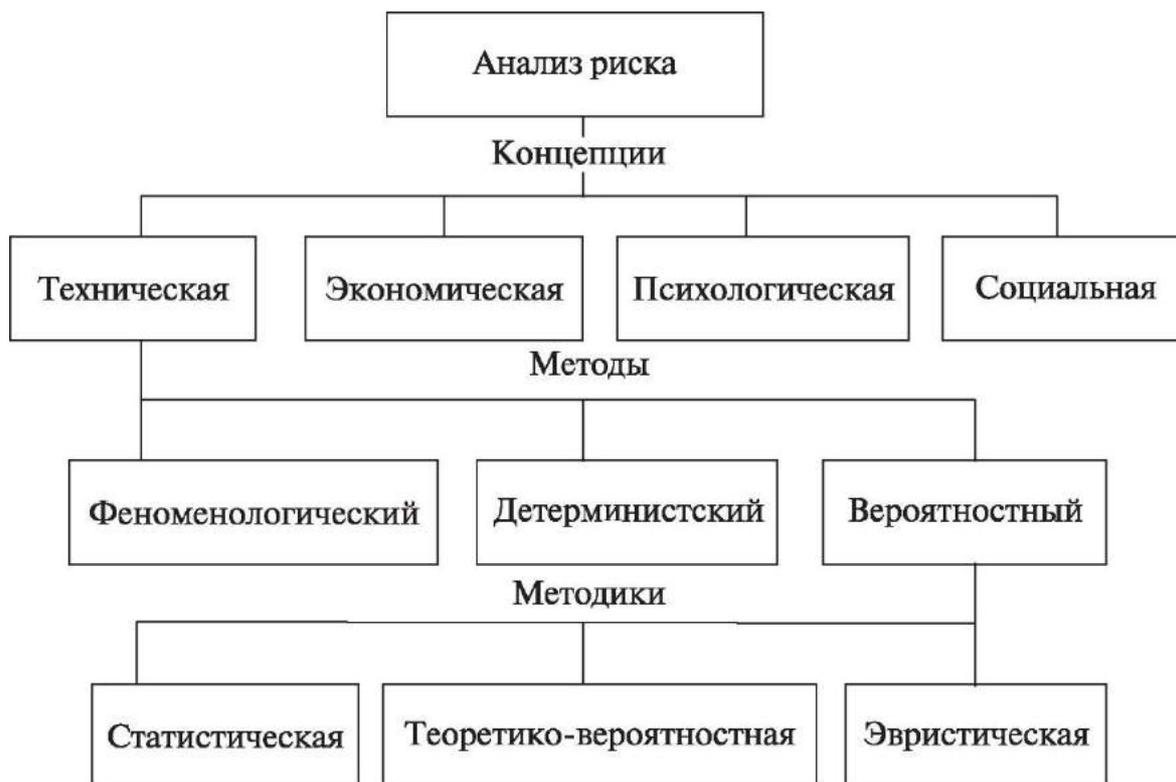


Рис. 3.1. Методический аппарат анализа риска

В рамках технократической концепции после идентификации опасностей (выявления принципиально возможных рисков) необходимо оценить их уровень и последствия, к которым они могут привести, т.е. вероятность соответствующих событий и связанный с ними потенциальный ущерб. Для этого используют *методы оценки риска*, которые в общем случае делятся на феноменологические, детерминистские и вероятностные.

Исследование риска для населения и территорий от ЧС на основе *вероятностного метода* позволяет построить различные *методики оценки риска*. В зависимости от имеющейся (используемой) исходной информации это могут быть методики следующих видов:

- ⇒ *статистическая*, когда вероятности определяются по имеющимся статистическим данным (при их наличии);
- ⇒ *теоретико-вероятностная*, используемая для оценки рисков от редких событий, когда статистика практически отсутствует;
- ⇒ *эвристическая*, основанная на использовании субъективных вероятностей, получаемых с помощью экспертного оценивания (используется при оценке комплексных рисков от различных опасностей, когда отсутствуют не только статистические данные, но и математические модели).

Исходя из уровня социально-экономического развития Российской Федерации и на основании существующего мирового опыта, *Российским научным обществом анализа риска в апреле 2006 года принята Декларация*

об установлении предельно-допустимого уровня (ПДУ) индивидуального риска смерти, а также уровня социального риска. Предложенные нормативы носят рекомендательный и целевой характер, отражают специфику промышленного объекта, а также характер опасного воздействия.

Для потенциально опасных производственных объектов России установлен ПДУ индивидуального риска в диапазоне  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  смертей в год в качестве общего федерального норматива. Указанный норматив дифференцирован в зависимости от специфики промышленных объектов – источников опасности и характеру их опасного воздействия на население. Эта дифференциация отражает следующие показатели ПДУ индивидуального риска смерти, являющиеся частными федеральными нормативами:

- ⇒ по критерию новизны промышленного объекта (за исключением специальных объектов):
- ⇒ не более  $10^{-5}$  в год – для новых (вновь проектируемых) объектов;
- ⇒ не более  $10^{-4}$  в год – для действующих объектов;
- ⇒ по критерию комбинированности опасного воздействия:
- ⇒ не более  $10^{-5}$  в год – для систематического воздействия вредных факторов на здоровье населения;
- ⇒ не более  $10^{-4}$  в год – для совместного (комбинированного) систематического воздействия различных вредных факторов на здоровье населения.

Нормативную величину предельно допустимого социального риска смерти (гибели) рекомендуется установить на уровне  $10^{-5}$  случаев в год для новых (вновь проектируемых) объектов и на уровне  $10^{-4}$  случаев в год – для действующих объектов при ожидаемом числе жертв, равном десяти и более. Наклон нормативных кривых социального риска соответствует 100-кратному уменьшению частоты для 10-кратного увеличения числа жертв.

Ряд крупных аварий и катастроф, произошедших в последнее десятилетие, привел к изменению отношения к проблеме риска крупных ЧС как природного, так и техногенного характера с большими значениями ущерба. Появились работы [62], указывающие на возможность существенно более высоких значений вероятности наступления стихийных бедствий и техногенных катастроф по сравнению с ранее прогнозируемыми значениями. Одновременно отчетливо обозначилась ограниченность традиционной методологии и методов оценки вероятности (частоты) аварий при их использовании для случая тяжелых аварий и катастрофических природных явлений. Возникает задача поиска новых прикладных методов определения и прогнозирования риска крупных ЧС с использованием современных достижений асимптотической теории вероятностей экстремальных событий, которая за последние годы достигла существенного прогресса в теории, оставаясь при этом слабо адаптированной для практических приложений.

В теории вероятностей экстремальных значений, которая в классических задачах в основном имеет дело с независимыми и одинаково распределенными (н.о.р.) случайными величинами и со свойствами распределения

их максимума  $M_n$  можно выделить два важных для практических приложений фундаментальных результата. *Первый фундаментальный результат* теории утверждает, что невырожденное асимптотическое распределение  $M_n$  (соответствующим образом нормализованного) обязательно должно принадлежать одному из трех (с точностью до преобразований сдвига и масштаба) единственно возможных общих семейств  $G(x)$  (независимо от исходной функции распределения  $F$ ), обычно называемых тремя распределениями экстремальных значений:

$$\text{тип I: } G(x) = \exp(-e^{-x}), \quad -\infty < x < \infty,$$

$$\text{тип II: } G(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ \exp(-x^{-a}), & a > 0, x > 0, \end{cases}$$

$$\text{тип III: } G(x) = \begin{cases} \exp(-(-x)^a), & a > 0, x \leq 0, \\ 1, & x > 0. \end{cases}$$

В аксиоматической теории вероятностей в центральной предельной теореме асимптотически нормальное распределение *суммы* многих н.о.р. случайных величин получают независимо от того, какова их исходная функция распределения (ф.р.). Фактически, чтобы применять центральную предельную теорему, вовсе не обязательно знать эту ф.р. очень точно. В принципе, в рамках теории вероятностей экстремальных значений также нет необходимости знать ф.р.  $F$  полностью, чтобы определить, к какой предельной форме (если таковая существует) она приводит, т. е. к какой «области притяжения»  $D(G)$  она принадлежит.

Тем не менее информация о законе распределения  $F(x)$  имеет чрезвычайно важное значение для прикладных задач анализа риска, связанных с прогнозированием поведения функции  $F(x)$  для больших  $x$ . Дело в том, что в теории вероятностей экстремальных событий выведены (и это – *второй фундаментальный результат*) необходимые и достаточные условия, определяющие, какое именно из возможных предельных распределений реализуется, т. е. условия, при которых  $F \in D(G)$  [62].

Обычно в прикладных задачах статистику ЧС представляют в частотном виде, изучая динамические закономерности частот, и меньшее внимание уделяется вероятностным распределениям произошедших событий и анализу закономерностей им присущих. Но именно такой прикладной анализ вероятностного распределения  $F(x)$  реализации чрезвычайных ситуаций позволит точнее оценить риск крупных или экстремальных ЧС природного и техногенного происхождения на основе теорем о сходимости к предельным распределениям, а исследование динамических изменений вероятностных распределений позволяет более точно осуществлять прогнозирование риска крупных ЧС.

*Управление риском* – основанная на оценке риска целенаправленная деятельность по реализации наилучшего из возможных способов уменьше-

ния риска до уровня, который общество считает приемлемым, при существующих ограничениях на ресурсы и время [61].

На практике используются следующие *элементы управления риском*, которые могут применяться как независимо, так и совместно:

- ⇒ *исключение риска* – создание условий, при которых практически исключаются источники риска, вероятности реализации негативного события и его последствий становятся бесконечно малыми величинами;
- ⇒ *ограничение риска* – добровольное или вынужденное принятие части риска негативных событий;
- ⇒ *снижение риска* – снижение вероятности (частоты) кризисных ситуаций и масштабов их последствий за счет применения различных методов, технологий и средств;
- ⇒ *перераспределение риска* – распределение величины риска, в основном связанного с ликвидацией последствий кризисных ситуаций, между несколькими заинтересованными участниками процесса.

К основным *методам управления риском* относятся:

- ⇒ *административно-правовые* – совокупность законодательных, нормативных правовых и организационно-управленческих механизмов, направленных на снижение риска;
- ⇒ *инженерно-технические* – инженерно-технические средства предупреждения и ликвидации последствий кризисных ситуаций;
- ⇒ *финансово-экономические* – совокупность финансовых и экономических механизмов, направленных на снижение риска и возмещение ущерба от последствий кризисных ситуаций.

Для принятия эффективных управленческих решений в сфере безопасности жизнедеятельности необходима количественная информация о величине риска и его зависимости от различных факторов. Для получения этой информации разрабатывается специальный инструментарий: методы, модели, методики, алгоритмы и т.д. В настоящее время такой методологический аппарат наиболее развит в рамках технической концепции анализа риска и основан в основном на математических науках, рассмотренных в данном разделе.

## ГЛАВА 4. ПРИЛОЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ И МЕДИЦИНСКИХ НАУК ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ

### 4.1. Биология

*Биология* – совокупность наук о живой природе. *Предмет биологии* – все проявления жизни: строение и функции живых существ и их природных сообществ, распространение, происхождение и развитие, связи друг с другом и с неживой природой. *Задачи биологии*: изучение закономерностей этих проявлений, раскрытие сущности жизни, систематизация живых существ [63].

Одними из первых в биологии сложились комплексные науки по объектам исследования: о животных – *зоология*, о растениях – *ботаника*, о человеке – *анатомия и физиология*. В самостоятельные науки выделились: микробиология, микология, вирусология, биохимия, биофизика, экология, генетика, биометрия, радиобиология, социобиология и другие.

Для живой природы характерно сложное, иерархическое соподчинение уровней организации: *биосферный уровень* (вся совокупность органического мира вместе с окружающей средой); *биогеоценотический уровень* (биогеоценозы); *популяционно-видовой уровень* (множество особей одного и того же вида); *организменный уровень* (совокупность особей); *органотканевой уровень* (органы и ткани многоклеточных организмов); *клеточный, субклеточный и молекулярный уровни*.

Необходимые для питания белки, жиры, углеводы, витамины человек получает в основном от культурных растений и животных. Знание законов генетики и селекции, а также физиологических особенностей культурных и одомашненных видов позволяет совершенствовать агротехнику и зоотехнику, выводить более продуктивные сорта растений и породы животных.

Уровень знаний в области биогеографии и экологии определяет возможность и эффективность интродукции и акклиматизации. Биохимические исследования позволяют полнее использовать получаемые органические вещества растительного и животного происхождения. Развитие генной инженерии открывает широкие перспективы для создания биологически активных и лекарственных средств нового поколения.

Важное значение имеет биология как теоретическая основа ведения сельского, лесного и промыслового хозяйства. Познание закономерностей размножения и распространения болезнетворных вирусов и бактерий, а также паразитических организмов необходимо для успешной борьбы с инфекционными и паразитарными заболеваниями человека и животных.

Сегодня биология стала реальной производительной силой и рациональной научной основой отношений между человеком и природой. *Только на основе биологических исследований возможно решение одной из самых насущных глобальных проблем — управление эволюцией биосферы с целью*

сохранения и поддержания условий безопасного существования и развития человечества [64, 65].

## 4.2. Физиология

*Физиология* – наука, изучающая процессы жизнедеятельности животных и растительных организмов, их отдельных систем, органов, тканей и клеток. Физиология изучает механизмы различных функций живого организма (рост, размножение, дыхание и др.), их связь между собой, регуляцию и приспособление к внешней среде, происхождение и становление в процессе эволюции и индивидуального развития.

Основными *разделами физиологии* являются [66]:

- ⇒ *физиология человека* – изучает функции организма человека;
- ⇒ *физиология животных* – занимается сравнительными исследованиями физиологических функций у разных животных организмов;
- ⇒ *физиология растений* – изучает регуляцию функций у растений;
- ⇒ *физиология микроорганизмов* – исследует жизнедеятельность бактерий и вирусов;
- ⇒ *квантовая физиология* – изучает реакции организмов на слабые электромагнитные воздействия;
- ⇒ *физиология труда* – изучает деятельность организма человека в условиях профессиональной деятельности;
- ⇒ *патологическая физиология* – исследует возникновение расстройств и заболеваний в организме;
- ⇒ *физиология экосистем* – изучает взаимодействие между разными видами живых существ.

Исследование *продолжительности жизни* организмов является одним из самых интересных направлений современной физиологии. Продолжительность жизни людей зависит от их наследственности, образа жизни, а также стечения некоторых обстоятельств, в том числе природных и техногенных катастроф, политических и экономических кризисов. Человек может повлиять на характер своего питания, физической активности, отказаться от вредных привычек, а человечество в целом может изменить состояние окружающей среды и остановить ее загрязнение.

По современным оценкам, большинство людей могут жить до 90 лет, если они употребляют богатую овощами пищу, которая содержит антиоксиданты и пищевые волокна, ограничивают общий объем пищи, не курят и не злоупотребляют алкоголем, продолжают быть физически и социально активными и правильно отдыхают. Сегодня средняя продолжительность жизни в странах Европы составляет 83 года у женщин и 75 лет у мужчин (в Рос-

сии – 72 и 58 лет соответственно). Ожидается, что к 2020 году в странах Евросоюза женщины будут жить в среднем 84, а мужчины – 78 лет.

В настоящее время одной из наиболее серьезных глобальных проблем является загрязнение окружающей среды. На Земле уже существуют места, где может выжить лишь небольшое число видов живых существ. Все организмы способны к адаптации, но эта способность не одинакова у разных видов. Если угнетается жизнедеятельность растений, то такие условия обычно оказываются неблагоприятными и для других форм жизни. Самовосстановление природы за счет деятельности разных организмов – медленный процесс, особенно на северных территориях, где теплый период очень короток, а условия существования очень суровы. Сегодня только Россия и Канада сохранили на своих территориях более 50% естественных экосистем, но, учитывая их холодные климатические условия, самовосстановление окружающей среды в этих странах является наиболее проблематичным.

### 4.3. Генетика

*Генетика* – наука о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими. В зависимости от объекта исследования различают генетику микроорганизмов, растений, животных и человека [67].

Идеи и методы генетики используются для решения проблем медицины, сельского хозяйства, микробиологической промышленности. Её достижения привели к развитию генной инженерии и биотехнологии.

*Генная инженерия* – методы генетики, связанные с целенаправленным конструированием новых, не существующих в природе сочетаний генов. Она основана на извлечении из клеток какого-либо организма гена или группы генов, кодирующих новый продукт, на соединении их со специальными молекулами ДНК, способными проникать в клетки другого организма и размножаться в них. С помощью генной инженерии был получен ряд биологически активных соединений, в том числе инсулин интерферон и др.

*Биотехнология* – технология использования живых организмов и биологических процессов в промышленном производстве. Данные технологии позволяют осуществлять микробиологический синтез ферментов, витаминов, аминокислот, антибиотиков, получать биологически активные вещества, в том числе гормональные препараты, соединения, стимулирующие иммунитет и т.п.

Живые организмы нашей планеты существуют благодаря их способности реагировать на различные факторы окружающей среды. В процессе эволюции у них выработались многочисленные специализированные механизмы межклеточной и внутриклеточной сигнализации. Наиболее важными факторами для организмов окружающей среды являются смена дня и ночи, сезонные изменения температуры, влажности и длительности светового периода, а также изменения содержания соли в пище. Кроме того, эволюция

живых существ происходила на фоне вторжения чужеродного генетического материала, например, вирусов [68].

#### 4.4. Химия

*Химия* – наука о веществах и законах, которым подчиняются их превращения, при которых молекулы одного соединения обмениваются атомами с молекулами других соединений, распадаются на молекулы с меньшим числом атомов, а также вступают в химические реакции, в результате которых образуются новые вещества [69].

Химию принято подразделять на следующие разделы: *неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, аналитическая химия, химия высокомолекулярных соединений*.

Интенсивное химическое воздействие на природные процессы приводит к нарушению установившихся химических циклов, что осложняет проблемы сохранения среды обитания и обеспечения безопасности жизнедеятельности населения в современных условиях.

Понимание большинства природных явлений и развитие промышленных процессов основано на глубоком знании их химической основы [70]:

- ⇒ *химические продукты*, широко применяемые в жизнедеятельности человека, получают из сырья посредством продуманных химических реакций. Таким образом, большая часть того, что мы называем «искусственный мир», обязана своим существованием химии;
- ⇒ химия вносит значительный вклад в развитие *информационных технологий*. Фактически, современные микро- и оптоэлектронные технологии основаны на особенных свойствах некоторых твердых материалов, характеризующихся определенной структурой и функциональностью и получаемых посредством точного управления специфическими химическими реакциями;
- ⇒ производство *электроэнергии* осуществляется главным образом через реакции горения, при которых газообразные, жидкие и твердые виды топлива распадаются на углекислый газ и воду. Развитие химии горения значительно способствует уменьшению выброса вредных веществ в атмосферу;
- ⇒ все живые системы построены из молекул, постоянное взаимодействие которых охватывает всю нашу жизнь и проявляется в соответствии с законами химии. Понимание механизма *молекулярной эволюции*, которая в итоге произвела человека, представляет собой интеллектуальные возможности парирования многих вызовов и угроз современной цивилизации.

Таким образом, *химия – это наука, принципы которой являются центральными для понимания всех современных явлений жизнедеятельности на молекулярном уровне* [71].

#### 4.5. Медицина

*Медицина – область науки и практическая деятельность, направленные на сохранение и укрепление здоровья людей, предупреждение и лечение болезней* [72]. Опытным путем в течение многих веков были накоплены лечебные средства и приемы, которые сохранились в *народной медицине* и частично вошли в *научную медицину*.

В процессе развития медицина дифференцировалась на ряд *самостоятельных отраслей*, изучающих:

- ⇒ строение и функции организма здорового человека – *анатомия, физиология, гистология, биохимия* и др.;
- ⇒ больной организм – *патологическая физиология, патологическая анатомия* и др.;
- ⇒ болезни и их лечение – *терапия, хирургия* и др.;
- ⇒ влияние на здоровье человека условий окружающей среды, труда, быта и т.п. – *гигиена*.

*Здравоохранение – система социально-экономических и медицинских мероприятий, направленных на сохранение и повышение уровня здоровья населения*. Важную роль в современном здравоохранении играют медицина труда и медицина катастроф.

*Медицина труда – профилактическое направление медицины, изучающее все аспекты воздействия окружающей среды и техногенных производственных нагрузок, социальной обстановки на здоровье трудового населения*. Конечная цель медицины труда – разработка и реализация научно обоснованных путей улучшения экологических условий труда с целью сохранения здоровья работающих, предупреждение и лечение как профессиональных, так и производственно обусловленных заболеваний, а также разработка проблем гигиены труда и профессиональной патологии.

Важными составными частями деятельности медицины труда являются:

- ⇒ обоснование критериальных показателей функционального состояния человека при воздействии экологически вредных факторов производственной среды на организм работающих в целях создания гигиенических требований к этим факторам;
- ⇒ организация действенной оценки экологического контроля, а также других мер профилактики неблагоприятных последствий (изучение действия на организм токсичных загрязнений,

производственных шумов, вибраций, ультразвука и др.) в целях установления их допустимых уровней.

*Медицина катастроф* – отрасль медицины и службы здравоохранения Российской Федерации, изучающая медико-санитарные последствия природных и техногенных аварий и катастроф, разрабатывающая принципы и организацию их ликвидации, организующая и непосредственно участвующая в выполнении комплекса лечебно-эвакуационных, санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий, а также в обеспечении медико-санитарным имуществом в районе чрезвычайной ситуации.

Основными задачами медицины катастроф являются:

- ⇒ обоснование и проведение единой политики, обеспечивающей снижение уровня медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций;
- ⇒ участие в прогнозировании социально-гигиенических последствий чрезвычайных ситуаций и выработка рекомендаций по снижению их отрицательного воздействия на условия жизни населения;
- ⇒ организация лечебно-эвакуационного обеспечения населения в чрезвычайных ситуациях, своевременное оказание пострадавшим догоспитальной и госпитальной помощи;
- ⇒ организация и проведение комплекса санитарно-гигиенических и противоэпидемических мероприятий в районах чрезвычайных ситуаций;
- ⇒ медицинское обеспечение спасателей и других граждан, участвующих в ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- ⇒ участие в обучении населения, подготовке личного состава органов и сил МЧС России к оказанию первой медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях.

#### **4.6. Здоровье населения**

*Здоровье населения* – состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезни или физических дефектов [73]. Здоровье населения определяется, как правило, статистически и характеризуется комплексом *социально-демографических показателей*: рождаемость, смертность, средняя продолжительность жизни, заболеваемость, травматизм, уровень физического развития и др.

В [74] предложены следующие категории для системы *индикаторов оценки состояния здоровья*:

- ⇒ *косвенные индикаторы* – основные показатели развития, демографические показатели, качество жилья, образования, питания, уровень безработицы;

- ⇒ *индикаторы жизни и смерти* – смертность, средняя продолжительность жизни;
- ⇒ *индикаторы заболеваемости* – ее распространение, частота, ранняя диагностика болезней;
- ⇒ *индикаторы состояния здоровья* – антропометрические (например, соотношение веса и роста), функциональные (индексы недееспособности), патофизиологические (толерантность к аллергенам) и поведенческие (проявление жестокости) индексы;
- ⇒ *индикаторы технологического развития* – состояние инфраструктуры, доступность первичного здравоохранения.
- ⇒ За последние несколько десятилетий в области здравоохранения были достигнуты значительные успехи:
- ⇒ средняя продолжительность жизни за прошедшее столетие увеличилась больше чем за предыдущие 4 тыс. лет, в наши дни люди в среднем стали жить почти на 25 лет дольше, чем в 1900 году;
- ⇒ улучшилось питание людей, причем не столько за счет увеличения урожайности на душу населения и борьбы с голодом, сколько благодаря более разнообразной структуре питания и т.п.

