

УДК 001.8
Большаков Б. Е.¹
Шамаева Е. Ф.²

Проектирование и выбор альтернатив развития сложных региональных систем

¹ ГБОУ ВО Государственный университет «Дубна»,
г. Дубна

e-mail: bb@uni-dubna.ru

² ГБОУ ВО Государственный университет «Дубна»,
г. Дубна

e-mail: shamef-kate@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены система параметров и базовые индикаторы устойчивого развития региона, построенные на основе естественнонаучных измерителей экогеодинамики региона и закона сохранения мощности. На основе естественнонаучных измерителей представлена формализованная модель целеполагания устойчивого развития сложных региональных систем. В качестве примера приведены результаты сценарного моделирования и прогнозы развития на примере Владимирской области, проиллюстрирована методика оценки параметрической эффективности и обоснования выбора альтернатив развития. Полученные результаты представляют собой научно-методическое обеспечение информационно-аналитической системы проектирования и управления сложными региональными системами.

Ключевые слова: естественнонаучные измерители экогеодинамики региона, модель целеполагания устойчивого развития сложных региональных систем, сравнительный анализ и выбор альтернатив развития на примерах.

Введение

Проектирование устойчивого развития (рис. 1) предполагает решение задач распознавания (оценка возможностей), прогнозирования (оценка потребностей), управления (оценка проблем, планирование решения проблем, реализация и контроль исполнения плана) [1, 5].

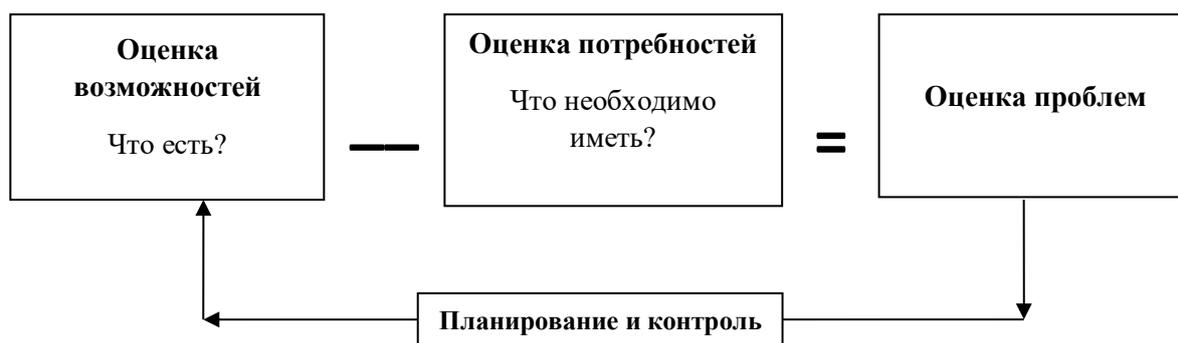


Рис. 1. Логика проектирования устойчивого развития

Дерево логически возможных задач управлением развитием в социальных и экономических системах представлено на рисунке 2 [1].

