

УДК 001.891.572

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ЭНЕРГОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗИСА

Кнауб Роман Викторович, кандидат географических наук, доцент кафедры природопользования Томского государственного университета, член-корреспондент РАН

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментального моделирования системы анализа энергоэкологических последствий катастроф различного генезиса на примере стран мира за период с 1998 по 2011 г. На первом этапе была поставлена задача моделирования. Затем проведено описание эксперимента и проанализированы результаты моделирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: катастрофы различного генезиса, экспериментальное моделирование, последствия катастроф.

EXPERIMENTAL MODELING OF THE SYSTEM OF ANALYSIS OF ENERGY-ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF CATASTROPHES OF VARIOUS GENESES

Knaub Roman Viktorovich, Candidate of Geography, an associate professor at the Nature Management Department at Tomsk State University, RANS corresponding member

Abstract

The article presents the results of an experimental simulation of the system of analysis of energy-ecological consequences of catastrophes of various genesis, using the example of the countries of the world for the period from 1998 to 2011. At the first stage, the task of modeling was posed. Then, the experiment was described and the simulation results analyzed.

KEYWORDS: catastrophes of various geneses, experimental modeling, consequences of catastrophes.

Введение

Экспериментальные исследования являются основным источником получения достоверных сведений об объектах реального мира. Они проводятся с целью выбора рациональных технологических режимов функционирования или оптимизации параметров систем, оценки степени выполнения заданных требований к создаваемым изделиям, выяснения закономерностей функционирования, анализа влияния факторов на показатели качества систем и так далее [6, 7].

Целью любого эксперимента является определение качественной и количественной связи между исследуемыми параметрами, либо оценка численного значения какого-либо параметра [7].

Таким образом, цель работы – определение качественной и количественной связи между энергоэкологическими последствиями катастроф различного генезиса и их влияние на устойчивое развитие социально-экономических систем.

В качестве экспериментальной модели использовалась предложенная автором Информационно-аналитическая система (ИАС) анализа энергоэкологических последствий катастроф различного генезиса.

Информационно-аналитическая система (ИАС) анализа энергоэкологических последствий катастроф различного генезиса предназначена для динамического представления и многомерного анализа исторических и текущих данных о катастрофах, анализа тенденций, моделирования и прогнозирования развития катастроф в будущем, в том числе в интересах устойчивого развития.

Целью информационно-аналитической системы анализа энергоэкологических последствий катастроф различного генезиса является оценка влияния мощности катастроф различного генезиса на изменения (рост или сокращение) полезной мощности социально-экономических систем.

Уровни социально-экономических объектов в системе «общество-природа»

Специалисты Международной научной школы устойчивого развития выделяют семь масштабных уровней социально-экономических объектов в системе «общество-природа» (рисунок 1).



Рис. 1. Уровни и связи социально-экономических объектов в системе «общество-природа» [2]

Для расчёта базовых показателей устойчивого развития, включая суммарное потребление энергоресурсов (потребление ресурсов или полная мощность) и совокупный произведённый продукт в единицах мощности (полезная мощность), потери мощности,

эффективность использования энергоресурсов (ЭИР), качество окружающей природной среды, уровень и качество жизни в единицах мощности, необходима статистическая информация по следующей структуре (таблица 1).

Таблица 1. Структура статистической информации индикаторов устойчивого развития [2]

| № | Наименование показателя | Требования к единицам измерения | Источники международной и национальной статистики |
|---|---|---|---|
| 1 | Численность населения на конец года | человек | <ul style="list-style-type: none"> • Статистический сайт ООН • Годовые отчёты Всемирного Банка |
| 2 | Средняя продолжительность жизни на конец года | количество лет | <ul style="list-style-type: none"> • Статистический сайт ООН • Отдел статистики экономического и социального комитета ООН для стран Азии и Тихоокеанского региона (ЭСКАТО ООН) • Годовые отчёты Всемирного Банка |
| 3 | Валовой внутренний продукт (ВВП) на конец года | национальные денежные единицы (рубль) | <ul style="list-style-type: none"> • Статистический сайт ООН • Отдел статистики экономического и социального комитета ООН для стран Азии и Тихоокеанского региона (ЭСКАТО ООН) • Годовые отчёты Всемирного Банка |
| 4 | Суммарное потребление электроэнергии на душу населения за год | кВт*час/человек-год | <ul style="list-style-type: none"> • Статистический сайт ООН • Годовые отчёты Всемирного Банка |
| 5 | Суммарное потребление топлива (нефть, газ, уголь) за год | Килограмм нефтяного эквивалента на человека в год тонны условного топлива/год | <ul style="list-style-type: none"> • Статистический сайт ООН • Статистический комитет СНГ • Годовые отчёты Всемирного Банка |
| 6 | Среднесуточное потребление продуктов питания на человека | Ккал/человек-сутки | <ul style="list-style-type: none"> • Статистический сайт ООН • Базы данных Продовольственной организации при ООН • Годовые отчёты Всемирного Банка |

Для расчёта показателей катастроф различного генезиса необходима статистическая информация по следующей структуре (таблица 2).