Несмотря на эти достижения, в настоящее время еще не устранены факторы, которые оказывают отрицательное влияние на состояние здоровья населения, особенно развивающихся стран:

- ⇒ низкий уровень доходов и бедность;
- ⇒ недостаточное образование, особенно среди женщин;
- ⇒ нехватка пищи, чистой воды и отсутствие соответствующих санитарных условий;
- ⇒ особенности культуры и поведения;
- ⇒ отсутствие стратегической политики и организационных мероприятий в области здравоохранения.

При этом наиболее важными факторами, влияющими на состояние здоровья жителей стран, являются экономический рост и сокращение бедности. Большое значение для сохранения здоровья имеют такие меры, как создание более здоровой окружающей среды и образа жизни, ограничение вредной и опасной деятельности организаций и групп населения, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций. В частности, реализация данных мер позволила:

- ⇒ в Индии – значительно уменьшить уровень загрязнения;
- ⇒ в Мексике – сделать более безопасным автомобильное движение;
- ⇒ в Великобритании – ужесточить контроль за приобретением оружия;
- ⇒ в Турции – улучшить водоснабжение и санитарные условия;
- ⇒ в Индонезии – ограничить курение и употребление алкоголя и наркотиков;
- ⇒ в России – добиться устойчивой тенденции снижения количества погибших и пострадавших при пожарах и на водных объектах.

В наше время в мире наблюдается рост частоты и тяжести стихийных бедствий, многочисленные последствия которых все труднее предвидеть и устранять. С окончанием холодной войны изменился и характер военных конфликтов, которые приобрели форму столкновений на национальной и этнической почве.

Существовавшее ранее упрощенное деление основных типов угроз на природные и техногенные уже не отражает характер большинства проблем. Для эффективного предотвращения их последствий необходимо более глубокое научное изучение механизмов и движущих сил этих процессов. Эпидемиологические исследования позволили выявить, что для разных типов стихийных бедствий характерны определенный характер ущерба и профиль заболеваний, учет которых значительно облегчает борьбу с последствиями этих бедствий.

Война также является бедствием как из-за неспособности людей понять друг друга, так и в связи с человеческими жертвами и материальным ущербом. В наши дни международное сообщество все чаще выполняет функцию миротворца и спасателя, в связи с этим особое значение приобретают международная и национальные службы медицины катастроф [75].

## ГЛАВА 5. ПРИЛОЖЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ НАУК К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ

### 5.1. Политология

*Политология* – наука о политике, об особой сфере жизнедеятельности людей, связанной с властными отношениями, действие которых призвано обеспечить функционирование общества, взаимодействие между людьми [76]; отрасль науки, изучающая политическую организацию и политическую жизнь общества, проблемы внутренней и внешней политики.

Всю совокупность проблем, которыми занимается политология, можно сгруппировать в три крупных блока [77]:

- ⇒ *социально-философские и идейно-теоретические основания политики*, системообразующие признаки и характеристики подсистемы политического, теория политики, политические учения и традиции, политические парадигмы, соответствующие тому или иному конкретному историческому периоду;
- ⇒ *политические системы и политическая культура*, отличия и сходства между различными политическими системами, принципы их организации и функционирования, факторы и процессы их изменения и смены, идейно-политические течения, система международных отношений и геополитика современного мира;
- ⇒ *политические институты*, политические отношения, политический процесс, политическое поведение, партии и партийные системы, избирательные системы, механизмы представительства, политическая роль средств массовой информации, политические и избирательные технологии, механизмы принятия решений и реализации властных функций.

Политология призвана исследовать государство и власть прежде всего как институты политической организации общества, которые не могут быть правильно поняты вне широкого контекста социально-экономических, культурных, национальных, религиозных и других аспектов жизни общества, составляющих в совокупности социальные основы политики.

Интегрируя отдельные подходы, методологические и методические приемы других социальных и гуманитарных наук, действуя с ними на общем проблемном поле, политология располагается в точке их пересечения и сама по себе представляет междисциплинарную дисциплину. К самостоятельным разделам политической науки относят: политическую социологию; политическую философию; политическую психологию; политическую этику; этнополитологию; сравнительную политологию; геополитику.

Законы общественно-политического развития менее устойчивы, нежели естественные законы и проявляются по-особому в разных институциональных, ценностно-нормативных и интеллектуальных условиях. В полити-

ке основополагающее значение имеют человеческий выбор, потребности, интересы и цели людей. Поэтому *политический анализ* – это не только научное исследование, но и в некотором роде искусство, предполагающее реконструкцию не только рациональных, поддающихся количественному исчислению мотивов, интересов людей, но также их иррациональных, подсознательных, неосознанных побуждений, которые не поддаются квантификации и математизации и требуют воображения, интуиции и психологического проникновения.

К основным методам исследований современной политологии относятся:

- ⇒ *бихевиористский анализ* – позитивистский подход, базирующийся на посылке о единообразии, повторяемости и исчисляемости элементов, составляющих в совокупности политические феномены. Он призван определить реальные параметры и причины политического поведения на массовом уровне, объектом его анализа являются различные аспекты поведения людей как участников политического процесса;
- ⇒ *системный анализ* – рассматривает любые человеческие сообщества как постоянные образования, функционирующие в рамках более широкой среды. Суть системного подхода состоит в том, что мир политического изучается как комплекс элементов, образующих целостную систему, в ее связи со средой – гражданским обществом и экономико-хозяйственной системой;
- ⇒ *политико-культурный анализ* – позволяет проникнуть вглубь политической культуры, т.е. абстрагироваться от поверхностного и одномерного видения политической системы и ее институтов, и обнаружить истоки национальных мифов, традиций, представлений, существующих в сознании всех членов общества;
- ⇒ *междисциплинарный анализ* – предполагает использование различных идей, концепций, теорий гуманитарных и естественных наук, которые позволяют провести мировоззренческое, концептуальное и ценностное измерение политического мира.

Главный смысл и предназначение государства состоят в защите и реализации совокупных интересов всего общества, сохранении единства и территориальной целостности, защите национального суверенитета. В этом отношении определяющую роль играет система государственного управления, которая является инструментом реализации государственной политики.

Одной из важнейших функций государства является обеспечение безопасности его граждан. При этом под *безопасностью* понимается состояние защищенности, в котором пребывают социальные субъекты и системы, когда ничто не угрожает их нормальной жизнедеятельности и выполнению обычных функций [78].

Безопасность имеет явно выраженный антропоцентрический характер, она замкнута на человеке и составляет одно из важнейших условий его нор-

мальной жизнедеятельности и реализации его сущностных сил – *витальных* (охрана жизни и здоровья), *социальных* (защищенность социальных форм цивилизованного общежития), *духовных* (защита религиозных, нравственных, мировоззренческих ценностей).

Не существует абсолютной безопасности, она всегда относительна, абсолютна лишь опасность. В распоряжении человека имеется только одна возможность – создавать локальные ниши, выстраивать социосферу, внутри которой ему была бы гарантирована относительная безопасность. Источники опасности подразделяются на естественные, связанные со стихийными бедствиями, и искусственные, возникающие в результате действий конкретных социальных субъектов-индивидов, разномасштабных сообществ и социальных институтов.

В Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах является *Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России)* [79]. Благодаря эффективной и результативной деятельности МЧС России в течение последних 15 лет, по оценке независимой экспертизы, проведенной ООН, спасательная служба России вошла в первую пятерку лучших спасательных служб мира.

## 5.2. Менеджмент

*Менеджмент* — наука об управлении организационными структурами: совокупность принципов, методов, средств и форм управления, разработанных и применяемых с целью повышения эффективности и результативности деятельности организаций.

*Менеджмент* состоит из видов деятельности, предпринимаемых для того, чтобы обеспечить эффективное и рациональное функционирование организации. Как правило, оно *включает в себя* [80]:

- ⇒ *Планирование* – выявление альтернатив действия для достижения целей организации;
- ⇒ *организацию* работы – структурирование задач с целью осуществления организационных планов, усиления влияния и ответственности при их исполнении;
- ⇒ *кадровое обеспечение* – отбор и обучение специалистов для исполнения функциональных задач;
- ⇒ *управление* – создание атмосферы мотивации и помощи сотрудникам в выполнении поставленных задач;

- ⇒ *координацию* – интеграцию и синхронизацию деятельности, включая необходимые измерения и корректирующие действия, ведущие к достижению цели;
- ⇒ *отчетность* – обеспечение организации необходимой информацией;
- ⇒ *составление бюджета* – обеспечение распределения экономических ресурсов, необходимых для достижения цели.

Для современной России особенно актуальна *проблема качества систем управления*. Недостаточное качество отечественных систем управления вызвано следующими *факторами* [81]:

- ⇒ до недавнего времени в стране не существовало конкурентной среды, и основные усилия организаций были направлены на выполнение планов;
- ⇒ практика российских организаций в течение последних десятилетий существенно отставала от развития мировой науки управления.

Почти 20 лет Международная организация по стандартизации (ИСО) разрабатывает *международные стандарты в области управления*. На сегодняшний день опубликованы стандарты, касающиеся менеджмента качества [82], экологического менеджмента [83], профессиональной безопасности [84] и социальной ответственности [85]. Созданы и действуют отраслевые международные стандарты.

В соответствии с рассматриваемыми стандартами, для того чтобы организация обеспечивала *высокую эффективность менеджмента*, следует:

- ⇒ определиться, какие процессы будут использованы;
- ⇒ разобраться с их последовательностью и взаимодействием;
- ⇒ выработать критерии и методы, позволяющие достичь соответствующую результативность;
- ⇒ обеспечить ресурсы и информацию, необходимые для поддержки задействованных процессов и их мониторинга;
- ⇒ осуществлять мониторинг, измерение и анализ этих процессов;
- ⇒ принимать меры, требующиеся для достижения запланированных результатов и постоянного улучшения применяемых процессов.

Перечисленные требования прямо сформулированы в стандарте ИСО 9001 [82]. Они касаются не только управления качеством продукции, но и любого менеджмента в условиях рыночной экономики. Существенно, что международные стандарты основываются на обобщенных результатах мировой науки и практического опыта, поэтому их использование в практике менеджмента существенно повышает эффективность деятельности любой организации.

В настоящее время в теории менеджмента особое внимание уделяется проблемам управления в условиях риска. Выделяют три уровня управления системами, подверженным рискам различной природы [60]:

- ⇒ *учет риска* (принятие разумных предосторожностей). Осуществляется на основе принципа оправданного риска каждым отдельным

человеком. Эффективность деятельности любой организации сильно зависит от информированности и обученности ее сотрудников различным аспектам жизни в условиях риска;

- ⇒ *регулирование риска*. Осуществляется в соответствии с принципом нормирования риска на государственном уровне;
- ⇒ *управление риском*. Осуществляется на основе принципов обоснования и оптимизации. Переход к управлению риском оправдан при наличии необходимых исходных данных и методик, позволяющих осуществлять мониторинг показателей риска, необходимых для принятия рациональных решений.

### 5.3. История

*История* – наука, изучающая прошлое человеческого общества во всей его конкретности и многообразии, которое познаётся с целью понимания его настоящего и перспектив в будущем [86]. Предметом исторической науки является вся конкретная и многообразная жизнь общества во всех ее проявлениях и в ее исторической преемственности, начиная с появления человеческого общества до современности.

*Историческая наука* выполняет важную общественную функцию. Ценность ее заключается в тех результатах, которые достигнуты ею в познании закономерностей исторического процесса, ибо лишь опыт всемирной истории в целом позволяет отделить общее от единичного, необходимое от случайного. Лишь на основе достижений исторической науки возможно формулирование законов развития общества.

На развитие общества оказывают влияние многие факторы в их сложном диалектическом взаимодействии. Например, *географическая среда* на протяжении всемирной истории большое влияние оказывает на развитие человека, на его расселение. Низкая плотность и медленный его прирост при наличии огромных, не освоенных человеком пространств, сдерживали прогресс человеческого общества. Сегодня в азиатской части России, на которую приходится свыше 75% территории государства, проживает менее 22% населения Российской Федерации, что отрицательно сказывается на вопросах устойчивого и безопасного развития страны в целом [87]. К сравнению, только на приграничных территориях России с Китаем (протяженность границы – 4209 км) проживает более 250 млн. граждан КНР.

Внутренним источником развития общества является постоянное преодоление непрерывно возникающих противоречий между человечеством и природой и противоречий внутри общества. Преодоление *противоречий между обществом и природой* приводит к открытию и использованию новых сил природы, что способствует развитию производительных сил и прогрессу общества. Неадекватное разрешение данных противоречий приводит

к загрязнению окружающей среды, нарушает экологическое равновесие, а в итоге – ухудшает качество жизни населения.

*Практическая значимость* исторической науки заключена не только в том, что она постоянно предлагает новые пути наблюдения за прошлым и понимания его последствий, но и состоит также в формировании достаточной доли уверенности в приобретении критических знаний, необходимых для осознания происходящих изменений.

Ставя в центр исследования потенциал человеческих действий, динамика исторического познания тем самым способна внести значительный вклад в формирование нашего будущего, постоянно подчеркивая, что именно этот вклад может стать одной из возможностей и альтернатив. Таким образом, историю можно определить как форму исследования, никогда не претендующую на представление рецептов или строгих предписаний по поводу тех возможных воздействий и последствий, которые могут повлечь за собой те или иные системы или события.

В определении *роли исторического знания в поддержании стабильности современного мира* наиболее значительными являются следующие обстоятельства [88].

Во-первых, необходимо развивать понимание того обстоятельства, что *ход истории может иметь различный смысл в разных прошлых и настоящих цивилизациях и даже в каждом конкретном обществе*. Например, цивилизации, существовавшие в горных районах южно-американских Анд, не создавшие письменности, взамен изобрели сложную устную систему передачи информации, и эта способность оказывала значительное влияние на развитие их исторического опыта, в частности, лечение болезней и одомашнивание диких животных.

Во-вторых, это влияние, пережившее исторические системы и продолжающее существовать в современном мире. Например, современный опыт деградации окружающей среды показывает, что история еще многому может научить нас, показав, куда движется цивилизация, направляясь по своему нынешнему пути противопоставления природе, и какую цену человеческому обществу придется заплатить за свои действия.

Третьим обстоятельством, необходимым для рассмотрения вопроса о соотношении истории и будущего, является *проблема войны и мира*. В современном мире все более значительное количество исследователей оптимистично воспринимают переход к новому международному порядку, который можно определить как более стабильный и более справедливый, чем предыдущие периоды мировой истории. Однако в рамках мировой цивилизации со столь разнообразными государственными системами и с таким разительным неравенством в ресурсах между странами, было бы нелепо предсказывать, что мир в будущем станет стабильным. История и дальше будет учить нас тому, что цивилизация – это очень хрупкое создание, подверженное разнообразным угрозам и уязвимое для катастроф и кризисов.

И все-таки посредством опыта и понимания прошлого мы приходим к твердой уверенности, что будущее человечества не может основываться на фундаменте ошибок прошлого и настоящего.

#### 5.4. Социология

*Социология* – наука об обществе как целостной системе и об отдельных социальных институтах, процессах, социальных группах и общностях, отношениях личности и общества, закономерностях массового поведения людей [22].

К основным теориям и концепциям современной социологии относятся [89]:

- ⇒ *структурный функционализм*. Базовой является идея «социального порядка», олицетворяющая стремление поддержать равновесие системы. Вместе с тем структурный функционализм практически отвергал идею развития, призывая к поддержанию равновесия внутри существующей системы.
- ⇒ *неоэволюционизм*. Попытка ввести в функционализм идею изменения. Идея социальных изменений вызвала к жизни необходимость поиска причинноследственных связей, что реализовалось в разработке и применении в анализе нескольких видов детерминизма — от биологического и технологического до экономического.
- ⇒ *материализм*. Исходит из материальных условий жизни общества. Принцип диалектики позволяет рассматривать общество в изменении. Принцип системности означает рассмотрение общества как системы, социального организма, представляющего собой сложное переплетение материальных и идеологических отношений.
- ⇒ *теории социального конфликта*. Исходят из того, что в основе развития находится конфликт, а не согласие и интеграция. Общество всегда находится в состоянии нестабильности, потому что в нем идет постоянная борьба между различными социальными группами. Высшим проявлением этого конфликта является борьба за власть.
- ⇒ *бихевиоризм*. На первое место выдвигается сознательная человеческая деятельность, необходимость изучения межличностного взаимодействия вместо овеществления социальной системы.
- ⇒ *феноменологическая социология*. В центре внимания оказывается не мир в целом, а человек в его специфическом измерении. У феноменологов социальная реальность конструируется посредством образов и понятий, выражаемых в коммуникации.

Таким образом, несмотря на существование множества концепций, *лицо социологии начала XXI века во все большей мере определяют теории, которые восходят к человеку, его роли и активности в современном мире.*

В наиболее общем виде *социологическое исследование* можно определить как систему логически последовательных методологических, методических и организационно-технических процедур, связанных между собой единой целью – получить достоверные данные об изучаемом явлении или процессе, о тенденциях и противоречиях их развития, чтобы эти данные могли быть использованы для приращения научного знания или в практике управления общественной жизнью.

Конкретный вид социологического исследования обусловлен характером поставленных в нем цели и задач. Именно в соответствии с ними и различают три основных вида социологического исследования:

- *разведывательное исследование*. Используется для предварительного обследования определенного процесса или явления. Потребность в таком предварительном этапе, как правило, возникает тогда, когда проблема или мало, или вообще не изучена. В частности, он успешно был применен при опросе экспертов по вопросу оценки и прогнозу стратегических рисков России [90]. С помощью оперативных опросов определяют отношение людей к актуальным событиям и фактам (зондаж общественного мнения), а также степень эффективности только что проведенных мероприятий. Такие оперативные исследования регулярно проводятся социологами Центра стратегических исследования МЧС России среди населения и специалистов по вопросам эффективности и результативности мероприятий по предупреждению и ликвидации катастрофических чрезвычайных ситуаций.

- *описательное исследование*. Более сложный вид социологического анализа, который позволяет составить относительно целостное представление об изучаемом явлении, его структурных элементах. Кроме того, осмысление, учет такой всесторонней информации помогает лучше разобраться в обстановке, более глубоко обосновать выбор средств, форм и методов управления общественными процессами. Например, в системе МЧС России ежегодно проводится социологический мониторинг социально-экономического и правового положения военнослужащих войск гражданской обороны и членов их семей.

- *аналитическое исследование*. Ставит своей целью углубленное изучение явления, когда нужно не только описать структуру, но и узнать, что определяет его основные количественные и качественные параметры. Если в ходе описательного исследования устанавливается, что есть связь между характеристиками изучаемого явления, то в ходе аналитического выясняется, носит ли обнаруженная связь причинный (факторный) характер. Например, если в первом случае фиксируется наличие связи между удовлетворенностью содержанием выполняемого труда спасателями, пожарными, военнослужащими войск гражданской обороны и его эффективностью, то во втором случае рассматривается, является ли удовлетворенность содержанием труда в системе МЧС России фактором, влияющим на уровень его эффективности.

К настоящему времени изучение процессов *глобализации* позволяет выделить несколько принципиально новых социальных форм их проявления:

- ⇒ *технический прогресс привел к изменению коммуникационных возможностей человека и общества в пространстве и времени.* Пространственно-временное сжатие мира уменьшило не только физические, но и социальные дистанции, поставило людей на планете в относительно одинаковые условия жизнесуществования;
- ⇒ *возросшие масштабы, взаимосвязей и степень взаимозависимости современного общества.* В «сетевом» (по определению социолога М. Кастельса) обществе в качестве ядра возникает и развивается глобальная экономика, которая в отличие от иерархически выстроенной модели мировой экономики «работает как единая система в режиме реального времени в масштабе всей планеты»;
- ⇒ *все усиливающийся процесс взаимодействия различных культур.* Люди в разных концах света все больше проникаются сознанием, что они живут в едином мультикультурном мире. Однако реальностью является факт, что в мире доминирует западная, в частности, североамериканская культурная традиция в ее массово потребительской форме;
- ⇒ *«разгосударствление» международных отношений.* Изменение характера глобальных социальных процессов стало результатом смены состава субъектов отношений, увеличения числа и объема транснациональных акторов и организаций. В социальной жизни резко возросло значение транснациональных корпораций. В настоящее время они контролируют половину экономического мирового богатства, выстраивая свою стратегию развития не в соответствии с национальными интересами, а по своим планам, определяемым законами глобального рынка.

Процессы глобализации и унификации кризисных и катастрофических ситуаций поставили на повестку дня вопрос о создании *единой социологии мирового социума*, отражающей многообразие и противоречивость его развития. Сегодня социологи больше говорят о стратегии, чем о парадигме развития, особое внимание уделяя сдвигам и изменениям в социальном развитии человечества.

В сфере общественных отношений *стратегия* означает построенный на основании научной информации план действий, учитывающий интересы и расстановку основных социальных и политических сил на данном историческом этапе развития. Для того чтобы успешно осуществлять стратегию, нужны точные знания о социальной структуре общества, роли и возможностях государственных и общественных институтов и организаций. Так, события начала 1990-х годов и последовавший за этим передел собственности в России, взорвал и социальную структуру, и структуру политического управления страной.

Социальная *парадигма* представляет группу концептуальных подходов, которые объясняют явления общественной жизни через действие социальных факторов. В настоящее время на фундаменте концепции устойчивого и безопасного развития происходит становление интегральной общенаучной парадигмы знаний, которая возникает как результат широкого синтеза наук о природе, обществе и человеке.

Социология устойчивого и безопасного развития – стратегия социальной солидарности выстраивается на ценностях, которые разделяют большинство членов общества. Новая социология, отражающая проблемы глобального развития, зиждется на согласовании интересов личности, мировой цивилизации и биосферы как фундаментальной основы жизни на планете.

Особенностью реализации нового способа существования человечества является то, что по времени эта фундаментальная перестройка образа жизнесуществования совпала с глубочайшим системным кризисом. В этих условиях интегративная стратегия направляется на консолидацию и эффективное управление национальными и общественными ресурсами. Интеграция сегодня становится императивным принципом, целью и способом существования глобального социума. От того, удастся ли ее осуществить, зависит безопасность и качество жизни населения на планете.

## 5.5. Психология

*Психология* – наука о законах порождения и функционирования психического отражения индивидом объективной реальности в процессе деятельности. Другими словами, *психология* – это то, что ученые и философы создали, чтобы понять процессы *сознания и поведения различных организмов* – от наиболее примитивных до более сложных [91].

Психологию как комплексную науку можно систематизировать по ее методологическим подходам (см. таблицу 5.1).