Таблица 2. Структура статистической информации катастроф различного генезиса

| № | Наименование показателя | Требования к единицам измерения | Источники международной и национальной статистики |
|---|--|---------------------------------|--|
| 1 | Число катастроф на конец года | единиц | <ul style="list-style-type: none"> • Сайт Centre for Research on the Epidemiology of Disasters • Сайт МЧС России |
| 2 | Количество пострадавших от катастроф на конец года | человек | <ul style="list-style-type: none"> • Сайт Centre for Research on the Epidemiology of Disasters • Сайт МЧС России |
| 3 | Количество погибших от катастроф на конец года | человек | <ul style="list-style-type: none"> • Сайт Centre for Research on the Epidemiology of Disasters • Сайт МЧС России |

| № | Наименование показателя | Требования к единицам измерения | Источники международной и национальной статистики |
|---|--|---------------------------------------|--|
| 4 | Экономический ущерб от катастроф на конец года | национальные денежные единицы (рубль) | <ul style="list-style-type: none"> • Сайт Centre for Research on the Epidemiology of Disasters • Сайт МЧС России |

Собрав представленные в таблицах 1 и 2 данные, можно переходить к постановке задачи моделирования.

Постановка задачи моделирования

Согласно источнику [1], в общем виде процесс управления можно свести к ответу на 3 вопроса:

- Где мы находимся (оценка текущего состояния),
- Куда мы хотим прийти (моделирование идеального или желаемого состояния),
- Как мы туда попадём (анализ и прогнозирование процесса перехода из текущего состояния в желаемое).

Соответственно по такому же алгоритму ставится задача моделирования изменения мощности катастроф различного генезиса и их влияние на полезную мощность объекта проектирования.

На рисунке 2 отражены правила расчета потребностей, включая планирование и контроль развития на уровне региона, страны, мира.

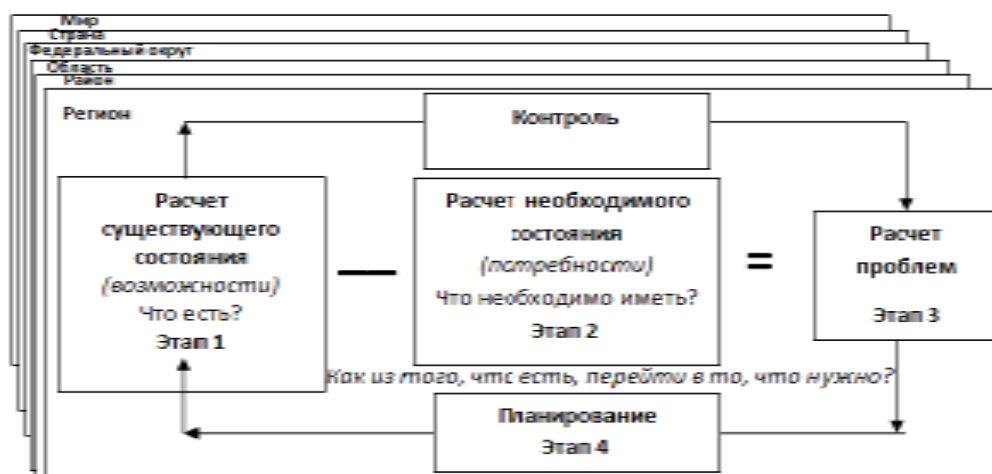


Рис. 2. Правила расчета потребностей, включая планирование и контроль развития на уровне региона, страны, мира [3]

Правила расчета потребностей объекта любого уровня

Потребность – это возросшие возможности, которыми в данное время объект не располагает, но которые необходимы для достижения целей роста, развития, устойчивого инновационного развития.

Определение вариантов цели опирается на анализ целевого состояния объекта на текущее время и включает следующую последовательность операций:

Шаг 1. Определение годовых темпов параметров ($R_{чс}$, P , $Скат$, $Мчс.пог.$, $Мчс.пост.$, $Эчс$),

где $R_{чс}$ – мощность катастроф различного генезиса, гВт;

P – полезная мощность региона, страны, мира, гВт;

$Скат$. – количество катастроф на конец года;

$Мчс.пог.$ – количество погибших от катастроф, человек;

$Мчс.пост.$ – количество пострадавших от катастроф, человек;

$Эчс$ – экономический ущерб от катастроф, рубли.

Шаг 2. Определение изменения темпов параметров за рассматриваемый период ($\Delta R_{чс}$, ΔP , $\Delta Мчс.пог.$, $\Delta Мчс.пост.$, $\Delta Эчс$ и т.д.).

Шаг 3. Определение проектного времени, типа и варианта цели.

Шаг 4. Проектирование параметров в соответствии с граничными условиями цели.

Граничные условия типа цели определяются посредством расчета времени удвоения параметров цели ($\Delta R_{чс}$, ΔP , $\Delta Скат.$, $\Delta Мчс.пог.$, $\Delta Мчс.пост.$, $\Delta Эчс$ и т.д.):

$$t_{уд} \approx 72 / \Delta X,$$

где ΔX – годовой рост параметра X в процентах;

$t_{уд}$ – время удвоения параметра X .

Правила расчёта проблем

Правила оценки проблем включают процедуры определения величины и состава проблем, последствий от их не решения.

Величина проблем определяется как разность между целевым значением (то есть потребностью) на определённое проектное время и фактическим значением параметра (то есть возможностью) для текущего времени, включая параметры:

$R_{чс}$ – мощность катастроф различного генезиса, гВт;

P – полезная мощность региона, страны, мира, гВт;

$Скат$. – количество катастроф на конец года;

$Мчс.пог.$ – количество погибших от катастроф, человек;

$Мчс.пост.$ – количество пострадавших от катастроф, человек;

$Эчс$ – экономический ущерб от катастроф, рубли.

В состав проблем объекта входят:

1. Сокращение или увеличение полезной мощности объекта (P);
2. Сокращение или увеличение мощности катастроф ($R_{чс}$);
3. Сокращение и увеличение числа катастроф ($Скат.$);
4. Сокращение или увеличение числа погибших от катастроф ($Мчс.пог.$);

5. Сокращение или увеличение числа пострадавших от катастроф (Мчс.пост.);
6. Сокращение или увеличение экономического ущерба от катастроф (Эчс) [3, 4, 5].

Описание эксперимента

Анализ динамики катастроф на период с по выявил следующие тенденции (таблица 3):

- Положительное изменение полезной мощности стран мира:

$$\Delta P = ((5581,1 - 4637,4) / 4637,4) = +0,203$$

- Положительное изменение мощности катастроф стран мира:

$$\Delta P_{чс} = ((92,1824 - 69,8) / 69,8) = +0,32$$

- Положительное изменение числа катастроф стран мира:

$$\Delta \text{Скат.} = ((707 - 588) / 588) = +0,202$$

- Положительное изменение числа погибших от катастроф стран мира:

$$\Delta \text{Мчс.пог.} = ((66,55 - 53,65) / 53,65) = +0,221$$

- Отрицательное изменение числа пострадавших от катастроф стран мира:

$$\Delta \text{Мчс.пост.} = ((275 - 518) / 518) = -0,47$$

- Положительное изменение экономического ущерба от катастроф стран мира:

$$\Delta \text{Эчс} = ((367,1 - 84,2) / 84,2) = +3,36.$$

Таблица 3. Изменения параметров целевого состояния стран мира, 1998-2011 гг.

| | |
|--|--------------|
| Изменение полезной мощности стран мира (ΔP), безразмерные единицы | +0,203 |
| Изменение мощности катастроф стран мира ($\Delta P_{чс}$), безразмерные единицы | +0,32 |
| Изменение числа катастроф стран мира ($\Delta \text{Скат.}$), безразмерные единицы | +0,202 |
| Изменение числа погибших от катастроф стран мира ($\Delta \text{Мчс.пог.}$), безразмерные единицы | +0,221 |
| Изменение числа пострадавших от катастроф стран мира ($\Delta \text{Мчс.пост.}$), безразмерные единицы | -0,47 |
| Изменение экономического ущерба от катастроф стран мира ($\Delta \text{Эчс}$), безразмерные единицы | +3,36 |
| Сокращение полезной мощности стран мира от действия катастроф различного генезиса | -0,32 |

Полученные значения параметров дают возможность идентифицировать целевое состояние стран мира как «Сокращение полезной мощности, рост числа катастроф, погибших от них и экономического ущерба при сокращении числа пострадавших».