Таблица 5.1

### *Методологические подходы современной психологии [92]*

№ п/п	Методологические подходы	Психологические течения и школы
1.	Внешнее наблюдение	Биофизика, Психофизика, Психофизиология
2.	Сравнительное поведение	Рефлексология, Бихевиоризм
3.	Дифференцированное сравнение	Дифференциальная психология

№ п/п	Методологические подходы	Психологические течения и школы
4.	Направляемый самоанализ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ментальное содержание: Структурализм, Вюрцбургская школа</li> <li>2. Ментальные функции: Функционализм, Когнитивизм</li> <li>3. Внутренняя организация: Гештальтпсихология</li> </ol>
5.	Социальные взаимодействия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сосредоточенные на группе</li> <li>2. Сосредоточенные на индивидууме</li> <li>3. Сосредоточенные на системе: Системная психология</li> <li>4. Сосредоточенные на взаимодействии: Социальная психология</li> </ol>
6.	Перспективы развития	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сосредоточенность на нормах: Психология развития, Аналитическая психология</li> <li>2. Сосредоточенность на психопатологии: Психоанализ, Психоаналитические теории</li> <li>3. Теория привязанности</li> </ol>

К основным практическим разделам современной психологии относятся:

- ⇒ *когнитивная психология*. Сферой ее интересов является более глубокое осмысление процессов познания, которые являются ключом к раскрытию эмоций и всей личности в целом;
- ⇒ *психология развития* (эволюционная психология). Рассматривает все стадии психологического развития начиная от внутриутробного периода до старости и смерти. Современные достижения психологии развития основаны на том, что биологическая наследственность и культура одинаково важны для психологического развития индивида;
- ⇒ *клиническая психология*. Область психологии, занимающаяся плохо адаптивным или патологическим поведением человека. Хотя в последние годы проявилась тенденция к эмпирическому подходу, клиническая психология по-прежнему в значительной степени отражает исторически сложившийся стиль, который является преимущественно медицинским по ориентации;
- ⇒ *психология здоровья*. В отличие от клинической психологии психология здоровья концентрирует свое внимание на превентивных мерах нежели на лечебном медицинском вмешательстве и ориентирована на

изучение психологических воздействий на здоровье человека. Основопологающим в психологии здоровья является понятие «стресса»;

- ⇒ *психология образования*. Американской ассоциацией психологов предложена следующая дефиниция образовательной психологии: «применение психологии в сфере образования с акцентом на вопросы развития, оценки и использования теорий и принципов обучения и преподавания, которые могут усилить все то, чему человек учится на протяжении жизни»;
- ⇒ *психология труда*. Занимается изучением опыта и поведения людей на рабочем месте. Психология труда делает акцент на *эргономике* (отрасль научной организации труда, изучающая трудовые процессы и условия труда) и *человеческих факторах* при обучении, подборе и управлении персоналом, а также рассматривает другие вопросы, касающиеся человеческих ресурсов;
- ⇒ *социальная психология*. Отрасль психологии, которая концентрируется на аспектах человеческого поведения, включающих людей и их отношения с другими людьми, группами, социальными институтами и обществом в целом. Согласно ставшему уже классическим определению, данному Гордоном Оллпортом, под социальной психологией понимается дисциплина, которая «пытается понять и объяснить, как на мысли, чувства или поведение людей оказывает влияние фактическое, воображаемое или подразумеваемое присутствие других».

Психология может внести существенный вклад в устойчивое развитие каждой личности и общества в целом. Происходящие в психологии изменения в сторону комплексной науки, занимающейся изучением психических процессов и поведения индивидов в рамках определенной окружающей среды, открывают путь к развитию инструментов, необходимых для улучшения жизни человека на Земле. Психология может оказать огромное влияние на осмысление основополагающей человеческой потребности в качественной и безопасной жизни.

В условиях все возрастающих катастроф и кризисов современной цивилизации все большее значение приобретают методы психологической реабилитации населения, пострадавшего в чрезвычайных ситуациях. Так, в МЧС России функционирует *Центр экстренной психологической помощи*, который предназначен для осуществления мероприятий психологической реабилитации спасателей, пожарных и военнослужащих войск гражданской обороны, участвовавших в ликвидации чрезвычайных ситуаций, психологического сопровождения их профессиональной деятельности и оказания медико-психологической помощи населению в районах катастроф и стихийных бедствий.

## 5.6. Экономика

*Экономика* – отрасль науки, изучающая производственные отношения или их специфические стороны в определённой сфере общественного производства и обмена. Предметом экономики является рациональное использование ограниченных ресурсов для обеспечения социального благосостояния.

Экономика [93] – одна из важнейших сфер жизнедеятельности общества, его своеобразный фундамент. Люди располагают многообразными материальными и духовными потребностями, причем стремление к их максимально возможному удовлетворению и составляет содержание жизненного пути каждого индивида. Для одних – в такой постановке вопроса нет ничего обидного для человека, поскольку в неё вполне укладываются самые высокие представления о смысле жизни. Для других – «общество потребления» – одна из главных угроз будущему человечества.

Удовлетворить большинство *потребностей* человек может лишь посредством *производства*, то есть превращения материальных субстанций, данных природой и ранее созданных самим человеком, в потребительские блага. Экономический цикл «производство – потребление» сводится к этим двум стадиям только в условиях, когда речь идет об изолированном индивиде, производящем для самого себя все необходимое. Понятно, сколь далека эта модель от реалий современной экономики.

При переходе к исследованию хозяйственных устройств, основанных на разделении труда, представление о процессе воспроизводства существенно усложняется. Поскольку потребности каждого человека многообразны, а сфера его деятельности в условиях разделения труда становится узкопрофильной, то возникает необходимость в той или иной форме *обмена* результатами их труда. Таким образом, между производством и потреблением появляется фаза обмена, обеспечивающая доведение созданной продукции до ее конечных потребителей.

В условиях массового производства *распределение* становится самостоятельной фазой процесса воспроизводства, а *экономический цикл* приобретает свой законченный вид: «*производство – обмен – распределение – потребление*».

Важнейшим институтом, определяющим характер экономических процессов, является *собственность* на факторы производства – труд, капитал и землю. В условиях разделения труда существенной становится задача формирования разумных соотношений между различными видами производства. Современная экономическая теория формулирует её как проблему *эффективного размещения ограниченных ресурсов*.

В *централизованно планируемой экономике* была предпринята попытка лобового подхода: государство взяло на себя задачу самостоятельно определять, кто, что и сколько должен производить и как распределять произведенное. В конечном счете результат оказался неутешительным. Иначе об-

стоит дело в *рыночной экономике*. Здесь хозяйственные субъекты принимают решения независимо друг от друга, ориентируясь в своих действиях на сигналы рынка. В результате оказывается, что «невидимая рука рынка» обеспечивает более или менее рациональное размещение по различным отраслям факторов производства с точки зрения удовлетворения потребностей членов общества. Конечно, и у рынка есть свои недостатки, а государство стремится внести коррективы в его действие. Но лучшего механизма координации усилий огромного количества людей человечество за всю свою историю выработать не смогло.

Важнейшим результатом развития экономической науки стало ее разделение на *микро- и макроэкономику*. Создатель последней английский экономист Дж. Кейнс совершил революцию в теории, доказав, что сам по себе рыночный механизм при определенных условиях не способен гарантировать нахождение экономики на уровне *общего равновесия*. Поскольку безработица, низкий уровень загрузки производственных мощностей оказывались результатом дефицита совокупного спроса, постольку поддержание его на достаточном уровне при помощи *финансово-бюджетной и кредитно-денежной политики* должно стать важнейшей задачей государства. И хотя это утверждение не разделяется сегодня представителями *монетаризма* и «*нового классического направления*», заданный Кейнсом общий формат исследования укрупненных показателей развития экономики – совокупного спроса и предложения, величины безработицы и инфляции – остается неизменным.

*Общая экономическая теория («экономике»)* является методологической основой *конкретного экономического анализа*. Невозможно понять процессы, происходящие в отдельных отраслях производства, национальных экономиках, сфере международного хозяйственного взаимодействия, без знания законов функционирования и развития хозяйственных систем. В свою очередь, конкретный экономический анализ позволяет проверить истинность тех или иных теоретических гипотез, привлекает внимание теории к новым, нуждающимся в обобщении явлениям. Он также служит основой для выработки правительством страны *экономической политики*, от реализации которой во многом зависит *уязвимость общества и государства от катастроф и кризисов*.

## 5.7. Юриспруденция

*Юриспруденция (правоведение)* – совокупность наук о праве и его практическом применении. *Право*, в узком значении – система общеобязательных социальных норм, установленных или санкционированных государством; в более широком смысле охватывает также правовые отношения и основные права граждан, закрепляемые, гарантируемые и охраняемые государством.

Право является одной из основных систем жизнеобеспечения и одним из основных компонентов функционирования социального общества. Наиболее общепринятым утверждением является положение о том, что право [94] – это набор нормативных ожиданий о поведении индивидуумов и групп людей в обществе. Каждый член общества признает определенные правила поведения, ожидает, что большинство других членов общества будут действовать большую часть времени в соответствии с этими правилами, и каждый член общества понимает, что остальные имеют похожие ожидания. Формирование таких ожиданий и неудачи в их реализации подталкивают к дальнейшему изучению и практическому применению права. Возможно, что некоторые члены общества будут вести себя в противовес формально высказанным общественным ожиданиям. Причин для этого может быть множество, среди которых: невежество, случайность, желание избежать неудобства, стремление получить незаконную прибыль, злой умысел и т.п.

Любая правовая система выполняет три основные функции: *разрабатывает нормы и правила; приводит эти правила в исполнение; разрешает споры, возникающие при применении норм права.* Как правило, законодательная ветвь власти создает законы, исполнительная ветвь государства воплощает эти законы в жизнь, а судебная система разрешает споры.

Как уже отмечалось ранее, в Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах является МЧС России.

Существует большое количество законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации по вопросам, входящим в компетенцию МЧС России. Среди федеральных законов это прежде всего:

- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ (ред. от 22 августа 2004 г.) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;
- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ (ред. от 1 апреля 2005 г.) «О пожарной безопасности»;
- Федеральный закон от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ (ред. от 29 декабря 2004 г.) «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей»;
- Федеральный закон от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ (ред. от 22 августа 2004 г.) «О гражданской обороне»;
- Федеральный закон от 6 октября 1999 г. № 184-ФЗ (ред. от 29 декабря 2004 г.) «Об общих принципах законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации»;

- Федеральный закон от 6 октября 2003 г. № 131-ФЗ (ред. от 30 декабря 2004 г.) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

*Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ (ред. от 22 августа 2004 г.)* определяет общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Его целями являются: предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций; снижение размеров ущерба и потерь; ликвидация чрезвычайных ситуаций и разграничение полномочий в данной области между органами государственной власти, органами местного самоуправления и организациями. Определены основные задачи единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; полномочия и обязанности органов государственной власти, местного самоуправления и организаций; права и обязанности граждан в данной области; порядок подготовки населения, финансового и материального обеспечения мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций; порядок организации и проведения государственной экспертизы, надзора и контроля в данной области.

*Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ (ред. от 1 апреля 2005 г.)* определяет общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, регулирует в этой области отношения между органами государственной власти, местного самоуправления, организациями и гражданами. Обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства.

*Федеральный закон от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ (ред. от 29 декабря 2004 г.)* определяет общие организационно-правовые и экономические основы создания и деятельности аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований на территории Российской Федерации, регулирует отношения в этой области между органами государственной власти, органами местного самоуправления, организациями и гражданами; устанавливает права, обязанности и ответственность спасателей, определяет основы государственной политики в области правовой и социальной защиты, спасателей и граждан Российской Федерации, принимающих участие в ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, и членов их семей.

*Федеральный закон от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ (ред. от 22 августа 2004 г.)* определяет задачи и правовые основы, их осуществления и полномочия органов государственной власти Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, права и обязанности граждан Российской Федерации в области гражданской обороны. Организация и ведение гражданской обороны являются одними из важнейших функций госу-

дарства, составными частями оборонного строительства и обеспечения безопасности государства.

*Федеральным законом от 6 октября 1999 г. № 184-ФЗ (ред. от 29 декабря 2004 г.)* определено, что к полномочиям органов государственной власти субъекта Российской Федерации по предметам совместного ведения, осуществляемым данными органами самостоятельно за счет средств бюджета субъекта Российской Федерации (за исключением субвенций из федерального бюджета), относится, в частности, решение вопросов:

- ⇒ предупреждения чрезвычайных ситуаций межмуниципального и регионального характера, стихийных бедствий, эпидемий и ликвидации их последствий;
- ⇒ организации тушения пожаров (за исключением лесных пожаров, пожаров на объектах, критически важных для национальной безопасности страны, других особо важных пожароопасных объектах, особо ценных объектах культурного наследия России, перечень которых утверждается Правительством Российской Федерации, а также при проведении мероприятий федерального уровня с массовым сосредоточением людей);
- ⇒ организации и осуществления на межмуниципальном и региональном уровне мероприятий по гражданской обороне, защите населения и территории субъекта Российской Федерации, включая поддержку в состоянии постоянной готовности к использованию систем оповещения населения об опасности, объектов гражданской обороны, создание и содержание в целях гражданской обороны запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;
- ⇒ осуществление поиска и спасания людей во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации;
- ⇒ создания, содержания и организации деятельности аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований.

В соответствии с данным федеральным законом федеральные органы исполнительной власти и органы государственной власти субъектов Российской Федерации могут по взаимному соглашению передавать друг другу осуществление части своих полномочий. Опираясь на данную норму закона, в 2005 году между МЧС России и администрациями субъектов Российской Федерации подписаны и реализуются *соглашения о передаче друг другу осуществления части своих полномочий в решении вопросов организации тушения пожаров и предупреждения чрезвычайных ситуаций межмуниципального и регионального характера, стихийных бедствий и ликвидации их последствий.*

*Федеральный закон от октября 2003 г. № 131-ФЗ (ред. от 30 декабря 2004 г.)* устанавливает общие правовые, территориальные, организационные и экономические принципы организации местного самоуправления в Российской Федерации, определяет государственные гарантии его осуществления.

В соответствии с данным федеральным законом к *вопросам местного значения поселения*, в том числе, относятся:

- ⇒ участие в предупреждении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в границах поселения;
- ⇒ обеспечение первичных мер пожарной безопасности в границах населенных пунктов поселения;
- ⇒ организация и осуществление мероприятий по гражданской обороне, защите населения и территории поселения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- ⇒ создание, содержание и организация деятельности аварийно-спасательных служб и (или) аварийно-спасательных формирований на территории поселения;
- ⇒ осуществление мероприятий по обеспечению безопасности людей на водных объектах, охране их жизни и здоровья.

К *вопросам местного значения муниципального района*, в частности, относятся:

- ⇒ участие в предупреждении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на территории муниципального района;
- ⇒ организация и осуществление мероприятий по гражданской обороне, защите населения и территории муниципального района от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- ⇒ осуществление мероприятий по обеспечению безопасности людей на водных объектах, охране их жизни и здоровья.

К *вопросам местного значения городского округа*, в том числе, относятся:

- ⇒ участие в предупреждении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в границах городского округа;
- ⇒ обеспечение первичных мер пожарной безопасности в границах городского округа;
- ⇒ организация и осуществление мероприятий по гражданской обороне, защите населения и территории городского округа от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, включая поддержку в состоянии постоянной готовности к использованию систем оповещения населения об опасности, объектов гражданской обороны, создание и содержание в целях гражданской обороны запасов материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств;
- ⇒ создание, содержание и организация деятельности аварийно-спасательных служб и (или) аварийно-спасательных формирований на территории городского округа;
- ⇒ осуществление мероприятий по обеспечению безопасности людей на водных объектах, охране их жизни и здоровья.

- ⇒ В 2005 году по инициативе МЧС России приняты шесть федеральных законов, которыми внесены изменения в базовые законы, составляющие правовое поле в области обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, два указа Президента Российской Федерации, тридцать постановлений Правительства Российской Федерации.

## 5.8. Культурология

*Культурология* [95] – наука, формирующаяся на стыке социального и гуманитарного знания о человеке и обществе и изучающая *культуру* как целостное явление, как специфическую функцию человеческого бытия. Культурология изучает содержание, структуру и технологию функционирования социокультурного опыта человечества. В отличие от большинства социальных и гуманитарных наук, изучающих определенные сферы человеческой жизнедеятельности (педагогика, психология и т.д.), культурология относится к наукам, исследующим все виды и формы человеческой практики, но в строго определенных аспектах.

В культурологии выделяют два основных профиля познания:

- ⇒ *собственно культурология* – как интегративное знание о целостном феномене культуры;
- ⇒ *культуроведение* – как совокупность частных научных дисциплин, изучающих направления культуры по различным областям человеческой деятельности (политическая, религиозная, художественная и другие культуры).

*Культура* – исторически определенный уровень развития общества, творческих сил и способностей человека, выраженный в типах и формах организации жизни и деятельности людей, в их взаимоотношениях, а также в создаваемых ими материальных и духовных ценностях.

Выделяют две сферы культуры:

- ⇒ *материальная*. Включает в себя предметные результаты деятельности людей (машины, сооружения, произведения искусства, нормы морали и права и т.д.);
- ⇒ *духовная*. Объединяет те явления, которые связаны с сознанием, с интеллектуальной и эмоционально-психической деятельностью человека (язык, знания, умения, навыки, уровень интеллекта, нравственного и эстетического развития, мировоззрение, способы и формы общения людей).

Материальная и духовная культуры находятся в органическом единстве, интегрируясь в некоторый единый тип культуры, который исторически изменчив, но на каждом новом этапе своего развития наследует всё наиболее ценное, созданное предшествующей культурой.

Базис культуры составляют общечеловеческие цели и ценности, а также исторически сложившиеся способы их восприятия и достижения. Но выступая как всеобщее явление, культура воспринимается, осваивается и воспроизводится каждым человеком индивидуально, обуславливая его становление как личности.

Передача культуры от поколения к поколению включает освоение накопленного человеческого опыта, но не совпадает с утилитарным овладением результатами предшествующей деятельности. Культурная преемственность осуществляется не автоматически; необходима организация системы воспитания и образования, основанная на научном исследовании форм, методов, направлений и механизмов развития личности.

Учитывая все большую опасность, исходящую от катастроф и кризисов современной цивилизации, на Всемирной конференции ООН по предотвращению природных катастроф (Япония, 2005 г.) было принято принципиальное решение: *предупреждение катастроф должно опираться не только на достижения научно-технического прогресса, но, в первую очередь, на образовательную и просветительскую работу с населением, на формирование культуры безопасности жизнедеятельности* [96].

## **5.9. Культура безопасности жизнедеятельности**

*Культура безопасности жизнедеятельности* – часть общей культуры, направленная на безопасное развитие человека, социальных групп и общества в целом.

*Культура безопасности жизнедеятельности* – уровень развития человека и общества, характеризуемый значимостью задачи обеспечения безопасности жизнедеятельности в системе личных и социальных ценностей, распространенностью стереотипов безопасного поведения в повседневной жизни и в условиях опасных и чрезвычайных ситуаций, степенью защиты от угроз и опасностей во всех сферах жизнедеятельности.

Формирование культуры безопасности жизнедеятельности является интегрирующей областью деятельности по обеспечению безопасности и основана на результатах различных отраслей науки и научных дисциплин – политологии, социологии, психологии, педагогики, юриспруденции и других, а также практических мероприятиях по снижению рисков.

Понятие «культура безопасности» впервые было сформулировано МАГАТЭ в 1986 году в процессе анализа причин и последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Признано, что отсутствие культуры безопасности явилось одной из основных причин этой аварии. В дальнейшем данный термин был уточнен в «Общих положениях обеспечения безопасности атомных станций» (ОПБ-88). В данном документе отмечено, что культура безопасности характеризуется квалификационной и психологической подготовленностью персонала, а ее формирование является одним из фундаментальных

принципов управления и подлежит нормативному регулированию в атомной энергетике России. В настоящее время сложилось понимание того, что данная категория должна быть применима не только к персоналу потенциально опасных объектов, но и к каждому человеку в отдельности, обществу в целом [97, 98]. От эмоционально-ценностных установок людей, мотивов их поведения, личностных и профессиональных качеств и способностей, уверенности в необходимости и действенности проводимых мероприятий и зависит в определяющей степени эффективность мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности.

Формирование культуры безопасности жизнедеятельности выполняется на индивидуальном, корпоративном и общественно-государственном уровнях.

На *индивидуальном уровне* осуществляются:

- ⇒ привитие ценностей и убеждений в жизненной важности обеспечения собственной безопасности и безопасности окружающих людей, сохранения и сбережения природной среды;
- ⇒ развитие понимания глобального характера негативных перемен на планете, связанных с антропогенной деятельностью;
- ⇒ привитие мировоззрения, в котором значимость решения экологических проблем является приоритетной;
- ⇒ мотивирование безопасной деятельности, развитие врожденных и формирование приобретенных качеств и способностей, обеспечивающих возможность действенного предупреждения и защиты от угроз и опасностей;
- ⇒ привитие знаний, умений и навыков обеспечения безопасности во всех сферах жизнедеятельности, формирования паттернов безопасного поведения в различных жизненных ситуациях.

На *корпоративном уровне* формирование культуры включает в себя:

- ⇒ установление безопасности жизнедеятельности как одной из высших ценностей организации, создание атмосферы психологической настроенности на безопасность, развитие у работников чувства персональной ответственности в вопросах безопасности;
- ⇒ проведение необходимого подбора, обучения и подготовки персонала в каждой сфере деятельности, влияющей на безопасность;
- ⇒ моральное и материальное стимулирование деятельности персонала, направленной на снижение рисков опасных ситуаций и аварий, четкую регламентацию действий, особенно связанных с высокими рисками, контроль за соблюдением трудовой дисциплины.

Развитие культуры безопасности жизнедеятельности *на общественно-государственном уровне* осуществляется путем:

- ⇒ формирования системы социальных ценностей и приоритетов, социального сознания в области безопасности жизнедеятельности;

- ⇒ развития нормативного правового поля, проведения политики обеспечения безопасности общества и человека, природной и техногенной сфер;
- ⇒ развития науки и искусства в области экологии, снижения рисков, защиты от чрезвычайных ситуаций;
- ⇒ совершенствования системы духовно-нравственного и патриотического воспитания, пропаганды, социальной рекламы, общественно-го и государственного стимулирования в области безопасности жизнедеятельности, страховых механизмов обеспечения безопасности и др.

В современных условиях мощного деструктивного информационного воздействия на людей особую значимость в формировании позитивного отношения к вопросам обеспечения безопасности жизнедеятельности приобретают и современные технические средства массовой информации, информационно-коммуникационные технологии. Существенную роль в этом играет Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН) [99].

- ⇒ ОКСИОН представляет собой организационно-техническую систему, объединяющую аппаратно-программные средства:
- ⇒ обработки, передачи и отображения аудио и видеoinформации в целях подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности на водных объектах и охраны общественного порядка;
- ⇒ своевременного оповещения и оперативного информирования граждан о чрезвычайных ситуациях и угрозе террористических акций;
- ⇒ мониторинга обстановки и состояния правопорядка в местах массового пребывания людей.