Определение установочных параметров по переходу к устойчивому развитию на глобальном уровне

Все страны мира должны перейти к устойчивому развитию от деградации потерь полезной мощности от катастроф различного генезиса за счёт следующих мероприятий, включая:

1. Сохранение мощности катастроф на уровне 2011 года;
2. Сокращение мощности катастроф к 2025 году;

Анализ показал, что для достижения устойчивого развития на глобальном уровне необходима деградации мощности катастроф на 0,67 гВт. Для достижения поставленной цели необходимо сокращение мощности катастроф на 8 % в год.

Таблица 4. Мощность катастроф на глобальном уровне, 2011-2025 гг.

| Год | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Р _с , гВт | 9,42 | 8,75 | 8,08 | 7,41 | 6,74 | 6,07 | 5,4 | 4,73 | 4,06 | 3,39 | 2,72 | 2,1 | 1,38 | 0,71 | 0,04 |
| Р _с , долл. | 155 | 144 | 133 | 122 | 111 | 100 | 89 | 78 | 67 | 56 | 45 | 34 | 23 | 12 | 1 |

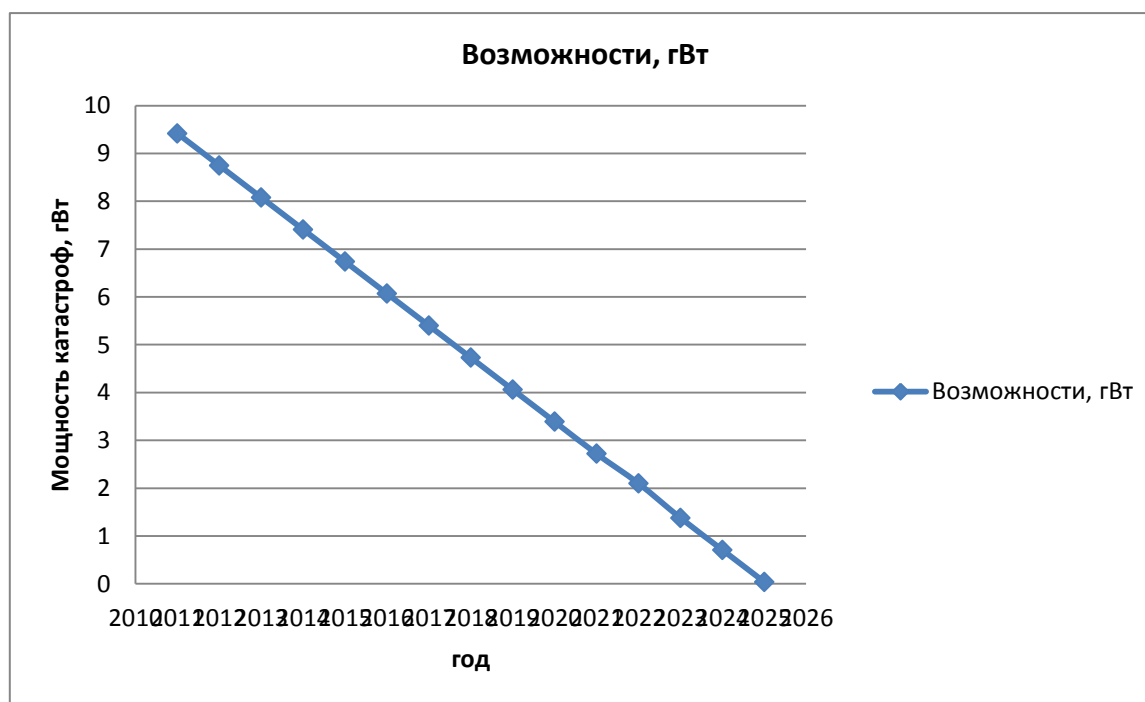


Рис. 3. Мощность катастроф на глобальном уровне, 2011-2025 гг.

Определение проблем

Для решения проблем, стоящих перед мировым сообществом, необходимо определение проблем между текущим состоянием дел и необходимым. В таблице 5 приведены величина проблемы для мирового сообщества по мощности катастроф до 2025 года.