Структурно ОКСИОН состоит из федерального, межрегиональных, региональных и муниципальных (местных) информационных центров и терминальных комплексов, включающих технические средства сбора и отображения информации, радиационного и химического контроля, звукового вещания. К техническим средствам сбора информации относятся: обзорные видеокамеры, позволяющие фиксировать и передавать информацию об обстановке в месте расположения терминальных комплексов, на наиболее потенциально опасных направлениях в местах массового пребывания людей, а также вызывные голосовых панелей для связи с операторами информационных центров. Технические средства отображения информации включают уличные светодиодные панели, плазменные экраны внутри зданий, экраны «бегущая строка» на наземных транспортных средствах и т.п., а также мобильные телефоны, карманные и портативные персональные компьютеры с выходом в Интернет и другие средства. С их использованием до населения доводится информация в виде видеороликов, электронных плакатов, инфор-

мационных сообщений по правилам безопасного поведения в условиях угрозы и возникновения чрезвычайных ситуаций, террористических акций, массовых беспорядков. К средствам радиационного и химического контроля ОКСИОН относятся автоматизированные комплексы, включающие датчики, блоки детектирования, коммутирующие устройства, блоки сбора и хранения данных по радиационной и химической обстановке в местах массового пребывания людей. Средства звукового вещания включают устройства усиления звука, динамики и другое оборудование, необходимое для звукового оповещения населения.

ОКСИОН сопрягается с органами повседневного управления РСЧС (НЦУКС, ЕДДС и др.) и обеспечивает информационную поддержку при выявлении ЧС, принятии решений и управлении в кризисных ситуациях.

Комплексное и системное развитие культуры безопасности жизнедеятельности позволяет повысить подготовленность населения, уровень духовно-нравственного и патриотического воспитания, усилить сплоченность общества перед различными опасностями, сократить людские потери и материальный ущерб от чрезвычайных ситуаций, является одним из факторов обеспечения стабильного социально-экономического развития страны.

## ГЛАВА 6. ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ

### 6.1. Строительство

*Строительство* – самый древний вид инженерной деятельности, основной задачей которого является проведение работ, направленных на использование природных ресурсов и источников энергии на благо человека [100].

К основным *процедурам строительства*, требующим научного обоснования, относятся:

- ⇒ *анализ осуществимости проекта*. Цели и задачи любого предполагаемого строительства должны быть заранее подвергнуты тщательному и детальному анализу, что позволяет выяснить целесообразность данного проекта или выбрать подходящий альтернативный вариант еще до начала проведения работ. При проведении данного анализа следует иметь в виду не только экономическую эффективность проекта, но и его *устойчивость по отношению к стихийным бедствиям и техногенным авариям*;
- ⇒ *геодезические и геологические изыскания*. Важной частью оценки осуществимости проекта является предварительное геодезическое и геологическое исследование места, выделенного под строительство. После утверждения проекта необходимо проведение более детального изучения состояния почвы и внешних факторов. Полученные данные позволяют оптимальным образом спроектировать строящиеся сооружения и выбрать наиболее подходящий метод строительства;
- ⇒ *проектирование*. При проектировании работ принимаются во внимание и задействуются различные технологии и самые разнообразные области знаний, такие как строительная механика, механика грунтов, технология бетонных конструкций, гидравлика, инженерная сейсмология. Для правильного проведения проектных работ необходимо пользоваться руководствами по проектированию и проектировочными стандартами.

*Основными задачами строительства в XXI веке являются:*

- ⇒ развитие сбалансированных строительных технологий. В современном строительстве созрело понимание, что на сегодняшний день традиционные технологии в недостаточной мере удовлетворяют человеческим нуждам, и это привело к развитию гибких технологий. В них входит общее планирование и управление системами инфраструктуры, состоящей из различных зданий и сооружений. К основным системам инфраструктуры относят государственное и территориальное планирование развития, городское и транспортное планирование, а также системы дорожного движения, те-

- лекоммуникаций, водоснабжения, предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, охраны окружающей среды;
- ⇒ *разработка систем эксплуатации существующих зданий и сооружений.* На протяжении последнего столетия было построено большое количество жилых зданий и промышленных сооружений, которые сегодня нуждаются в системах обслуживания и ремонта, поддерживающих их в нормальном состоянии на протяжении всего срока эксплуатации;
  - ⇒ *предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций.* Современная наука вносит все большую ясность в механизмы возникновения и воздействия на строительные и инфраструктурные объекты природных и техногенных воздействий. Однако предсказать крупные катастрофы и стихийные бедствия по-прежнему удается не всегда. Так что органы исполнительной власти всех уровней должны прилагать все усилия для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, особенно касающихся спасения людей;
  - ⇒ *минимизация человеческого влияния на окружающую среду.* Строительство оказывает значительное влияние на природную среду. Типичными примерами такого влияния являются загрязнение воздуха, воды и почвы;
  - ⇒ *эффективное использование информационных технологий.* В последнее время информационные технологии интенсивно внедряются в строительные отрасли. Например, широкое распространение получила система глобального позиционирования GPS, которая позволяет не только определить точное положение объекта, но и получить объективные данные о последствиях крупных чрезвычайных ситуаций;
  - ⇒ *глобальные проблемы окружающей среды.* Одна из них – поднятие среднего уровня Мирового океана в результате парникового эффекта. С научной точки зрения необходимо развивать и совершенствовать технологии долгосрочного прогнозирования глобальных катастроф, а с практической точки зрения – уменьшать антропогенное воздействие на окружающую среду.

В 2005 году издан Атлас природных и техногенных опасностей в Российской Федерации [101], материалы которого позволят руководителям федерального, регионального и муниципального уровней, ученым и специалистам осуществлять социально-экономическое планирование и управление территориями и отраслями, в том числе и в строительной сфере, с учетом природных и техногенных рисков чрезвычайных ситуаций.

## 6.2. Машиноведение и машиностроение

*Машиноведение* – наука о машинах, включающая теорию машин и механизмов, конструирование и расчет на прочность деталей и машин, изучение трения и износа в машинах. Под *машиностроением* понимают комплекс отраслей обрабатывающей промышленности, который включает: общее, транспортное, сельскохозяйственное, энергетическое машиностроение, станкостроение, радиоэлектронную, электротехническую и приборостроительную промышленность [22].

Современное состояние машиностроения в значительной мере является логическим продолжением научно-технического прогресса XX века. Однако наряду с колоссальными успехами развития техники все заметнее стали проявляться и негативные явления:

- ⇒ загрязнение окружающей среды в результате производственной деятельности, отходов и вредных выбросов колоссального количества работающих машин и механизмов, техногенных аварий и катастроф;
- ⇒ истощение сырьевых ресурсов;
- ⇒ быстрое моральное старение техники и технологий вследствие неравномерного развития разных стран;
- ⇒ сокращение в интересах конкуренции и безопасности наиболее ценных научно-технических решений.

В настоящее время машиноведение концентрирует свои силы на решении главной проблемы – разработке научных основ и принципов создания новых поколений машин, механизмов и конструкций. В эту комплексную проблему входят следующие *научные направления* [102]:

- ⇒ структурный, кинематический, динамический анализ и синтез механизмов и машин;
- ⇒ обеспечение безопасности, ресурса и прочности машин и конструкций;
- ⇒ основы повышения износостойкости машин и оборудования;
- ⇒ защита человека и машины от вибраций и шума, создание безопасных и комфортных условий для человека-оператора;
- ⇒ создание машин и оборудования в малошумном исполнении, электронизация, компьютеризация, миниатюризация техники.

Техногенные аварии и катастрофы, проблемы экологии особо остро ставят вопросы *обеспечения безопасности, ресурса и прочности машин и конструкций* [103]. На основе механики твердого деформируемого тела разрабатывается теория зарождения и роста трещин в конструкциях машин и механизмов, исследуются процессы накопления рассеянных повреждений и энергетического баланса в системе «тело с трещинами – нагрузка – окружающая среда».

В приложении теории надежности и безопасности конструкций разработан метод оценки конструкционной безопасности по отношению к силь-

ным землетрясениям. В рамках проблем механики разрушения и живучести проводятся исследования состояния и механического поведения материалов при малых и больших упругопластических деформациях в условиях однократного статического и динамического нагружений.

Одним из важнейших направлений является развитие основ *механики разрушений и катастроф* применительно к анализу аварийных и катастрофических событий, являющихся научной базой оценки безопасности сложных технических систем.

*Диагностика состояния материалов, машин и конструкций* стала одним из наиболее важных направлений современного машиноведения, одной из главных составляющих обеспечения надежности машин и различных технических объектов. Она является гарантом нормального функционирования объектов техносферы, поскольку позволяет своевременно выявить различные неисправности, определить остаточный ресурс и оценить предаварийное состояние, а следовательно, исключить возникновение аварий и катастроф.

*Техническая диагностика* представляет собой теорию, методы и средства поиска и обнаружения неисправностей. В настоящее время она приобрела большое значение вследствие насыщенности сферы обитания человека сложными техническими системами повышенной опасности.

Современные *методы неразрушающего контроля* используются для решения задач дефектоскопии, структуроскопии, измерения размеров и определения физико-механических характеристик. Исходя из того, что проблема качества является многофункциональной, на практике часто используют комплексные методы неразрушающего контроля, объединяющие различные физические принципы взаимодействия с объектом контроля. При этом особое внимание уделяется выбору методов и средств контроля за функционированием потенциально опасных объектов.

Дальнейшее развитие научно-технического прогресса в XXI веке связано с необходимостью решения ряда *новых научных задач машиноведения*, таких как:

- ⇒ создание принципиально новой техники и технологии ее изготовления, автоматизация научных исследований, проектирования машин, их изготовления, испытания и эксплуатации;
- ⇒ создание материалов с широким спектром заданных механических свойств (адаптивные и активные материалы и конструкции с управляемыми свойствами, а также материалы с памятью);
- ⇒ разработка методов и систем мониторинга состояния машин, конструкций и сооружений, диагностики машин и материалов;
- ⇒ разработка методов и средств прогнозирования и управления вибрационными и акустическими полями, обеспечивающих экологическую чистоту в условиях насыщенности машинами.

Сегодня необходима новая концепция научно-технического прогресса, в основу которой должен быть положен анализ потребностей и возможно-

стей жизнеобеспечения и нравственного возрождения всего человечества. Новая стратегия развития науки должна отдавать приоритет исследованиям, имеющим значимость для самой перспективы существования мирового сообщества, для его устойчивого и безопасного развития на основе научно-технического прогресса, важнейшей составляющей которого является машиностроение.

Важнейшей из актуальных проблем является проблема обеспечения благоприятных условий жизни человека на Земле и сохранения для этого естественных природных условий. Развитие машиностроения создает научные, технические и экономические предпосылки для успешного решения этой грандиозной исторической проблемы. Однако реализация этих предпосылок зависит от адекватного решения политических, социальных и нравственных проблем XXI века.

### 6.3. Энергетика

*Энергетическая наука* [104] – наука о закономерностях процессов и явлений, прямо или косвенно связанных с получением, преобразованием, передачей, распределением и использованием различных видов энергии, о совершенствовании методов прогнозирования и эксплуатации *энергетических систем*, повышения КПД энергетических установок и уменьшения их экологического влияния на природу.

*Энергосистема* – топливно-энергетический комплекс страны, область народного хозяйства, охватывающая энергетические ресурсы, выработку, преобразование, передачу и использование различных видов энергии.

К основным *отраслям энергетики* относятся:

- ⇒ *электроэнергетика*. Ведущая отрасль энергетики, охватывающая проблемы получения больших количеств электрической энергии, передачу этой энергии на расстояние и распределение её между потребителями;
- ⇒ *гидроэнергетика*. Отрасль энергетики, связанная с преобразованием водной энергии в электрическую на гидроэлектрических станциях. Важной экономической особенностью гидроэнергетики является возобновляемость гидроэнергетических ресурсов. Электроэнергия, вырабатываемая на ГЭС, существенно дешевле электроэнергии, получаемой от тепловых электростанций. Поэтому гидроэнергетике придается особое значение при размещении электроемких производств, которые, в свою очередь, являются потенциально опасными объектами;
- ⇒ *теплоэнергетика*. Отрасль теплотехники, занимающаяся преобразованием теплоты в другие виды энергии (механическую и электрическую). Механическая энергия генерируется в теплосиловых установках и используется для привода каких-либо рабочих машин

или электромашинных генераторов, при помощи которых вырабатывается электрическая энергия;

⇒ *ядерная энергетика*. Отрасль энергетики, использующая ядерную энергию для электрификации и теплофикации; область науки и техники, разрабатывающая методы и средства преобразования ядерной энергии в электрическую и тепловую. Основа ядерной энергетики – атомные электростанции. На АЭС теплота, выделяющаяся в ядерном реакторе в результате цепной реакции деления ядер некоторых тяжелых элементов, преобразуется в электрическую энергию. При делении 1 г изотопов урана или плутония высвобождается около 22,5 МВт ч энергии, что эквивалентно энергии, получающейся при сжигании 2,8 т условного топлива.

При крупномасштабной выработке электроэнергии тепло с помощью термодинамического цикла преобразуется в механическую работу, которая, в свою очередь, производит электрическую энергию. Для производства тепла требуются значительные количества топлива. Топливом может быть горючее вещество, например, такие ископаемые виды топлива, как *уголь, нефть и газ*, или *ядерное топливо*. От всякого топлива остаются отходы, которые необходимо выбрасывать в окружающую среду либо хранить.

*Энергетика* [105] – капиталоемкая отрасль, в которой используется эффективное, надежное и долговечное оборудование. Каждая отдельная станция работает обычно с одним видом топлива и производит всего один вид продукции. Все процессы оптимизированы и протекают по устоявшейся схеме. Поэтому вероятность возникновения нештатных ситуаций на электростанциях невелика. Более того, на них применяются проверенные технологии с известными потенциальными опасностями.

Одними из первых специалисты в области энергетической безопасности в качестве количественной меры опасности стали использовать *риск* – сочетание тяжести и частоты опасных для жизни явлений. Считается, что из 100 человек за год от естественных причин умирает один, то есть риск естественной смерти равен  $10^{-2}$ . Риск смерти от стихийных бедствий для человека в среднем по Земле равен около  $10^{-5}$ . Эта вероятность считается нормой, и только в областях повышенной опасности принимают некоторые специальные меры по его снижению. Риск погибнуть в автомобильной катастрофе в промышленных странах равен примерно  $10^{-4}$ . Эта цифра является крайним допустимым уровнем риска, при котором уже применяются особые меры для его снижения. Риск в  $10^{-3}$  уже считается неприемлемым. Исходя из данных рассуждений, можно грубо оценивать уровни риска.

Что касается добровольных рисков, то тут люди готовы принимать более высокий уровень риска. Некоторые профессии, в том числе спасателя, пожарного, военнотружущего, связаны с повышенным риском, который должен компенсироваться работодателем или государством. С другой стороны, люди обычно не любят подвергаться внешнему риску, определяемому окружающей средой. *Часто люди готовы принять более высокий уровень*

*риска, если это их добровольный выбор, и не готовы принять даже меньший уровень риска, если он связан с ситуацией, когда у них нет никакого выбора. Это сильно влияет на отношение людей к техногенным видам риска, поэтому все, что имеет отношение к энергетике, должно быть настолько безопасно, чтобы обеспечить приемлемый уровень риска.*

Люди склонны относиться к разным видам рисков по-разному. Люди меньше боятся частых аварий с небольшим количеством жертв, чем редких, но крупных катастроф, даже если численно риск один и тот же. Одно падение самолета считается более крупным несчастьем, чем серия автокатастроф с тем же количеством жертв. Из-за такого отношения к авиаперевозкам предъявляют гораздо более серьезные требования по безопасности, чем к автомобильному транспорту, что приводит к тому, что риск, связанный с авиацией, примерно в сто раз меньше, чем с автомобильным транспортом. Это же относится и к технологическим достижениям, в частности к атомным станциям. Из-за того, что выброс радиоактивных веществ в атмосферу может привести к серьезным последствиям для множества людей, *общество требует гораздо меньшего уровня риска аварий на АЭС, чем при других чрезвычайных ситуациях.*

#### **6.4. Электротехника**

*Электротехника [106] – отрасль науки и техники, связанная с применением электрических и магнитных явлений для преобразования энергии, обработки материалов, передачи информации и др. и охватывающая вопросы получения, преобразования и использования электроэнергии в практической деятельности человека. Развитие электротехники на первом этапе привело к созданию *электрической машины*, оказавшей огромное влияние на становление и развитие промышленности, сельского хозяйства и транспорта, а затем послужило основой для создания ряда промышленных отраслей и научно-технических направлений.*

Изучение химического действия электрического тока привело к появлению *гальванотехники*, а преобразования электрической энергии в световую — *светотехники*. Открытия термоэлектронной эмиссии и электрических свойств полупроводников составили основу *электроники*, а изобретение радио — *радиотехники*. Создание систем передачи электроэнергии на расстояние и распределения её между потребителями положило начало развитию *электроэнергетики*. На базе широкого применения электрической энергии развиваются наиболее энергоемкие производства. Электротехника — научная основа многих отраслей промышленности: электротехнической, электронной, радиотехнической, средств связи.

*Гальванотехника – область прикладной электрохимии, охватывающая процессы электролитического осаждения металлов на поверхность изделий.*

Гальванотехника основана на кристаллизации металлов из водных растворов их солей при прохождении постоянного электрического тока.

*Светотехника* – область науки и техники, занимающаяся исследованием принципов и разработкой способов генерирования, пространственного перераспределения, измерения характеристик оптического излучения (света), а также преобразования энергии света в другие виды энергии.

*Электроника* – наука о взаимодействии заряженных частиц с электромагнитными полями и методах создания электронных приборов и устройств (вакуумных, газоразрядных, полупроводниковых), используемых в основном для передачи, обработки и хранения информации.

*Радиотехника* – наука об электромагнитных колебаниях и волнах радиодиапазона (до 6 ТГц), методах их генерации, усиления, излучения и приема; отрасль техники, осуществляющая применение таких колебаний и волн для передачи информации в радиосвязи, радиовещании, ТВ, радиолокации, радионавигации и др.

Для оповещения населения о чрезвычайных ситуациях используются следующие виды связи: проводная, сотовая, оптикоэлектронная, сигнальная, радиосвязь и др. Выбор вида связи или их совокупности для передачи сигналов оповещения гражданской обороны определяется содержанием и условиями решения практических задач по защите от опасностей воздушного нападения, радиоактивного, химического, биологического заражения, катастроф и стихийных бедствий.

В настоящее время в Российской Федерации функционируют 1 федеральная, 6 межрегиональных, 88 (из них 28 – ограниченно готовы к использованию по назначению) региональных систем централизованного оповещения, а также 1138 локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов.

Приказом МЧС России от 31.03.2006 г. № 195 утверждена Программа развития системы связи МЧС России, основной целью которой является повышение оперативности и эффективности функционирования системы управления силами и средствами МЧС России на основе создания единой информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, включающей системы и комплексы связи, автоматизированного управления связью и оповещения, а также средства и ресурсы, обеспечивающие их устойчивое функционирование и взаимодействие.

Приоритетными направлениями развития системы связи МЧС России определены:

- ⇒ развитие и модернизация систем централизованного оповещения;
- ⇒ дальнейшее развитие ведомственной цифровой сети связи с интеграцией услуг, внедрение цифровых технологий;
- ⇒ развитие сетей радио, радиоподвижной и спутниковой связи;
- ⇒ совершенствование и развитие технических систем автоматизированного управления МЧС России;

- ⇒ материально-техническое обеспечение системы связи и АСУ МЧС России;
- ⇒ обеспечение безопасности связи и информации в соответствии с требованиями нормативных документов.

## 6.5. Гидротехника

*Гидротехника* [106] – область науки и техники, занимающаяся изучением водных ресурсов и их использованием, разработкой методов расчета гидротехнических сооружений и систем гидроэнергетики. Гидротехника решает задачи водоснабжения населения, транспортных и промышленных предприятий, рационального использования водной энергии, создания условий для судоходства, лесосплава, развития рыбного хозяйства, а также разрабатывает способы и средства для защиты водных источников, сохранения окружающей среды.

*Гидротехнические сооружения* (ГТС) – инженерные сооружения, предназначенные для использования водных ресурсов или для борьбы с разрушительным действием воды. Различают гидротехнические сооружения общие, применяемые почти для всех видов использования вод, и специальные, возводимые для какой-либо одной отрасли водного хозяйства.

*К общим гидротехническим сооружениям* относятся:

- ⇒ водоподпорные (плотины, дамбы и др.);
- ⇒ водопроводящие (каналы, гидротехнические тоннели, лотки, трубопроводы и др.);
- ⇒ регулиционные или выправительные (запруды, полузапруды, ограждающие валы, траверсы, донные пороги и др.).

*Специальными* считаются гидротехнические сооружения:

- ⇒ для водного транспорта (судоходные шлюзы, судоподъемники, причалы, плотоходы, лесоспуски и др.);
- ⇒ гидроэнергетические (здания ГЭС, напорные бассейны и др.);
- ⇒ гидромелиоративные (оросительные и осушительные каналы, дренажи, шлюзы-регуляторы, коллекторы и др.);
- ⇒ для водоснабжения и канализации (каптажи, насосные станции, водонапорные башни и резервуары, пруды-охладители и др.);
- ⇒ рыбохозяйственные (рыбоходы, рыбоподъемники, рыбоводные пруды и др.).

В Российской Федерации насчитывается около 65 000 ГТС различного назначения, большинство из которых эксплуатируется более 10 лет, а около 20% – более 30 лет, что является критическим сроком эксплуатации по условиям обеспечения их безопасности. Большое количество ГТС находится в аварийном состоянии и представляет повышенную угрозу для населения и территорий. Эксплуатация ГТС собственниками осуществляется неудовлетворительно в силу недостаточной подготовленности, укомплектованности

или отсутствия служб эксплуатации. Работы по капитальному ремонту и реконструкции ГТС в необходимых объемах не проводятся. Возрастают затраты на их содержание. Аварийность на ГТС в Российской Федерации в 2,5 раза превышает среднемировой показатель.

Для исправления создавшегося положения реализуется комплекс мер, направленных на обеспечение безопасности ГТС, в том числе [107]:

- ⇒ проводятся обследования состояний ГТС, и в первую очередь сооружений, находящихся в аварийном состоянии, создан банк данных ГТС и подготовлены рекомендации по повышению их безопасности и обоснования о восстановлении, реконструкции, консервации и ликвидации сооружений;
- ⇒ разрабатываются и утверждаются планы действий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на ГТС, создаются системы оповещения об авариях на ГТС;
- ⇒ проводятся проверки пропускной способности ГТС русловых гидроэлектростанций и водохозяйственных гидроузлов на основании уточненных расчетных и поверочных расходов и с учетом технического состояния водопропускных сооружений;
- ⇒ осуществляется систематический контроль за проведением работ по инвентаризации ГТС с определением собственников бесхозных сооружений, созданием материально-технической базы и необходимого резерва материальных ресурсов для ликвидации аварий на ГТС;
- ⇒ разработаны Правила безопасности гидротехнических сооружений, Порядок определения критериев безопасности гидротехнических сооружений, Положение об организации государственного надзора за состоянием безопасности гидротехнических сооружений, разрабатывается технический регламент «О безопасности гидротехнических сооружений», утвержден Порядок определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу в результате аварии гидротехнического сооружения;
- ⇒ принят в первом чтении законопроект «Об обязательном страховании гражданской ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного объекта», предусматривающий обязательное страхование гражданской ответственности при эксплуатации ГТС.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 6.11.1998 г. № 1303 утверждено Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений. За это время декларации безопасности разработаны только на 10% ГТС, аварии на которых могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций.

## 6.6. Системы управления, робототехника и автоматизация

*Управление* (в технике) [106] – целенаправленное изменение (или поддержание) состояния или параметров технического объекта в соответствии с имеющимся алгоритмом функционирования. *Объектами управления* являются различные *процессы*:

- ⇒ технологические (добыча полезных ископаемых, переработка сырья и материалов, обработка изделий, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций и т.д.);
- ⇒ энергетические (выработка, преобразование, передача и распределение энергии);
- ⇒ транспортные (перемещение грузов и пассажиров);
- ⇒ информационные (сбор, обработка, передача и хранение информации).

Управление объектом достигается в результате воздействий, оказываемых на него, либо непосредственно человеком, либо автоматическим управляющим устройством по заданному алгоритму, составленному на основании информации о целях и задачах управления, исходном и текущем состоянии управляемого объекта, возмущающих воздействиях, возможных методах и средствах достижения поставленной цели и т.п. Передача функций управления системами и процессами автоматическим устройствам является сущностью автоматизации.

*Автоматизация* – применение автоматических технических средств и систем управления, освобождающих человека частично или полностью от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации. Автоматизируются: производственные процессы; проектирование сложных систем; организация, планирование и управление в рамках организационных структур; научные исследования, диагностирование, учет и обработка статистических данных, программирование, инженерные расчеты и многое другое.

*Цель автоматизации* – повышение производительности и эффективности труда, улучшение качества продукции, оптимизация планирования и управления, устранение человека от работы в условиях, опасных для здоровья, в том числе в условиях поражающих факторов чрезвычайных ситуаций. С целью автоматизации процессов и объектов создаются *автоматизированные системы управления* — совокупность математических методов, технических средств и организационных комплексов, обеспечивающих рациональное управление сложным объектом или процессом.

Для автоматизации процессов сбора, хранения, передачи, обработки и выдачи информации, необходимой для обеспечения работы органов управления РСЧС, а также для автоматизации процессов поддержки принятия решений, доведения принятых решений до подчиненных и взаимодействующих органов управления и контроля их исполнения по заказу МЧС России создана и развивается *автоматизированная информационно-управляющая*

*система* (АИУС) РСЧС [108]. Основная номенклатура средств АИУС РСЧС включает:

- ⇒ функционально-ориентированные комплексы средств автоматизации, размещаемые на стационарных пунктах управления федерального, межрегионального, регионального и муниципального уровней РСЧС;
- ⇒ мобильные комплексы средств автоматизации подвижных пунктов управления различных уровней РСЧС и других подвижных объектов;
- ⇒ носимые абонентские комплекты пользователей;
- ⇒ комплексы средств автоматизации, обеспечивающие информационно-техническое сопряжение органов управления МЧС России со взаимодействующими органами управления;
- ⇒ сеть связи и передачи данных.

Автоматизация управленческой деятельности в АИУС РСЧС осуществляется посредством решения взаимосвязанных функциональных задач, которые представляют собой информационные технологии обработки на ЭВМ определенных исходных данных и выдачи результатов этой обработки в удобном для дальнейшего использования виде с соответствующим специальным программным, информационным, лингвистическим, математическим и организационным обеспечением. *Функциональные задачи АИУС РСЧС* классифицируются по следующим признакам:

- ⇒ орган управления и пользователь функциональной задачи;
- ⇒ режим функционирования в мирное время и особый период;
- ⇒ вид чрезвычайной ситуации, для управления мероприятиями по предупреждению и ликвидации которой предназначена задача;
- ⇒ функция процесса управления, которую поддерживает задача.

*Роботизация* – развитие автоматизации производства на основе применения

промышленных роботов в таких производственных процессах, автоматизация которых другими средствами нецелесообразна. Роботизация наиболее эффективна при создании робототехнических комплексов.

*Промышленный робот* – программно-управляемое устройство, применяемое в производственных процессах для совершения действий, аналогичных тем, которые выполняет человек. Роботы используются для автоматизации технологических процессов, связанных с выполнением сложных и разнообразных движений, неподдающихся, как правило, автоматизации традиционными методами. Применение роботов особенно эффективно при выполнении работ в условиях, опасных для здоровья человека (например, в условиях радиационного и химического заражения) и в труднодоступных местах (например, под водой или под завалами). Поэтому робототехнические комплексы (серии МРК) нашли широкое применение для выполнения работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций в условиях, опасных для жизни людей, в том числе [108]:

- ⇒ модель МРК-01 – для разведки территории и объектов с наличием взрывоопасных предметов и выполнения вспомогательных операций при их обезвреживании;
- ⇒ модель МРК-25 – для проведения пиротехнических работ, включая поиск, обезвреживание и транспортировку взрывоопасных предметов и боеприпасов, для ведения разведки внутри помещений и на местности;
- ⇒ модель МРК-27 – для проведения аварийно-спасательных и специальных работ в условиях химического загрязнения и выполнения технологических операций по локализации источника загрязнения;
- ⇒ модели МРК-45 и МРК-46 – для ведения радиационной разведки, дозиметрического контроля местности, обнаружения и ликвидации источников повышенной радиации, транспортирования опасных предметов.

В настоящее время по заказу МЧС России разрабатываются и внедряются робототехнические комплексы для обеспечения подводных работ специального назначения и пожаротушения, а также воздушные робототехнические комплексы с дистанционно пилотируемыми летательными аппаратами для ведения мониторинга районов чрезвычайных ситуаций.

## 6.7. Информатика

*Информатика* – наука, изучающая структуру и общие свойства информации, а также законы и методы получения, накопления, передачи, обработки и использования информации при помощи ЭВМ и других технических средств [86].

*К приоритетным направлениям информатики относятся:*

- ⇒ разработка *вычислительных систем и программного обеспечения*;
- ⇒ *теория информации*, изучающая процессы, связанные с передачей, приёмом, преобразованием и хранением информации;
- ⇒ *математическое моделирование, методы вычислительной и прикладной математики и их применение* к фундаментальным и прикладным исследованиям в различных областях знаний;
- ⇒ методы *искусственного интеллекта*, моделирующие процессы логического и аналитического мышления в интеллектуальной деятельности человека;
- ⇒ *системный анализ*, изучающий методологические средства, используемые для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам различного характера;
- ⇒ *биоинформатика*, изучающая информационные процессы в биологических системах;
- ⇒ *социальная информатика*, исследующая процессы информатизации общества;

- ⇒ методы *машинной графики, анимации, средства мультимедиа*;
- ⇒ *телекоммуникационные системы и сети*, в том числе глобальные компьютерные сети (Интернет);
- ⇒ *разнообразные приложения*, охватывающие науку, производство, образование, медицину, торговлю, безопасность и другие виды хозяйственной и общественной деятельности.

В информатике выделяются три неразрывно связанные части: *технические средства, программное обеспечение и алгоритмические средства*.

Информатика тесно связана с *философией* – через учение об информации как общенаучной категории и теорию познания; с *математикой* – через понятие математической модели, математическую логику и теорию алгоритмов;

с *лингвистикой* – через учение о формальном языке и о знаковых системах; с *кибернетикой и системотехникой*. Важнейшими *методологическими принципами информатики* являются изучение природного явления или поведения объекта как процесса обработки информации, а также признание единства законов обработки информации в искусственных, биологических и социальных системах.

Предметом информатики являются также *информационные технологии* – систематические методы и приемы применения ЭВМ в производственных процессах, управлении, образовании, научной работе, проектировании, сфере безопасности и развития. Современные информационные технологии используются для создания автоматизированных систем управления и обработки информации в целях снижения трудоемкости процессов, использующих эту информацию, повышения их надежности и оперативности.

В Российской Федерации в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) создается автоматизированная информационно-управляющая система (АИУС РСЧС). В настоящее время ситуационные центры Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, Центр управления в кризисных ситуациях и все региональные центры МЧС России оснащены программно-техническими средствами, позволяющими обеспечить обмен информацией в интересах сбора и хранения как оперативных, так и статистических данных о чрезвычайных ситуациях. Применение средств автоматизации позволило создать единое информационное пространство в рамках функционирования упомянутых органов управления. Имеется также возможность обмена некоторой информацией с абонентскими пунктами дежурно-диспетчерских служб и информационными центрами федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации.

Дальнейшее развитие АИУС РСЧС позволит обеспечить интеграцию всех информационных ресурсов страны в области противодействия чрезвычайным ситуациям, повышение оперативности, полноты и достоверности получаемой информации. Эффективная автоматизация процессов сбора, обработки и выдачи информации требует создания необходимого информаци-

онно-лингвистического обеспечения – унифицированной системы управленческой документации и единой системы классификации и кодирования по предупреждению и ликвидации ЧС, в том числе соответствующих общероссийских классификаторов для обмена информацией со взаимодействующими федеральными органами исполнительной власти.

В целом, совершенствование информационного обеспечения процессов управления в РСЧС и внедрение новых информационных технологий создаёт реальную предпосылку для повышения эффективности деятельности в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций различного происхождения.

## 6.8. Системная динамика

*Системная динамика* [109] – научная дисциплина, занимающаяся разработкой динамических (изменяющихся во времени) долгосрочных стратегий развития социально-экономических систем. Любое системно-динамическое исследование проходит ряд стандартных этапов:

- ⇒ *выявление проблемы и определение цели исследования.* Системно-динамическое исследование проводится для решения динамической задачи. Задачи, динамика которых определяется извне, не подходят для их решения методами системной динамики. Характер поведения динамических систем выявляется на основе графических и (или) количественных данных;
- ⇒ *формулирование гипотезы о динамическом поведении и концептуализация модели.* Данный этап включает построение гипотезы о динамическом поведении системы и концептуальной модели, которая описывает данную гипотезу, но не в формальном, а в вербальном виде;
- ⇒ *построение формальной модели и ее верификация.* На данном этапе строится блок-схема, иллюстрирующая структуру модели; записываются математические формулы, описывающие причинно-следственные связи между переменными; оцениваются численные значения параметров и начальные значения величин; проверяется внутренняя совместимость модели и ее соответствие динамической гипотезе;
- ⇒ *проверка достоверности (адекватности) модели.* Достоверность модели имеет два аспекта: структурный и поведенческий. Структурная проверка проводится в виде проверки соответствия размерностей параметров модели и реальной системы, проверки истинности каждого уравнения при граничных условиях и т.п. Проверка поведения проводится для сравнения основных участков в поведении модели с участками реального поведения. Сравнимаемыми величинами могут быть наклоны характеристик, оптимумы, периоды

и амплитуды колебаний, точки перегиба и другие. Важно выполнение двух принципов: во-первых, до тех пор, пока не установлена структурная достоверность, бессмысленно проверять достоверность поведения; во-вторых, проверка поведения состоит не в поточечном сравнении поведения модели и реальной системы, а в сравнении вида характеристик того и другого;

- ⇒ *анализ модели*. Цель данного этапа – понять главные динамические свойства модели. Очень редко это возможно сделать с помощью математических методов. И хотя получить решение системно-динамической модели в виде уравнений невозможно, иногда можно найти уровни постоянного равновесия и оценить их устойчивость. Обычно анализ проводится с помощью имитационного эксперимента. Серия логически взаимосвязанных имитационных прогонов может дать вполне правдоподобную информацию о свойствах модели;
- ⇒ *совершенствование структуры*. После того как модель полностью проверена и поняты все ее свойства, наступает этап проверки альтернативных стратегий, которые могли бы улучшить динамику модели. Здесь под стратегией понимаются общие правила принятия решений. Улучшение стратегии – достаточно сложная задача. Рекомендуемая стратегия должна быть реалистичной и реализуемой; она должна быть устойчивой, т.е. способной работать при различных внешних условиях и сценариях и т.д.;
- ⇒ *реализация (внедрение)*. Трудно переоценить важность данного этапа, потому что конечной целью системно-динамического исследования является усовершенствование реальной системы. Появляются новые разработки по более успешной реализации стратегий, такие как *групповое построение моделей* и *интерактивные обучающие среды*.

Как дисциплина, системная динамика возникла в конце 1950-х годов и предназначалась для решения проблем построения динамических долгосрочных стратегий развития сложных социально-экономических систем. С тех пор системная динамика нашла множество применений в таких стратегических областях, как: национальная безопасность, устойчивое развитие, экономическое планирование, политический анализ. Сегодня междисциплинарный подход системной динамики может оказаться решающим в решении сложнейших проблем современного мира.

## 6.9. Кибернетика и системотехника

*Кибернетика* – наука, изучающая общие закономерности строения сложных систем управления и протекания в них процессов управления [110]. Кибернетику часто определяют как науку об общих законах получе-

ния, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах.

*Предметом изучения кибернетики* являются процессы управления в сложных динамических системах. Одним из основных *методов кибернетики* является метод математического моделирования систем и процессов управления, а основными *методологическими принципами* – применение системного и функционального подхода при описании и исследовании сложных систем.

*Основной целью кибернетики* является построение на основе изучения структур и механизмов управления таких систем, такой организации их работы, такого взаимодействия элементов внутри этих систем и такого взаимодействия с внешней средой, чтобы результаты функционирования этих систем были наилучшими, т.е. приводили бы наиболее быстро к заданной цели функционирования при минимальных затратах тех или иных ресурсов.

В зависимости от типа систем управления, которые изучаются *прикладной кибернетикой*, последнюю подразделяют на техническую, биологическую и социальную. В частности, *социальная кибернетика*, изучающая закономерности управления обществом в количественном аспекте, не может стать всеобъемлющей наукой об управлении обществом, характеризующимся в значительной мере неформализуемыми явлениями и процессами. В связи с этим, наибольшие практические успехи в современных условиях могут быть достигнуты в результате применения кибернетики в области управления экономикой и безопасностью как важнейшими основами развития общества. Среди социальных подсистем именно экономика и безопасность характеризуются наиболее развитой системой количественных показателей и критериев [111].

Кибернетика, являясь междисциплинарной наукой, не претендует на роль наддисциплинарной науки. Кибернетика охватывает естественные и технические науки в той их части, которая относится к сфере процессов управления, связанных с этими науками и соответственно с изучаемыми ими системами.

## ГЛАВА 7. ПРИЛОЖЕНИЯ НАУК ОБ ЭКОЛОГИИ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ К ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ

### 7.1. Экология

*Экология* – биологическая наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, биоценозов (сообществ), биогеоценозов (экосистем) и биосферы. Экологию определяют также как науку о взаимоотношениях организмов и образуемых ими сообществ между собой и с окружающей средой [63].

Выделяют следующие разделы экологии:

- ⇒ *популяционная экология*, исследующая общие закономерности динамики численности и структуры популяций, а также взаимодействий между популяциями различных видов;
- ⇒ *экология сообществ (биоценология)* изучает закономерности организации сообществ (биоценозов), их структуру и функционирование, проявляющееся прежде всего как биотический круговорот веществ и трансформация энергии в цепях питания;
- ⇒ *биогеоценология* исследует экосистемы и биогеоценозы;
- ⇒ *частная экология* изучает весь комплекс взаимоотношений со средой организмов какой-либо конкретной таксономической группы (например, экология млекопитающих) или конкретной экосистемы (например, агроэкология, фитоценология, гидробиология);
- ⇒ *аутэкология* изучает действие различных факторов среды на отдельные виды;
- ⇒ *синэкология* изучает взаимоотношения организмов, а также различной их совокупности;
- ⇒ *социальная экология* изучает закономерности взаимодействия человеческого общества и окружающей среды.

Во второй половине XX века в связи с резкими неблагоприятными последствиями воздействия человека на биосферу, необходимостью проведения широкомасштабных природоохранных мероприятий резко возрастает практическое значение экологии, происходит «экологизация» естественных наук. Экологический подход становится необходимым при решении политических, экономических, социальных, научно-технических и других задач.

Современная цивилизация – результат трехсотлетней модернизации мирового сообщества, основанного на прогрессе науки и техники. Идеология модернизма сформировала представление о биосфере как об источнике ресурсов для улучшения жизни человека, что привело к беспрецедентному уничтожению естественных экосистем и быстрому сокращению биоразнообразия. Только в последней четверти XX века из-за серьезных глобальных изменений был поставлен вопрос о пределах разрушения и о роли естественных экосистем и, следовательно, жизни в биосфере. На обширном эмпи-

рическом материале было доказано, что естественные экосистемы формируют и управляют окружающей средой и что допустимый предел их разрушения уже пройден. Дальнейшее пагубное воздействие приведет к окончательной потере устойчивости окружающей среды и жизни в целом, а следовательно, возникнет проблема выживания цивилизации и человека как вида.

Сегодня, к сожалению, в мире в целом и в отдельных странах нет научно обоснованных стратегий сохранения естественной природы. Этому способствуют заблуждения и неверная расстановка приоритетов в экологической проблематике [112].

*Первое заблуждение. Предположение о том, что в соответствии с нуждами растущей численности населения планеты допустима любая перестройка биосферы при единственном условии – ликвидации промышленных загрязнений, то есть при переходе к безотходным технологиям.* На самом деле наличие жизни на Земле возможно только при поддержании биотой всех характеристик окружающей среды, сформированных самой биотой. Необходимым условием такого поддержания является сохранение ненарушенной биоты на пространствах глобального масштаба.

*Второе заблуждение. Представление о том, что биотическое управление окружающей средой может быть заменено техническим управлением.* На самом деле поток информации биоты Земли на 20 порядков превосходит потоки информации современной цивилизации и эту пропасть никогда не удастся преодолеть с помощью современных и будущих управленческих технологий.

*Третье заблуждение. Связано с надеждами на объяснение наблюдаемой сложности жизни и развития путем физической самоорганизации сложных систем.* В действительности оценки показывают, что упорядоченность существующей жизни (плотность запаса информации в единице объема) на 24 порядка превосходит упорядоченность любых физических систем в любых внешних потоках. Устойчивость жизни любого уровня – от одноклеточных организмов до социальных структур – основана на принципе образования популяций однородных самовоспроизводящихся систем и включения конкурентного взаимодействия и стабилизирующего отбора внутри популяции. Именно стабилизирующий отбор на основе внутривидовой конкуренции, а не эволюция является основным законом жизни, ее фундаментальным отличием от физических самоорганизующихся систем.

*Четвертое заблуждение. Представление о возможности приспособления биоты к любым изменениям окружающей среды.* На самом деле биотическая регуляция возможна, если виды сообщества сохраняют генетическую информацию о том, что представляет собой оптимальная для жизни окружающая среда и как необходимо компенсировать нарушения ее нормального состояния. Следовательно, виды не могут адаптировать свою генетическую программу и приспособляться к произвольным изменениям окружающей среды.

*Пятое заблуждение. Связано с широким использованием математического моделирования в экологии для получения фундаментальных выводов и прогнозов. В действительности результаты математического моделирования экологических систем не поддаются быстрой эмпирической проверке. Более того, формализованные модели в результате неизбежных упрощений реальных процессов и систем нарушают законы сохранения энергии и вещества, а также второе начало термодинамики, что при исследовании глобальных экологических проблем приводит к значительным погрешностям и потерям точности выходных параметров.*

В настоящее время более 60% мировой суши освоено человеком и покрыто сильно нарушенной биотой, которая обладает большей продуктивностью, но лишена способности к регуляции окружающей среды. При продолжении освоения природы и сокращении ненарушенных территорий биотический потенциал управления может быть полностью утрачен и начнется быстрый и необратимый переход планеты в полностью непригодное для жизни состояние. Поэтому *основной экологической задачей является определение критического соотношения между площадью территорий, освоенных человеком, и занятых ненарушенной биотой.*

Быстрое освоение биосферы и сокращение территорий с ненарушенной биотой подрывает потенциал биотической регуляции и уменьшает устойчивость окружающей среды, что проявляется в *увеличении числа региональных катастрофических флуктуаций, таких как наводнения, засухи, изменение длительности неестественно жарких или холодных периодов.*

Успех экологической науки зависит от прогресса в исследовании биологических систем большой сложности. Такие биологические системы трудно изучать без использования достижений естественных, общественных и технических наук. *Перспективными направлениями экологических исследований являются [113]:*

- ⇒ динамика сложных сообществ;
- ⇒ эволюционные и исторические факторы экологических процессов;
- ⇒ свойства экологических систем;
- ⇒ интеграция экологии, технологии и общественных наук с целью более глубокого изучения экологических процессов и прогнозов.

*Динамика сложных сообществ.* Эти исследования могут быть полезными для прогноза динамики состояния сообществ организмов, а также для характеристики и прогноза влияния человеческой деятельности, изменяющей физико-химические условия окружающей среды, потоки энергии и вещества и генетическую структуру популяций. Появление экзотических животных и исчезновение местных видов являются главными причинами локальных и глобальных перемен, которые имеют последствия на разных уровнях биологической организации.

*Эволюционные и исторические факторы экологических процессов.* Большая часть ландшафтов на Земле издавна подвергалась влиянию человека. Эволюция многих видов также связана с деятельностью человека. По-

этому современное распространение и генетическая структура видов отражают их зависимость не только от существующих в настоящее время особенностей климата и свойств почвы, но и от имевшихся в прошлом условий окружающей среды и характера влияния человеческой деятельности.

*Свойства экологических систем.* Классическими направлениями анализа свойств экологических систем являются исследования их размера, распространения и энергетических потоков. Статистический анализ этих параметров у разных видов, по-видимому, является основной стратегией изучения сложных систем.

*Интеграция экологии, технологии и общественных наук с целью более глубокого изучения экологических процессов и прогнозов.* Для решения важнейших проблем экологии необходимо развитие кооперации и создание новых технологий. Большинство проблем является следствием недостаточности наших знаний о разных уровнях механизмов пространственного и временного взаимодействия биологических систем с физическими условиями окружающей среды. В связи с этим необходимо развитие междисциплинарных подходов, сочетающих всевозможные наблюдения в природе и экспериментальные исследования, направленные на совершенствование научного прогнозирования в области экологии.

Экология вступает в новый этап своего развития. Это подтверждается целым рядом фактов.

*Во-первых,* экология является главной научной дисциплиной, непосредственно занимающейся проблемами охраны окружающей среды, от которых зависит дальнейшее существование человечества.

*Во-вторых,* современная экология уже приближается к уровню точных наук и использует методы аналитической математики и вариационной статистики.

*В-третьих,* экология, помимо современной методологии, располагает аппаратом теории, в соответствии с которым формируются основные направления ее развития.

Экология находится в благоприятном положении, поскольку ее предмет является новой интересной областью естественных наук. Благодаря этому она может оказаться полезной для поиска новых решений *проблем устойчивого и безопасного развития человечества и сохранения окружающей среды.*

## **7.2. Природные системы**

Приобретающие все большую остроту задачи защиты окружающей среды вызывают необходимость создания новых, более совершенных моделей природных и социальных процессов [114]. Особое значение имеют новейшие технологии обработки информации, которые способствуют пониманию сложных климатических процессов и прогноза влияния человека на ок-

ружающую среду. Вся история науки является проявлением этой активности человечества. Но в настоящее время возникла необходимость объединить в единое целое задачи обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и устойчивого развития общества.