Таблица 5. Величина проблемы по мощности катастроф для мирового сообщества до 2025 года

| Год | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Р _с , гВт | 21,37 | 19,85 | 18,33 | 16,81 | 15,29 | 13,77 | 12,25 | 10,73 | 9,21 | 7,69 | 6,17 | 4,65 | 3,13 | 1,61 | 0,09 |

| Год | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|---------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Рчс, долл. | 367,1 | 341 | 314 | 287 | 260 | 233 | 206 | 179 | 152 | 125 | 98 | 71 | 44 | 17 | 0 |



Рис. 4. Проблемы по мощности катастроф на глобальном уровне

Для сокращения роста мощности катастроф необходимо более тщательное прогнозирование возникновения последних. Это приведёт к сокращению количества пострадавших и погибших, а также экономического ущерба. При этом должно неукоснительно сокращаться количество катастроф.

Результаты моделирования

Период развития катастроф в глобальном масштабе за 1998 -2011 гг. соответствует экстенсивному росту катастроф.

Логически возможны четыре варианта развития динамики мощности катастроф различного генезиса:

Вариант 1. Мощность катастроф возрастает, полезная мощность региона уменьшается.

Вариант 2. Мощность катастроф уменьшается, полезная мощность региона возрастает.

Вариант 3. Мощность катастроф и полезная мощность региона уменьшается.

Вариант 4. Мощность катастроф увеличивается, полезная мощность региона возрастает.

Первый вариант означает рост ущерба общества от катастроф, а соответственно и замедление роста полезной мощности, то есть ограничительный рост.

Второй вариант означает уменьшение ущерба природе и обществу от катастроф и рост мощности общества, то есть полезной мощности.

Третий вариант предполагает уменьшение полезной мощности и мощности катастроф, этот вариант приемлем, он означает сокращение потерь от катастроф, а деградация полезной мощности обусловлена не воздействием потерь от катастроф.

Четвёртый вариант означает потери общества от катастроф, при этом эти потери компенсируются ростом полезной мощности за счёт технологий.

Заключение

В статье представлены результаты экспериментального моделирования системы анализа энергоэкологических последствий катастроф различного генезиса на примере стран мира за период с 1998 по 2011 гг.

На первом этапе была поставлена задача моделирования. Затем проведено описание эксперимента и проанализированы результаты моделирования.

Определены изменения параметров целевого состояния стран мира за период с 1998 по 2011 гг. Установлено, что период развития катастроф в глобальном масштабе за 1998 - 2011 гг. соответствует экстенсивному росту катастроф.

Анализ показал, что для достижения устойчивого развития на глобальном уровне необходима деградация мощности катастроф на 19 гВт. Для достижения поставленной цели необходимо сокращение мощности катастроф на 8 % в год.

Для сокращения роста мощности катастроф необходимо более тщательное прогнозирование возникновения последних. Это приведёт к сокращению количества пострадавших и погибших, а также экономического ущерба. При этом должно неукоснительно сокращаться количество катастроф.

Литература

1. Алексеева Т.В., Лужецкий М.Г., Курганова Е.В. Информационно-аналитические системы. — М.: Изд-во Московской финансово-промышленной академии, 2005. — 175 с.
2. Большаков Б.Е., Шамаева Е.Ф. Управление новациями: проектирование систем устойчивого инновационного развития. — Lambert Academic Publishing (Германия), 2013. — 301 с.

3. Большаков Б.Е., Шамаева Е.Ф. Основы математической модели мониторинга новаций в проектировании устойчивого развития на основе естественнонаучных мер, показателей и критериев // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление: том 9, №4 (21), 2013, ст. 3. — [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.rypravlenie.ru/wp-content/uploads/2014/02/03-Bolshakov.pdf>, свободный.
4. Большаков Б.Е., Шамаева Е.Ф. Мониторинг и оценка новаций: формализация задач в проектировании регионального устойчивого инновационного развития. — Palmarium Academic Publishing (Германия), 2012. — 216 с.
5. Большаков Б.Е., Ермилов В.В., Шамаева Е.Ф. Технологические основы управления региональным и отраслевым устойчивым развитием в техносфере: Учебно-методическое пособие. — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2012. — 108 с.
6. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента: Учеб. пособие. — Минск: Изд-во БГУ, 1982. — 302 с.
7. Фокичева Е.А., Алексеев М.И. Планирование эксперимента и обработка результатов исследований: Учебное пособие. — Вологда: ВоГУ, 2014. — 72 с.