Понятие системы носит самый общий характер. В системологии принято анализировать уровень сложности системы и характер взаимодействия ее частей. Это позволяет выявить потоки информации, энергии или вещества, с которыми имеет дело данная система, а также ее наиболее важные подсистемы. Трудности анализа и особенно прогнозирования состояния среды связаны с тем, что человечество – это часть сложной экосистемы, каковой является биосфера нашей планеты.

Системный анализ состоит из нескольких этапов, основными из которых являются:

- ⇒ *анализ проблемы* (цель исследования, пути решения, основные критерии и показатели);
- ⇒ *формулировка модели* (определение структуры, параметров и взаимосвязей элементов модели);
- ⇒ *проверка модели* (оценка ее правильности и чувствительности);
- ⇒ *решение задач моделирования* (анализ различных сценариев событий, выработка рекомендаций по оптимизации изучаемых процессов).

Модели природных систем несут в себе информацию о сложности изучаемых явлений и используются для прогноза состояния окружающей среды, при организации природоохранных мероприятий и рационального природопользования разного уровня, а также при управлении техническими процессами и рисками чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Краткое описание некоторых компьютерных моделей приведено ниже [114, 117, 118].

*DYMOS: динамические модели загрязнения воздуха.* Главный результат работы по данному проекту состоит в использовании этой системы для решения локальных задач. DYMOS помогает правительственным и местным организациям и промышленным предприятиям принимать оперативные решения и осуществлять перспективное планирование мероприятий по смягчению последствий загрязнения воздуха. Система DYMOS используется для изучения смога во многих европейских городах (Берлин, Будапешт, Люксембург, Мюнхен, Осло и др.).

*НІTERM: высокоэффективные вычисления и работа с сетями с целью снижения риска технологических и экологических катастроф.* Цель проекта состояла в создании быстродействующих методов имитации случайного выброса токсичных веществ в атмосферу, почву, реки и водоемы. Система НІTERM используется при возникновении чрезвычайных ситуаций для планирования и отработки соответствующих мероприятий, для организации спасательных работ и для анализа последствий химического загрязнения. Можно отметить следующие области приложения данной системы: модели-

рование аварийных ситуаций с опасными веществами на транспорте в Швейцарии; аварии на промышленном производстве с выбросом токсичных или огнеопасных веществ в северной Италии; транспортировка бензина и дизельного топлива на дорогах Португалии и т.д.

*ECOSIM: мониторинг и моделирование состояния окружающей среды.* Проект ECOSIM направлен на объединение разнообразных информационных систем и имитационных моделей в удобную систему с дистанционным доступом, которая необходима для экологического мониторинга и планирования. ECOSIM может наиболее полно анализировать природные системы, рассматривая по отдельности состояние атмосферы, поверхностных и прибрежных вод. Система ECOSIM была разработана в тесном сотрудничестве с местными властями Берлина, Афин и Гданьска и широко используется в странах Европейского Союза.

*SIMTRAP-HPCN: имитация загрязнения воздуха транспортными средствами на основе параллельных распределенных вычислений.* Целью проекта SIMTRAP было создание интегрированной системы имитации для моделирования транспортных потоков и уровня загрязнения воздуха для решения задач среднесрочного планирования. Прототип данной системы в настоящее время прошел успешные испытания в Берлине, Вене, Милане, Рамстаде и других городах Западной Европы.

*RAINS: региональный контроль и имитация загрязнения воздуха.* Система RAINS была разработана в Международном институте прикладного системного анализа как инструмент интегрированной оценки нестандартных стратегий борьбы с кислотными дождями в Европе и Азии. Версия 7.2 системы учитывает различные источники сернистого газа, окислов азота и аммиака и исследует их влияние на образование кислот и процессы эвтрофикации. Система RAINS 7.2 применяется в Европе для прогноза загрязнения окружающей среды и его влияния на экосистемы.

*TERA: инструменты для оценки риска.* Компьютерная система TERA создана в НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина РАМН и предназначена для оценки риска и ущербов здоровью при острых воздействиях химических соединений. В данной системе используются все имеющиеся к настоящему времени методические подходы к оценке риска, собраны все доступные сведения о критериях оценки опасности химических веществ при острых воздействиях с учетом экспонируемой группы, возможного эффекта и конкретного времени воздействия. Используется при оценке экологической обстановки в городах и населенных пунктах Российской Федерации.

*КПТМС: выработка рекомендаций по мерам защиты в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах использования атомной энергии.* Комплекс программно-технических и методических средств включает базы данных по описанию характеристик радиационно опасных объектов, территорий их размещения, сценариям возможных аварий; компьютерные системы моделирования распространения радионуклидов в окружающей среде и оценки их воздействия на население. Данный комплекс разработан в

ИБРАЭ РАН и используется в Техническом кризисном центре данного института, который осуществляет информационную поддержку Центра управления кризисными ситуациями МЧС России, Ситуационного кризисного центра Росатома и Кризисного центра концерна «Росэнергоатом».

### 7.3. Охрана окружающей среды

Под *охраной окружающей среды* понимается система мероприятий, направленных на обеспечение гармоничного взаимодействия человека, общества и природы на основе сохранения и воспроизводства природных богатств, рационального использования природных ресурсов [115].

Индустриализация играет все большую роль в социально-экономическом развитии мира. Результат этого – растущее количество *отходов*, сбрасываемых в окружающую среду, из-за чего естественная окружающая среда и системы жизнеобеспечения Земли неуклонно деградируют. Учитывая, что государственные, региональные и даже местные вопросы загрязнения в долгосрочной перспективе часто приобретают глобальную значимость, установление и исполнение реалистичных и эффективных *стандартов для окружающей среды* – возможно, единственный способ достижения целей устойчивого развития.

В современной литературе отмечается множество фактов, указывающих на то, что окружающая среда серьезно ухудшается от деятельности человека. К основным из них можно отнести следующие [116]:

*Факт 1. Деятельность человека наносит очень серьезный вред окружающей среде.* Далеко не исчерпывающий список видов разрушающей окружающей среду антропогенной деятельности представлен в табл. 7.1.

*Факт 2. Правительства большинства стран не способны или не желают прилагать усилия для решения проблем охраны окружающей среды, а международные организации бессильны.*

Правительства обычно проводят политику, которая полезна для их государственных интересов, даже если такая политика вредит окружающей среде других стран. Нежелание США установить себе ограничения на выброс углекислого газа, а также их решение выйти из Киотского протокола – пример того, как суверенное правительство проводит политику в интересах своей страны, хорошо понимая, что такая политика вредна для мировой окружающей среды.

Другое следствие суверенности государств – правительства стран, подписавших договор или конвенцию по окружающей среде, часто не исполняют свои обязательства, так как не существует международного механизма, позволяющего заставить правительства государств выполнять подобные добровольные обязательства.

Таблица 7.1

**Последствия и масштабы человеческой деятельности, загрязняющей окружающую среду**

Сферы деятельности	Негативные последствия	Масштаб воздействия
Промышленность	Кислотные дожди	Государственный Региональный
	Глобальное потепление	Глобальный
	Уменьшение озонового слоя	Глобальный
	Загрязнение воды	Государственный Региональный
	Загрязнение почвы	Государственный Региональный
	Загрязнение воздуха	Государственный Региональный
	Истощение ресурсов	Глобальный Государственный Региональный
	Воздействие на здоровье	Глобальный Государственный Региональный Глобальный
Сельское хозяйство	Загрязнение воды	Государственный Региональный
	Загрязнение почвы	Государственный Региональный
	Загрязнение воздуха	Государственный Региональный Глобальный
	Вырубка лесов	Государственный Региональный Глобальный
	Воздействие на здоровье	Государственный Региональный Глобальный

*Факт 3. Рост населения в развивающихся странах представляет собой серьезную угрозу для окружающей среды.*

При текущем уровне роста населения оно увеличится с 6,5 млрд. в наши дни до 12 млрд. к 2030 г. и до 42 млрд. к 2100 г. Растущее давление населения уже превышает «вместимость» экосистем во многих частях мира, в результате чего в этих регионах серьезно падает качество жизни.

Приведенные выше факты показывают, что человеческая деятельность безжалостно разрушает естественную окружающую среду, поддерживающую жизнь на Земле. При всей важности нынешних проблем и безотлагательного их решения, эффективное воплощение идей *устойчивого развития* – это единственная жизнеспособная стратегия выживания человечества при приемлемом качестве жизни [119].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 1999 году в Будапеште организация ООН по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) и Международный совет научных союзов организовали представительную конференцию по вопросам будущего науки. Итоговый документ конференции – «Наука в XXI веке: новое видение» обрисовал наиболее важные изменения, оказавшие влияние на взаимоотношения общества и науки.

Авторы документа призывают к выработке нового общественного договора в отношении науки, основными положениями которого должны стать:

- ⇒ более тесное взаимодействие между научными дисциплинами и активизация междисциплинарных исследований;
- ⇒ более активное участие социальных и гуманитарных наук в междисциплинарных исследованиях. Подходы, пренебрегающие гуманитарным измерением некоей сложной проблемы, как правило, продуцируют ответы, не имеющие отношения к ее разрешению;
- ⇒ проведение проблемно-ориентированных вместо дисциплинарно-ориентированных исследований;
- ⇒ более тесная международная кооперация для решения глобальных проблем безопасности и развития;
- ⇒ для решения глобальных проблем необходимо создать новые международные исследовательские сети и укрепить существующие научные организации.

Таким образом, только системное понимание всей совокупности результатов, достигнутых в междисциплинарных исследованиях, позволит на первом этапе реализовать междисциплинарный подход к решению комплексных проблем безопасности, а в дальнейшем – *построить общую теорию безопасности* [120, 121].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность России. Правовые, социально–экономический и научно–технические аспекты. – М.: МГОФ «Знание», 1998 – 2015, тт. 1 – 50.
2. Безопасность России. Правовые, социально–экономический и научно–технические аспекты. Фундаментальные и прикладные проблемы комплексной безопасности. – М.: МГОФ «Знание», 2017. – 992с.
3. Акимов В.А., Владимиров В.А., Измалков В.И. Катастрофы и безопасность. – М.: МЧС России, 2006. – 392с.
4. Энциклопедия систем жизнеобеспечения: знание об устойчивом развитии. В 3 – х томах. – М.: МАГИСТР – ПРЕСС, 2005.
5. ГОСТ Р 22.10.02 – 2016 «БЧС. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск».
6. Приказ Минобрнауки России от 25.02.2009 № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (с изменениями и дополнениями).
7. Приказ Минобрнауки России от 12.09.2013 № 1061 «Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования» (с изменениями и дополнениями).
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 03.06.2013 № 466 «Об утверждении Положения о Министерстве образования и науки Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
9. Урсул А.Д. Синергетический подход к исследованию безопасности // Вопросы безопасности. – 2012. - №2. – с. 1 – 47.
10. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика: нелинейность времени и ландшафты коэволюции. – М., 2007.
11. Диев В.С. Междисциплинарные проблемы – новая «ничейная земля» для философии. – Новосибирск: вестник НГУ. Серия: Философия, 2008, с. 3 – 8.
12. Диев В.С. Роль философии в изучении проблем безопасности // Гуманитарные науки в Сибири. Серия: Философия и право. 2008. № 1, с. 43–46.
13. Ярочкин В.И. Секьюритология: наука о безопасности жизнедеятельности. – М.: Ось – 89, 2000. – 400 с.
14. Бурков В.Н., Щепкин А.В. Экологическая безопасность. М.: ИПУ РАН, 2003. – 92 с.
15. Сапронов В.В. Идеи к общей теории безопасности // ОБЖ. Основы безопасности жизни. 2007. №№ 1 – 3.
16. Лебедев С.А. Общенаучная картина мира и ее методологические функции // Вестник РАН. 2017. № 2. С. 130 – 135.
17. Грушевицкая Т.Г., Садохин А.П. концепции современного естествознания: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1998. – 383с.

18. Кудрявцев И. К., Лебедев С.А. Синергетика как парадигма нелинейности // Вопросы философии. 2002. № 12. С. 55 – 63.
19. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Эдиториал УРСС, 2001.
20. Урсул А.Д. Проблемы безопасности и устойчивого развития: эволюционный подход и междисциплинарные перспективы. //Вопросы безопасности. – 2015. - № 1.
21. Ярочкин В.И. Секьюритология – наука о безопасности жизнедеятельности. М.: Ось-89. – 2000.
22. Большой Российский энциклопедический словарь. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. — 1888 с.
23. Гидрометеорологические опасности/Под ред. Г.С. Голицына. — М.: «КРУК», 2001. — 296 с.
24. Сала М. География/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 82-117.
25. Gregory K.J. The Changing Nature of Physical Geography. London, Arnold. 2000.
26. Jonston R.J. The Future of Geography. London, Methuen. 1985.
27. Peet R. Modern Geographical Thought. Oxford, Blackwell. 1998.
28. Штюве К., Сенгёр Ч., Граземан Б., Виво Б. Геология / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 118—144.
29. Sengor C. Is the Present the Key to the Past or the Past the Key to the Present. Boulder, Geol Soc. of America. 2001. 314 pp.
30. Cloud P.E. Adventures in Earth History. San Francisco. 1970. 992 pp.
31. Dott R.H., Batten R.L. The Evolution of the Earth. New York. 1981. 113 pp.
32. Glen W. The Road to Jaramillo: Critical Years of the Revolution in Earth Science. Stanford, California. 1982. 459 pp.
33. Сейсмические опасности / Под ред. Г.А. Соболева. — М.: «КРУК», 2000. — 296 с.
34. Экзогенные геологические опасности/Под ред. В.М. Кутепова, А.И. Шеко. — М.: «КРУК», 2002. — 348 с.
35. Marshall C.P. Encyclopedia of Geochemistry. Dordrecht, Netherlands. 1999. 712 pp.
36. Taylor S. The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Oxford, England. 1985. 312 pp.
37. Скотт М. Мак-Леннан. Геохимия: разделы, процессы, явления / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 145-159.
38. Ниу Ж., Чен А. Океанография / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 160-184.
39. Intergovernmental Oceanographic Comission. Ocean Science for the Year 2000, Paris, UNESCO. 1984. 99 pp.
40. National Research Council. 50 years of Ocean Discovery. Washington. 2000. 270 pp.

41. Гражданская защита: энцикл. Словарь / [Ю.Л. Воробьев и др.]; под общ. ред. С.К. Шойгу. — М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2005. — 568 с.
42. Котляков В.М. Природные катастрофы / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 185-213.
43. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Лесные пожары на территории России: состояние и проблемы. — М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. — 312 с.
44. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Катастрофические наводнения начала XXI века: уроки и выводы. — М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2003. — 352 с.
45. Природные опасности и общество / Под ред. Ю.Л. Воробьева, В.И. Осипова. — М.: «КРУК», 2002. — 248 с.
46. Оценка и управление природными рисками / Под ред. А.Л. Рагозина. — М.: «КРУК», 2003. — 320 с.
47. Порфирьев Б.Н. Чрезвычайные ситуации и экономическое развитие: мир и современная Россия/Материалы ВНИИ «Стратегические риски чрезвычайных ситуаций: оценка и прогноз». 15-16 апреля 2003 г./МЧС России. М.: Триада, Лтд, 2003. — 400 с.
48. Quantum systems, EOLSS on-line, 2002.
49. Physical systems and laws, EOLSS on-line, 2002.
50. Statistical physics, EOLSS on-line, 2002.
51. Order and disorder in nature, EOLSS on-line, 2002.
52. Математика: Энциклопедия / Под ред. Ю.В. Прохорова. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. — 845 с.
53. Williams H.P. Model Building in Mathematical Programming. Chichester, Wiley. 1990. 356 pp.
54. Современное состояние теории исследования операций. — М., 1979.
55. Исследование операций/Пер. с англ., т. 1-2. — М., 1981.
56. Вероятность и математическая статистика: Энциклопедия/Под ред. Ю.В. Прохорова. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. — 912 с.
57. Фиертль Р. Вероятность и статистика/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 341—362.
58. Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. — М.: Деловой экспресс, 2001. — 344 с.
59. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. — М.: Деловой экспресс, 2004. — 352 с.
60. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техно-сфере, обществе и экономике. — М.: Деловой экспресс, 2004. — 352 с.
61. Малинецкий Г.Г., Подлазов А.В., Кузнецов И.В. О национальной системе научного мониторинга/Вестник Российской академии наук, том 75, № 7, 2005. — с. 592-606.

62. Лидбеттер М., Линдгрэн Г., Ротсен Х. Экстремумы случайных последовательностей и процессов. — М.: Мир, 1989. — 392 с.
63. Биология: Энциклопедия/Под ред. М.С. Гилярова. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. — 864 с.
64. Контрафатто Ж., Минелли А. Основы биологии: систематика/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 424-454.
65. Петров Р.В., Воробьева Э.И. Основы биологии: эволюционный подход/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 503-518.
66. Ханнинен О. Физиология и ее поддержание / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 455-486.
67. Естествознание: Энциклопедический словарь/Сост. В.Д. Шолле. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. — 543 с.
68. Хасунума К. Генетика и молекулярная биология/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 519-546.
69. Химия: Энциклопедия / Под ред. И.Л. Кнунянц. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. — 972 с.
70. Карра С., Мази М. Мир химии / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 2, 2005. — с. 5-22.
71. Лаговский Дж. Прошлое, настоящее и будущее химии / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 2, 2005. — с. 23-37.
72. Большая энциклопедия Кирилла и Мефодия: электронная версия, 2005.
73. Устав Всемирной организации здравоохранения.
74. Мансурян Б. П. Глобальные перспективы здравоохранения / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 547-573.
75. Аргуна П.Р. Новые глобальные проблемы здравоохранения / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 574-576.
76. Политология: Учебное электронное издание. — М.: МАТИ-РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2006.
77. Гаджиев К.С. Политология (основной курс): Учебник. — М.: Высшее образование, 2005. — 460 с.
78. Бачинин В.А. Политология. Энциклопедический словарь. — СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2005. — 288 с.
79. Положение о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (утверждено Указом Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868).
80. Сейдж Э.П. Менеджмент/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. - с. 651-685.
81. Шадрин А.Д. Менеджмент на основе международных стандартов//Проблемы теории и практики управления, № 4, 2006. — с. 17-24.
82. ИСО 9001: 2000. Системы менеджмента качества. Требования.
83. ИСО 14001: 1996. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению.

84. OHSAS 18001: 1999. Системы менеджмента в области промышленной безопасности и охраны труда. Требования.
85. SA 8000: 2001. Социальная ответственность.
86. Большая энциклопедия: в 62 томах. Т. 19. — М.: ТЕРРА, 2006. — 592 с.
87. Новая Российская энциклопедия: в 12 т. — Т.1. Россия. — М.: ООО «Издательство «Энциклопедия», 2004. — 960 с.
88. Нассон Б. История: значение и роль в развитии человечества / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 708-729.
89. Тощенко Ж.Т., Левашов В.К. Социология/ Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 730-748.
90. Стратегические риски России: оценка и прогноз/Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. — М.: Деловой экспресс, 2005. — 392 с.
91. Большой толковый психологический словарь. В 2-х томах. Пер. с англ. / Ребер Артур. — Издательства АСТ и «Вече», 2003. — 1151 с.
92. Карта С. Психология/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 749-791.
93. Популярная экономическая энциклопедия/Под ред. А.Д. Некипелова. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2001. — 367с.
94. Швабах А. Право/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 831-849.
95. Педагогический энциклопедический словарь/Под ред. Б.М. Бим-Бад. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. — 528 с.
96. Воробьев Ю.Л. Основные направления государственной политики в области регулирования природной и техногенной безопасности/Материалы X МНПК «Актуальные проблемы регулирования природной и техногенной безопасности в XXI веке». 19-21 апреля 2005 г./МЧС России. — М.: Ин-октаво, 2005, с. 11-23.
97. Воробьев Ю.Л. Основы формирования и реализации государственной политики в области снижения рисков чрезвычайных ситуаций. — М.: «Деловой экспресс», 2000. — 248 с.
98. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2005 году. — М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2006. — 171 с.
99. Постановление Правительства Российской Федерации от 06.01.2006 № 1 «О федеральной целевой программе «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года».
100. Хорикава К. Строительство/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 950-963.
101. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации/Под общ. ред. С.К. Шойгу. — М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2005. — 272 с.

102. Фролов К.В. Машиностроение и машиноведение / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 964—996.
103. Reliability, Diagnostics and Fault Correctuon. — EOLLS on-line, 2002.
104. Энергетическая наука и ресурсы/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 2, 2005. — с. 359-596.
105. Ресурсы энергетической инженерии / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 2, 2005. — с. 597-746.
106. Новый политехнический словарь/Под ред. А.Ю. Ишлинского. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. — 671 с.
107. Приказ МЧС России от 16. 07. 2003 г. № 428 «О реализации Комплексного плана мероприятий по повышению безопасности гидротехнических сооружений».
108. Гражданская защита. Энциклопедия. Том 1/Под общ. ред. С.К. Шойгу; МЧС России. — М.: Московская типография № 2, 2006. — 568 с.
109. Барлас Я. Системная динамика: моделирование системной обратной связи для политического анализа/Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 1, 2005. — с. 1220-1267.
110. Большая энциклопедия: в 62 томах. Т. 21. — М.: ТЕРРА, 2006. — 592 с.
111. Наука и стратегия на службе безопасности: Центру стратегических исследований МЧС России 10 лет/Под общ. ред. В.А. Акимова. — М.: Деловой экспресс, 2005. — 384 с.
112. Горшков В.Г., Макарьева А.М., Лосев К.С. В повестке дня — стратегия выживания человечества / Вестник Российской академии наук, том 76, № 4, 2006. — с. 309 — 315.
113. Бодини А., Клотц С. Значение экологии для обеспечения устойчивости современного мира / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 2, 2005.— с.768 — 788.
114. Сидоу А. Природные системы / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 2, 2005.— с.837-857.
115. Большая энциклопедия: В 62 томах. Т. 35. — М.: ТЕРРА, 2006. — 592 с.
116. Нат Б. Регулирование охраны окружающей среды и установление стандартов / Энциклопедия систем жизнеобеспечения, том 2, 2005.— с.1013 — 1025.
117. Региональные риски чрезвычайных ситуаций и управление природной и техногенной безопасностью муниципальных образований. Материалы IX НПК по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. 20-21 апреля 2004г./МЧС России. М.: Триада, Лтд, 2004. — 472 с.
118. Актуальные проблемы регулирования природной и техногенной безопасности в XXI веке. Материалы X МНПК по проблемам защиты насе-

ления и территорий от чрезвычайных ситуаций. 19-21 апреля 2005г./МЧС России. — М.: Ин-октаво, 2005. — 400 с.

119. World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. Our Common Future. Report of the Brundtland Commission. Oxford, University Press.

120. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: Учебное пособие. — М.: Высшее образование, 2006. — 335 с.

121. Лихин А.Ф. Концепции современного естествознания: Учебник. — М.: Изд-во Проспект, 2006. — 264 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ.  
ПРЕЗЕНТАЦИЯ НА ТЕМУ  
«МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ»

## РАДИКАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ XXI ВЕКА



В области **демографии** (увеличение численности населения до 10-12 млрд., изменение соотношения молодых и старых, богатых и бедных, горожан и сельских жителей)

В области **экономики** (рост объемов мирового производства в рамках ограниченной экосистемы)

В области **взаимодействия с окружающей средой** (гармония с окружающим миром или гибель человечества)

Происходящие радикальные изменения позволяют сделать вывод о **недопустимости пренебрежения вопросами безопасности.**

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ (ОБЩЕНАУЧНЫЕ КАРТИНЫ МИРА)



### 1. АНТИЧНЫЙ

(VII век до н.э. – III век до н.э.)

- натурфилософия Аристотеля;
- геометрия Евклида, физика Аристотеля,
- астрономия Птолемея;
- светский характер греко-римской цивилизации.

### 2. СРЕДНЕВЕКОВЫЙ

(IV – XVII вв.)

- формальная логика;
- религиозный (христианский) тип цивилизации.

### 3. КЛАССИЧЕСКИЙ

(XVII – XIX вв.)

- механика Галилея-Ньютона, астрономия Коперника-Кеплера, электромагнетизм Фарадея-Максвелла, термодинамика Джоуля-Томпсона, геометрия Декарта, математический анализ Ньютона-Лейбница, химия Гей-Люссака;
- индустриальный тип цивилизации.

### 4. НЕКЛАССИЧЕСКИЙ

(XX век)

- теория относительности, квантовая механика, теория элементарных частиц, генетика, информатика, вычислительная математика;
- постиндустриальный тип цивилизации.

### 5. ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКИЙ

(конец XX – начало XXI вв.)

- Теория самоорганизации, синергетика, теория катастроф;
- междисциплинарность.

## ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОЙ ОБЩЕНАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА



1. Все реальные системы являются открытыми, т.е. обмениваются веществом, энергией и информацией.

2. Изменения всех систем носят эволюционный (направленный) характер.

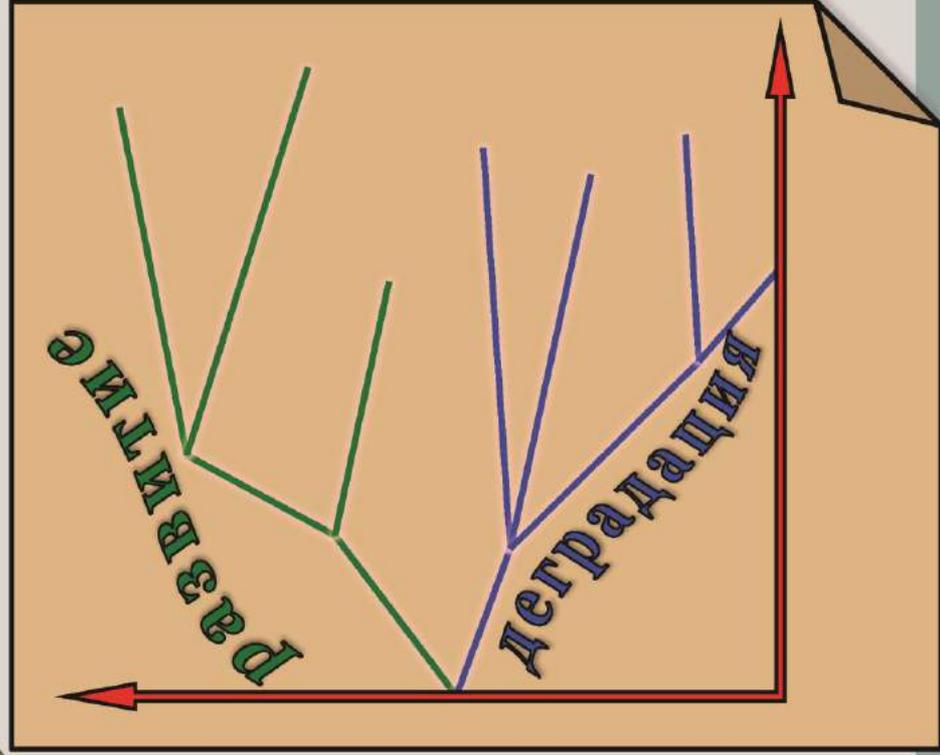
3. Однозначный (линейный) характер поведения наблюдается только у устойчивых систем.

4. Любая система со временем становится неустойчивой.

5. Поведение всех сложных систем имеет нелинейный характер.

6. Прогрессивное развитие возможно только для открытых систем.

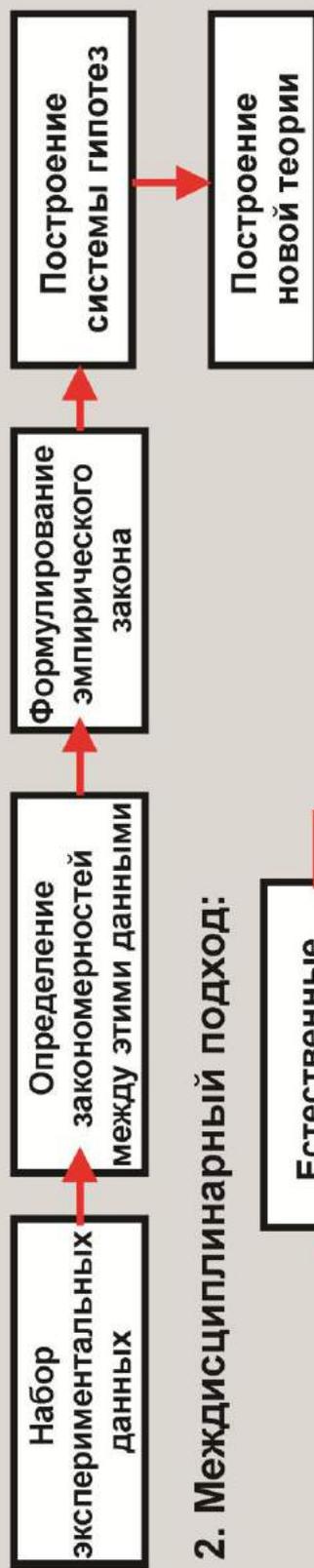
7. Все сложные системы подчиняются законам функционирования открытых, диссипативных (неравновесных) и нелинейных систем.



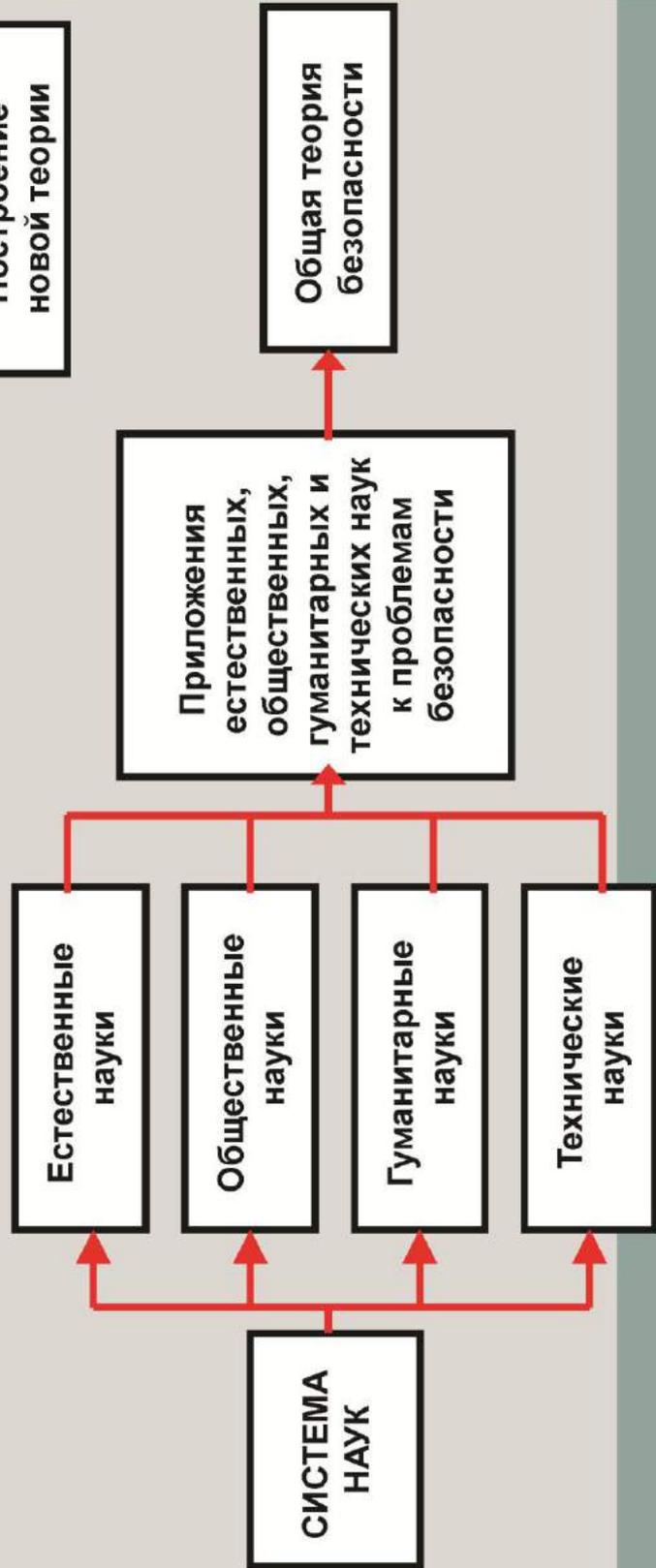
# ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ БЕЗОПАСНОСТИ



## 1. Классический подход:



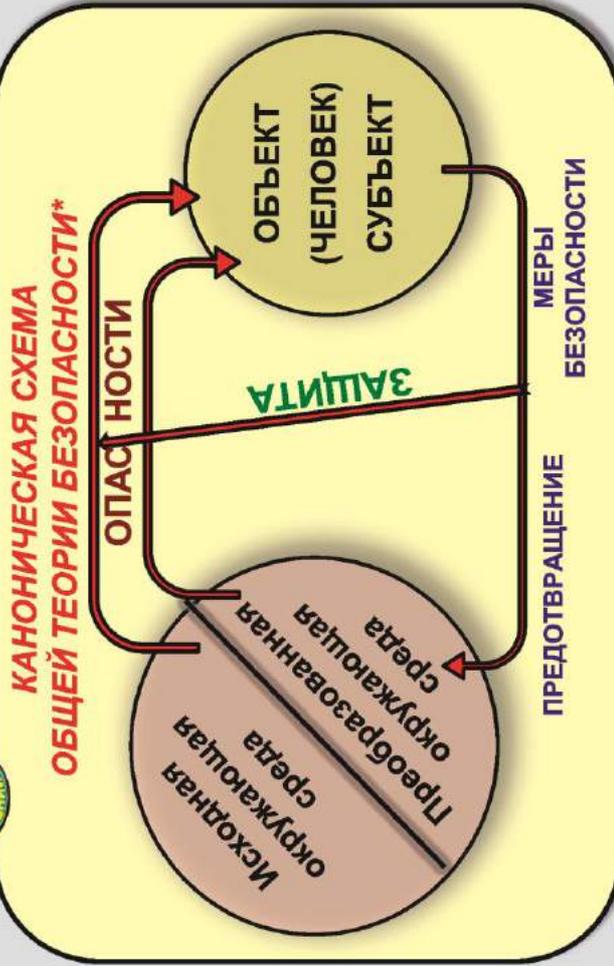
## 2. Междисциплинарный подход:



## КЛАССИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ БЕЗОПАСНОСТИ



- Основное содержание научной теории:
- Исходные принципы и формулировки законов;
  - Основные системообразующие категории и понятия;
  - Схема (модель) основных связей изучаемой реальности;
  - Правила вывода новых знаний.

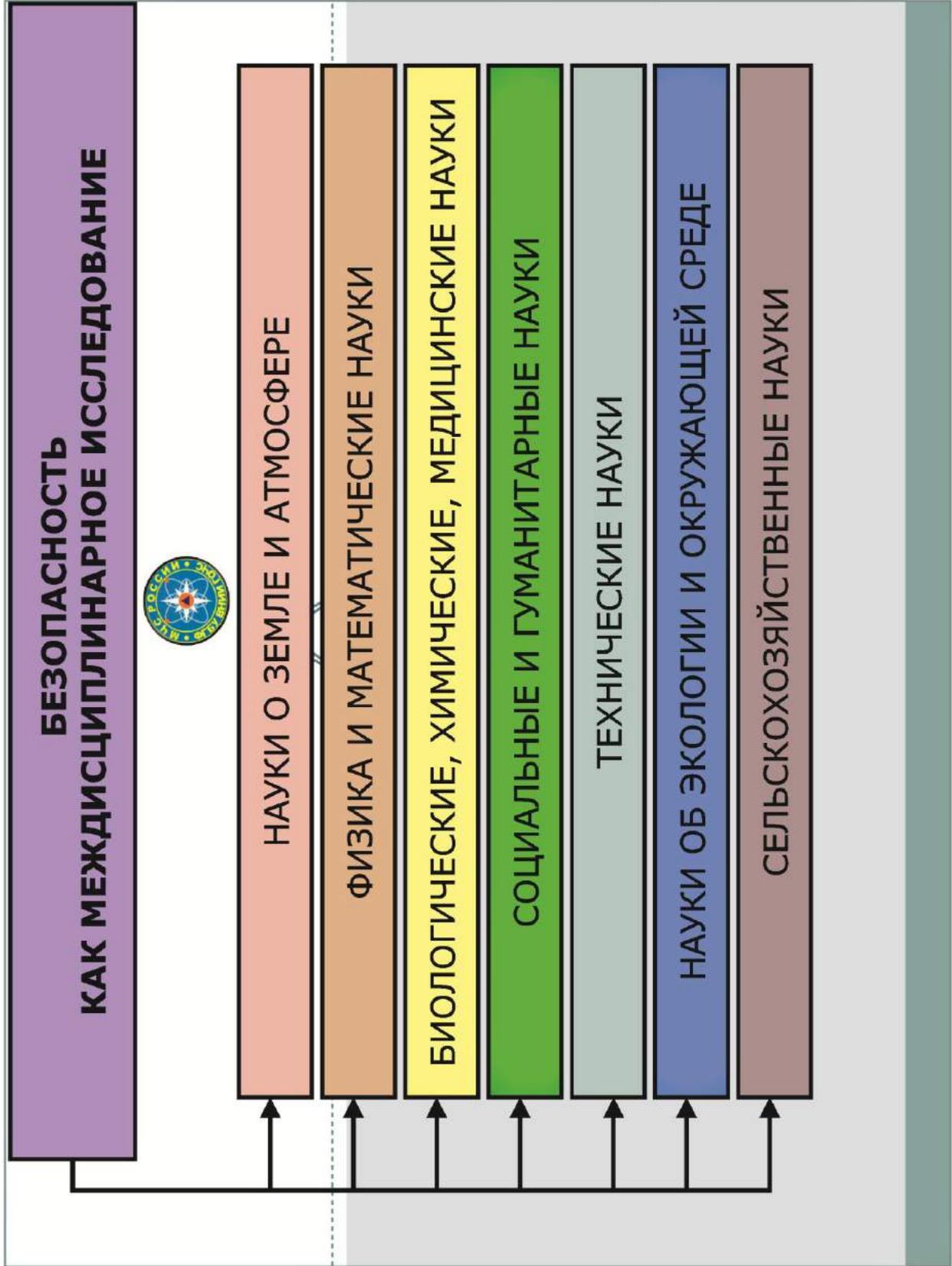


**Защита** – мера безопасности, заключающаяся в парировании проявившихся угроз.

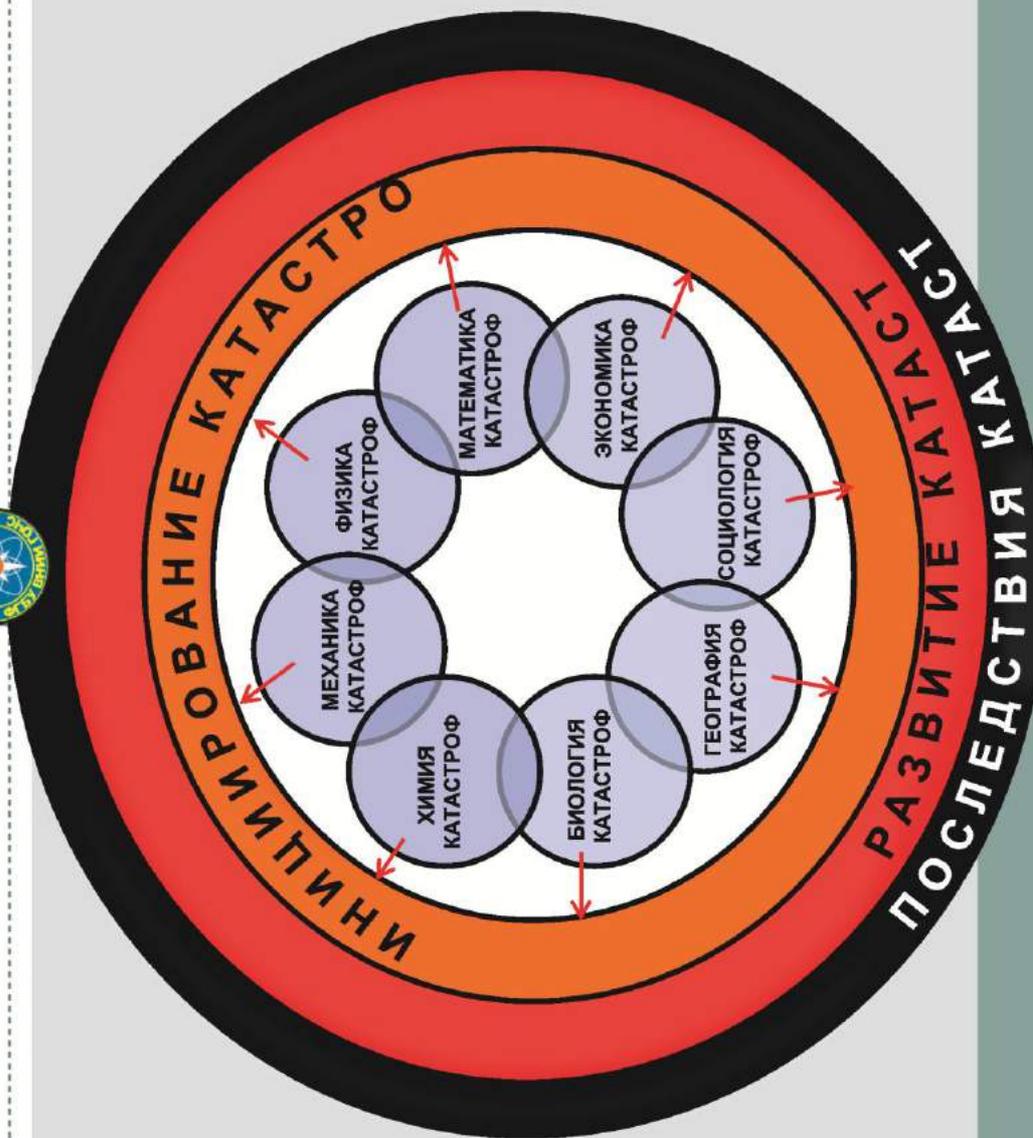
**Предотвращение** – мера безопасности, заключающаяся в ликвидации причин возникновения опасностей.

Взаимосвязи между человеком и окружающей средой формируют **2** контура обеспечения безопасности. Первым является **контур защиты**, в котором только реализуется достигнутый уровень безопасности. Достигается же этот уровень в **контуре предотвращения**, отражающем преобразовательную деятельность человека.

\* Сапронов В.В. Идеи к общей теории безопасности // ОБЖ. Основы безопасности жизни. 2007. - №№ 1-3.



**СХЕМА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ**



**БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ОБЪЕКТ  
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**



ЭКОНОМИКА

ЭНЕРГЕТИКА

БИОЛОГИЯ

МАТЕМАТИКА

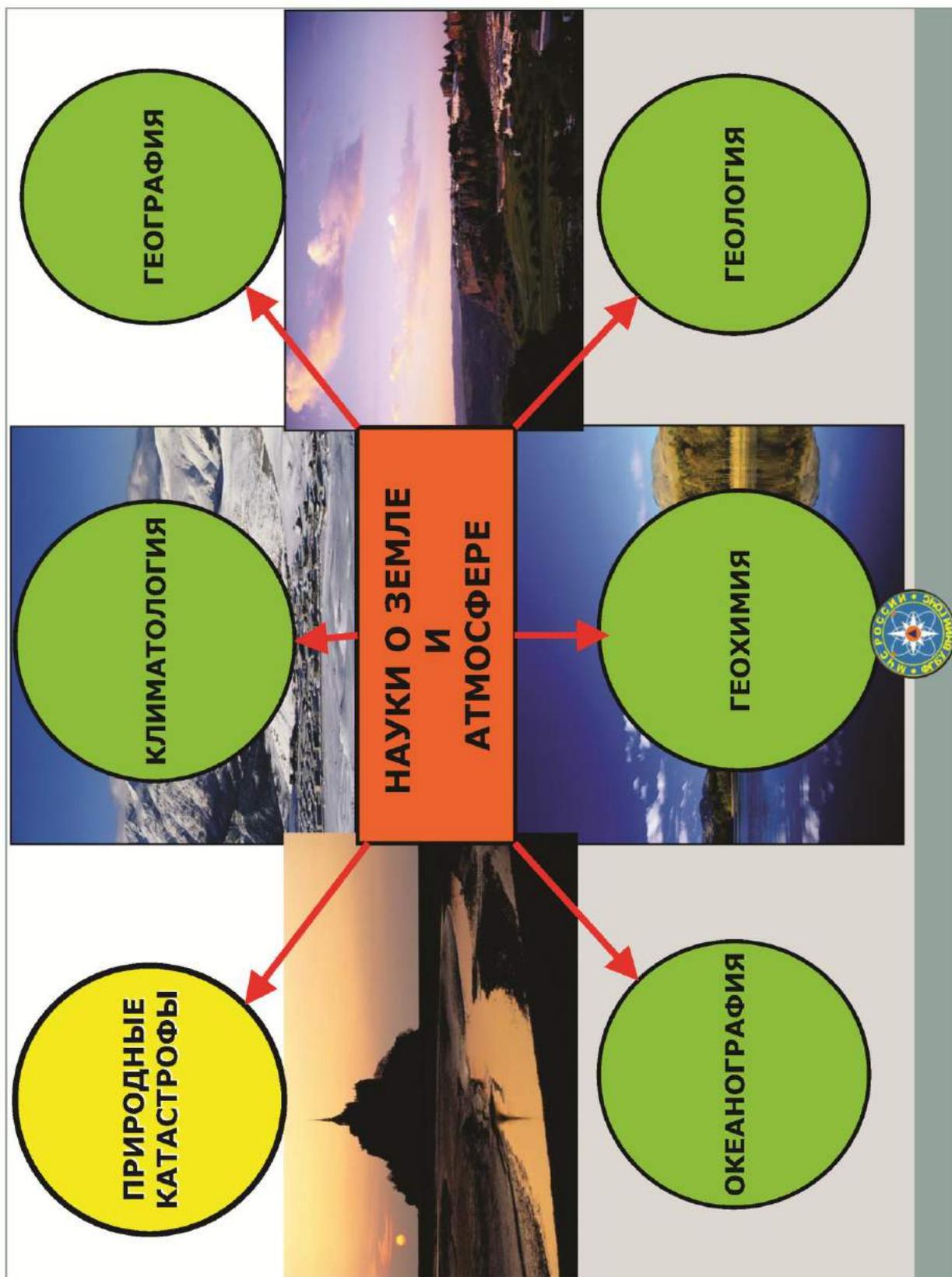
БЕЗОПАСНОСТЬ

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

СОЦИОЛОГИЯ

ФИЗИКА

ХИМИЯ



# ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ



**ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ** – потеря устойчивости природной, природно-антропогенной или антропогенной системы, происходящая в результате изменения ее внутренних и/или внешних функциональных характеристик-параметров. Система, пережившая катастрофу, не может быть полностью приведена в исходное состояние, так как старая система разрушается и формируется новая.

## СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ:

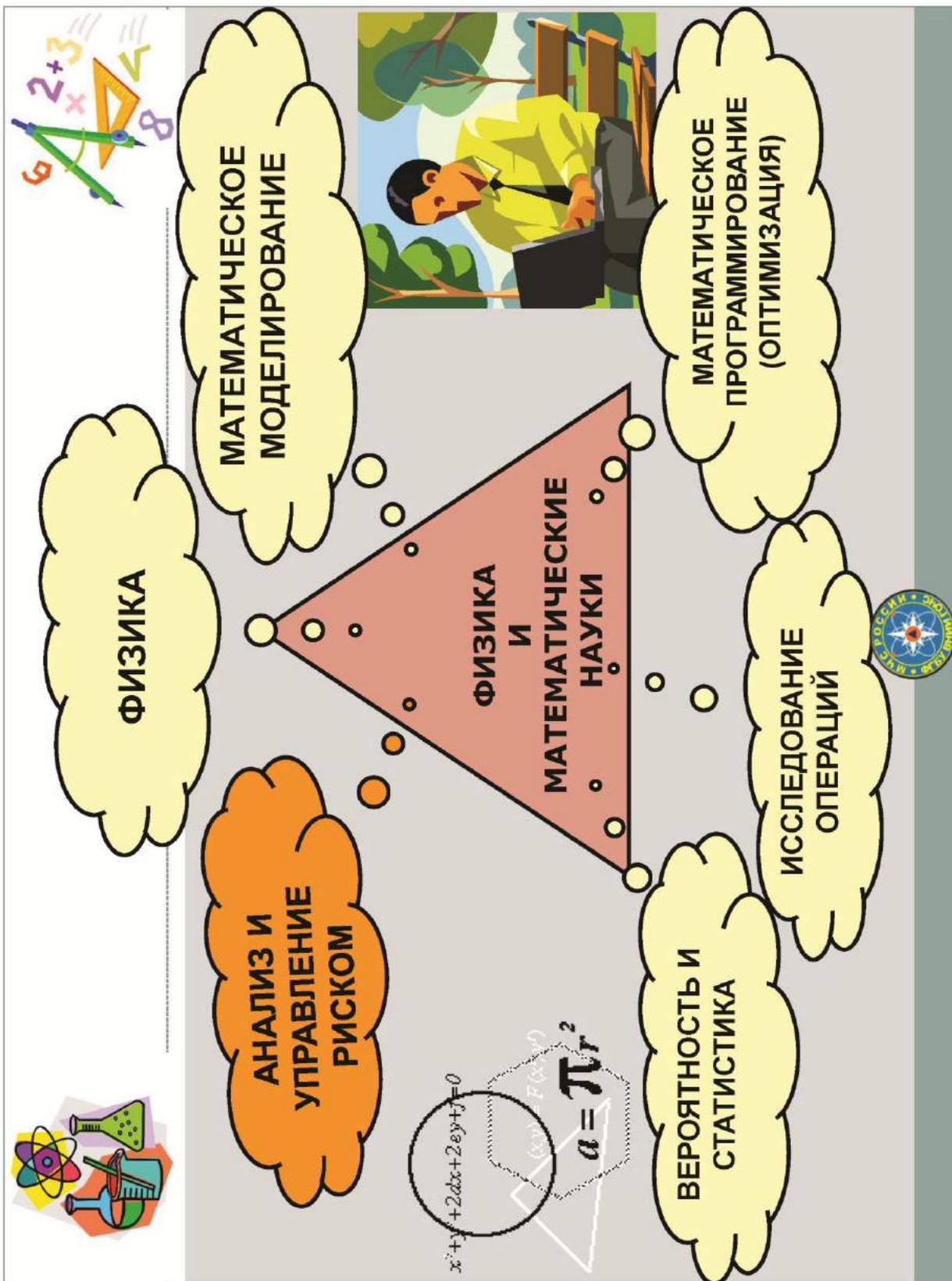
- Геологические:* землетрясения, цунами, вулканизм, горные удары и др.
- Гидрометеорологические:* засухи, пыльные бури, ураганы, тайфуны, наводнения, паводки, пожары и др.
- Стихийные явления в горах:* обвалы, оползни, селевые потоки, снежные лавины и т.д.

## Показатели уязвимости от стихийных бедствий (СБ) развитых стран мира относительно Японии

Страны	Число СБ на единицу площади	ВВП* на единицу площади	Плотность населения на единицу площади	Ущерб от СБ на единицу ВВП*	Число жертв от СБ на 1 млн.населения	Потери на одно СБ	Ущерб на одно СБ
Западная Европа	0,55	0,39	0,52	4,10	1,70	10,00	20,0
США	0,27	0,07	0,08	8,00	7,70	350,0	420,0

\* ВВП – валовой национальный продукт

**Вывод:** Культура безопасности россиян находится на низком уровне, а переход к рыночной экономике стимулирует индивидуализм → **УЯЗВИМОСТЬ РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА В СРЕДНЕСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ БУДЕТ ВОЗРАСТАТЬ!**





## ФИЗИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ



**ФИЗИКА:** наука о природе, изучающая простейшие и, вместе с тем, наиболее общие свойства материального мира. Оперирует материей и энергией, имеет дело с их строением, структурой, взаимодействием и прочими аспектами.

- ❑ **Закон увеличения энтропии:** любая система всегда изменится таким образом, чтобы перейти из более упорядоченного состояния в менее упорядоченное.
- ❑ **Закон возрастания «хаоса»:** невозможно предсказать поведение системы на достаточно большой промежуток времени.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ:** изучение явлений и систем с помощью математических моделей, важное средство для изучения управленческих процессов, в том числе, проблем безопасности, социально-экономического планирования, важный элемент автоматизированных систем управления.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ (однокритериальная оптимизация):** математическая дисциплина, посвященная теории и методам нахождения экстремумов (максимумов и минимумов) функций многих переменных при наличии дополнительных ограничений на эти переменные, имеющие форму равенств или неравенств.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ (многокритериальная оптимизация):** теория принятия оптимальных решений, научный метод выработки количественно обоснованных рекомендаций по принятию решений.

**ВЕРоятНОСТЬ И СТАТИСТИКА.** Теория вероятностей – математическая наука, изучающая математические модели случайных явлений, которая позволяет по вероятности одних случайных событий находить вероятности других.

**Математическая статистика** – раздел математики, посвященный математическим методам сбора, систематизации, обработки и интерпретации статистических данных, а также использованию их для научных или практических выводов.

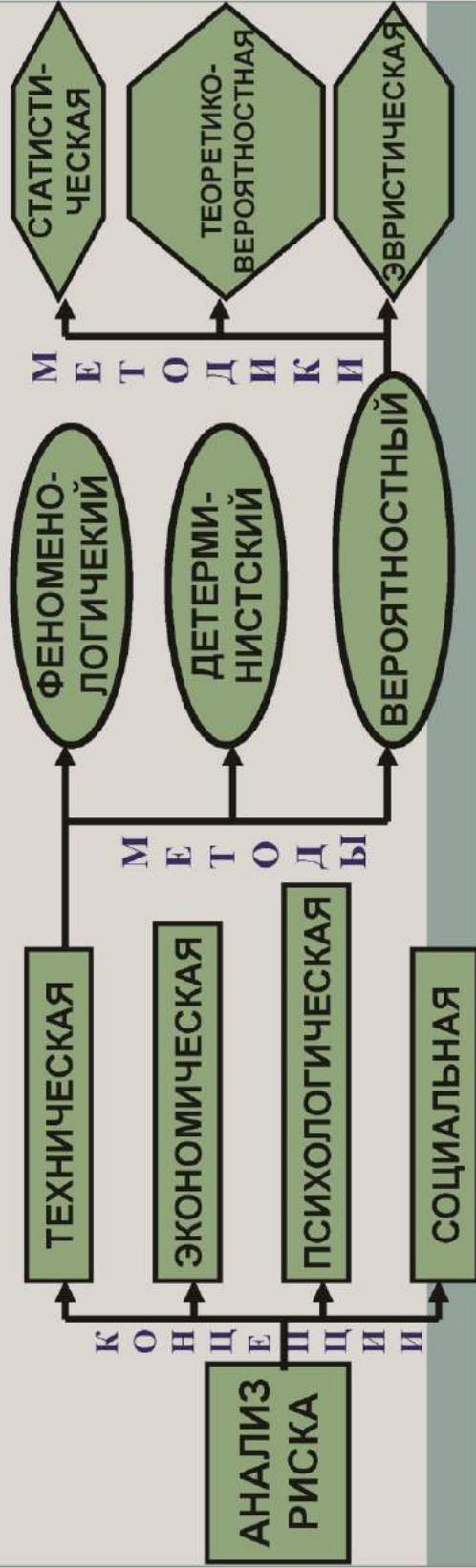
## ФИЗИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ

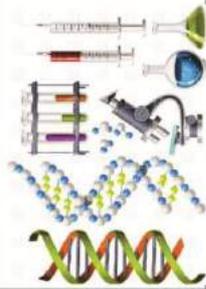


- совокупность научных дисциплин, методов и моделей для исследования качественных и количественных характеристик риска, который включает следующие этапы: идентификация риска, оценка риска, нормирование риска, прогноз риска, восприятие риска, коммуникация риска.

$$\text{ПОКАЗАТЕЛЬ РИСКА (УЩЕРЬ/ВРЕМЯ)} = \text{ЧАСТОТА (СОБЫТИЯ/ВРЕМЯ)} * \text{СРЕДНИЙ УЩЕРЬ (УЩЕРЬ/СОБЫТИЯ)}$$

### МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ АНАЛИЗА РИСКА:





## БИОЛОГИЧЕСКИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

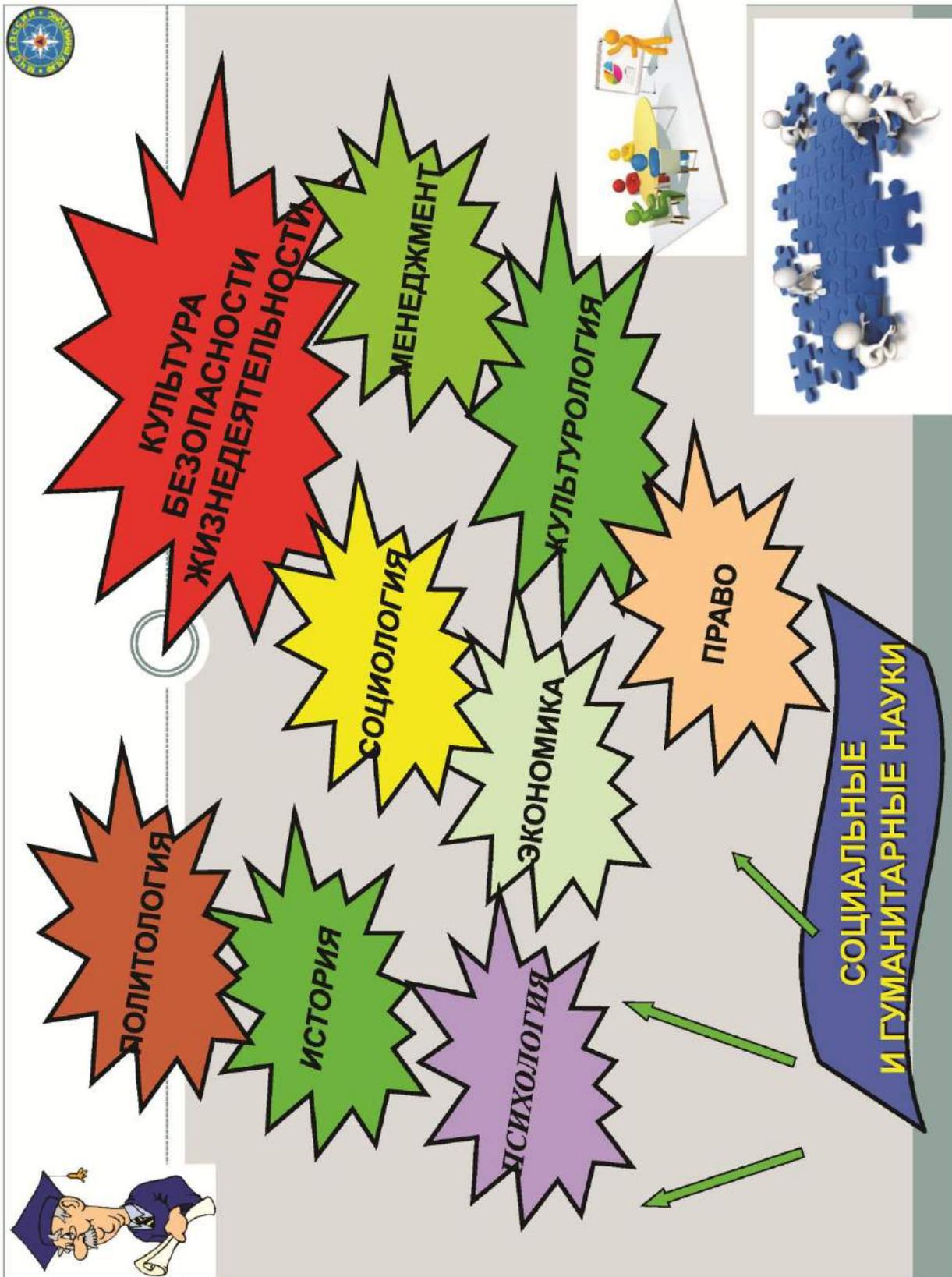


### ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ:

- состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезни или физических дефектов.

### ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ:

- косвенные индикаторы* – основные показатели развития, демографические показатели, качество жилья, питания, уровень безработицы;
- индикаторы жизни и смерти* – смертность, средняя продолжительность жизни;
- индикаторы заболеваемости* – ее распространение, частота, ранняя диагностика болезней;
- индикаторы состояния здоровья* – антропометрические, функциональные, патофизиологические и поведенческие;
- индикаторы технологического развития* – состояние инфраструктуры, доступность первичного здравоохранения.



# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- СТРОИТЕЛЬСТВО

- МАШИНОСТРОЕНИЕ

- ЭНЕРГЕТИКА

- ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- ГИДРОТЕХНИКА

- СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ,  
РОБОТОТЕХНИКА  
И АВТОМАТИЗАЦИЯ

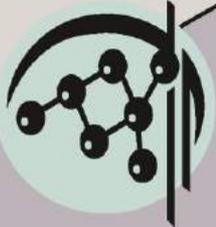
- МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ  
И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

- МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ  
ПРОИЗВОДСТВА

- ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

- СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА

- СИСТЕМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

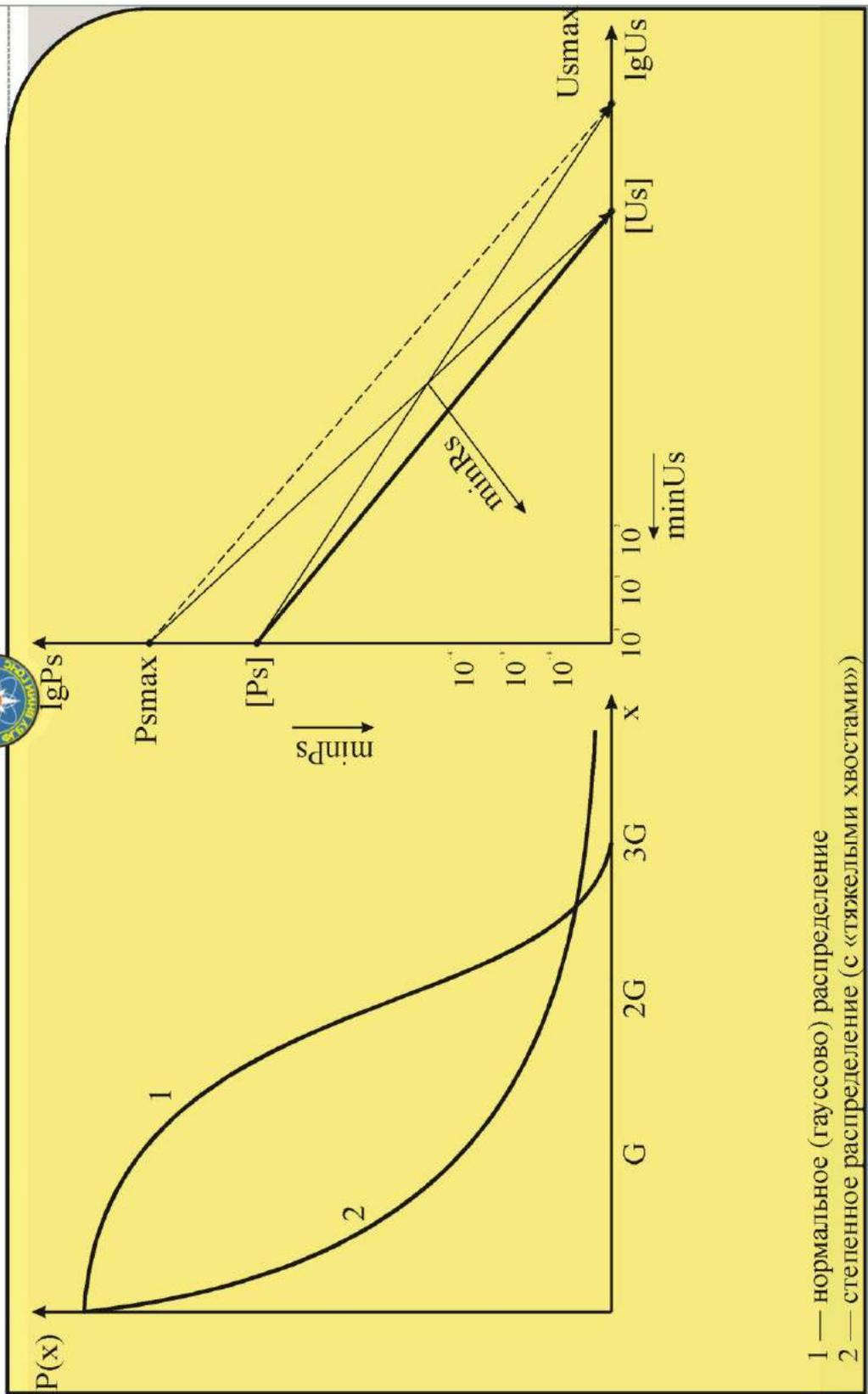


## ФОРМАЛИЗАЦИЯ КАТАСТРОФ И КРИЗИСОВ



№	Реальные процессы и системы	Теории и модели исследований	Возможности прогнозирования	Горизонт прогноза
1.	Динамические	Теория динамических систем; непрерывные модели	Будущее однозначно определяется прошлым; процессы детерминированы и полностью предсказуемы	Неограничен
2.	Стохастические	Теория вероятностей и математическая статистика; вероятностно-статистические модели	Будущее никак не зависит от прошлого; процессы полностью непредсказуемы	Отсутствует
3.	«Динамический хаос»	Теория сложности и самоорганизованной критичности; модели иерархических систем и нелинейной динамики	Поведение может быть предсказано только на небольшой промежуток времени	Ограничен

# ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАТАСТРОФ И КРИЗИСОВ



1 — нормальное (гауссово) распределение  
 2 — степенное распределение (с «тяжелыми хвостами»)

# ОСНОВА СОВРЕМЕННОЙ ОБЩЕНАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА



**СИНЕРГЕТИКА** – междисциплинарное направление научных исследований, в рамках которого изучаются общие закономерности процессов перехода от хаоса к порядку и обратно в открытых нелинейных системах.

## СООТНОШЕНИЕ СИНЕРГЕТИКИ И СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Системные исследования	Синергетика
1. Акцент на морфологическом (структурном), реже – на функциональном описании систем	1. Акцент на процессах создания, развития и разрушения систем
2. Более высокое значение на упорядоченности и равновесии систем	2. В процессах движения систем важную роль играет хаос, причем не только деструктивную
3. Изучаются процессы организации систем	3. Изучаются процессы самоорганизации систем
4. Абстрагируются от кооперативных систем	4. Подчеркивается кооперативность процессов развития систем
5. В основе – принцип системности	5. В основе – принцип развития систем

## ОСНОВНЫЕ ТЕОРИИ СИНЕРГЕТИКИ:

- **теория динамического хаоса** – исследует сверхсложную, скрытую упорядоченность поведения изучаемой системы;
- **теория фракталов** – занимается изучением сложных самоподобных структур, возникающих в процессе самоорганизации;
- **теория катастроф** – исследует поведение самоорганизующихся систем в терминах бифуркация (от лат. *bifurcus* – раздвоенный), аттрактор (от англ. *attract* – притягивать), неустойчивость.

# ТЕОРИЯ КАТАСТРОФ



## ТИПЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ КАТАСТРОФ

№ п/п	Потенциальная функция	Название катастрофы
1.	с одной активной переменной: $x^3 + ax$	«складка»
2.	$x^4 + \alpha_1 x^2 + \alpha_2 x$	«сборка»
3.	$x^5 + \alpha_1 x^3 + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 x$	«ласточкин хвост»
4.	$x^6 + \alpha_1 x^4 + \alpha_2 x^3 + \alpha_3 x^2 + \alpha_4 x$	«бабочка»
5.	с двумя активными переменными: $x_1^2 + x_2^2 + \alpha_1 x_1 x_2 - \alpha_2 x_2 - \alpha_3 x_1$	«гиперболическая омбилика»
6.	$x_2^2 - 3x_2^2 x_1^2 + \alpha_1 (x_1^2 + x_2^2) - \alpha_2 x_2 - \alpha_3 x_1$	«эллиптическая омбилика»
7.	$x_2^2 x_1 + x_1^2 + \alpha_1 x_2^2 + \alpha_2 x_1^2 - \alpha_3 x_2 - \alpha_4 x_1$	«параболическая омбилика»

**«КАТАСТРОФА»** – резкое качественное изменение объекта при плавном изменении его параметров.

**Теория катастроф** анализирует критические точки потенциальной функции, то есть точки, где не только первая производная функции равна нулю, но равны нулю и производные более высокого порядка. Динамика развития таких точек может быть изучена при помощи разложения потенциальной функции в ряды Тейлора.

Научное издание

В.А. Акимов

**Междисциплинарные исследования  
проблем безопасности**

Монография

Подписано в печать 22.11.2017. Формат 60x90/16.

Печать цифровая. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 8,5. Тираж 300 экз.

ISBN 978-5-93970-205-8



Отпечатано

В ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

121352, Москва, Давыдовская, д. 7.

Завод № 1 тираж 25 экз.