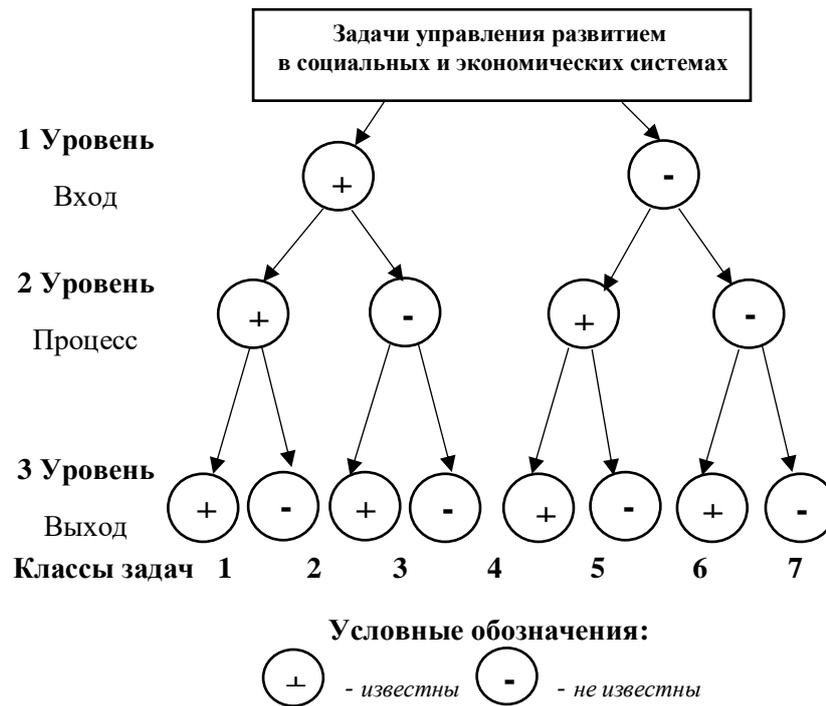


Рис. 2. Дерево логически возможных задач

Возможны следующие классы задач [1, 5]:

- **Ситуация 1** – класс решенных задач;
- **Ситуация 2** – класс задач прогнозирования;
- **Ситуация 3** – класс задач проектирования;
- **Ситуация 4** – класс не поставленных задач (не известны цель и метод);
- **Ситуация 5** – класс задач распознавания;
- **Ситуация 6** – класс не поставленных задач (не известны цель и причина);
- **Ситуация 7** – класс не поставленных задач (не известны причина и метод);
- **Ситуация 8** – класс нерешенных задач;

Задача поставлена, когда заданы 2 элемента системы. Задача не поставлена, если не известны более двух элементов. Решенная задача – есть результат преобразования инварианта объекта (закона и вытекающих из него измерителей – параметров проектирования) в конечную систему координат.

В проектировании устойчивого развития вопрос об измерении очень важен. Проведенный анализ выявил применение в проектировании устойчивого развития разнородных, неаддитивных и несоразмерных показателей (индикаторов, измерителей), с которыми нельзя осуществлять арифметические операции, в том числе в ситуации, когда эти показатели нормированы и приведены к условно безразмерному виду, то есть к условным долям, за которыми стоят физически разнородные величины. Осуществить переход к устойчивому развитию, не имея ясно сформулированной цели в терминах измеримых величин, невозможно. Если нет совместимости мер социальной сферы, экономики, экологии, объекта и предмета проектирования, то невозможно судить об устойчивом развитии [1, 2, 5, 7].

Проблема заключается в том, что объект и предмет проектирования описывается в разнокачественных, несопоставимых мерах, которые не дают возможность соразмерить и соизмерить объект и предмет проектирования.

Эффективность регионального объекта проектирования в рыночной экономике описывается в основном в денежных единицах (доход, рентабельность, прибыль и др.), а эффективность предмета проектирования (технологии (в том числе организационные)) описывается в мощностных единицах (КПД, коэффициент совершенства технологий и др.)

Существует разные технологические индикаторы, разные определения понятий «технология» и «технологическое развитие». Мы исходим из того, что любая технология — это, прежде всего, открытая для потоков энергии система, которая обеспечивает с определенной эффективностью процесс преобразования потоков энергии на входе в потоки энергии (вещества и информации) на выходе системы, обладающие полезными потребительскими свойствами.

Методология проектирования и выбора альтернатив развития сложных региональных систем

Любая социально-экономическая система не может существовать без взаимодействия с окружающей ее природной средой и объединяет в себе два сопряженных процесса: активный поток воздействий на окружающую среду, определяющий возможности (мощности) системы, и использование обществом потока ресурсов, полученного в результате этого [3, 5, 8].

В процессе взаимодействия с окружающей природной средой общество под воздействием доли произведенного потока превратимой энергии ($\alpha_1 P$) через некоторое время (τ_n) получает в свое распоряжение потребляемый поток ресурсов (N), который через время τ_0 с определенной эффективностью (φ) используется обществом для удовлетворения потребностей (Рис. 3.) [5].

Потоки энергии на входе и выходе системы находятся под контролем фундаментального закона сохранения мощности, общего закона природы, справедливого для открытых систем, к которым относятся и сложные региональные системы – ограниченная в пространстве часть (подсистема) системы «природа – общество – человек», имеющая природные ресурсы, население и систему управления, ведущие деятельность по жизнеобеспечению и управлению социально-экономическим развитием [1, 2, 5].

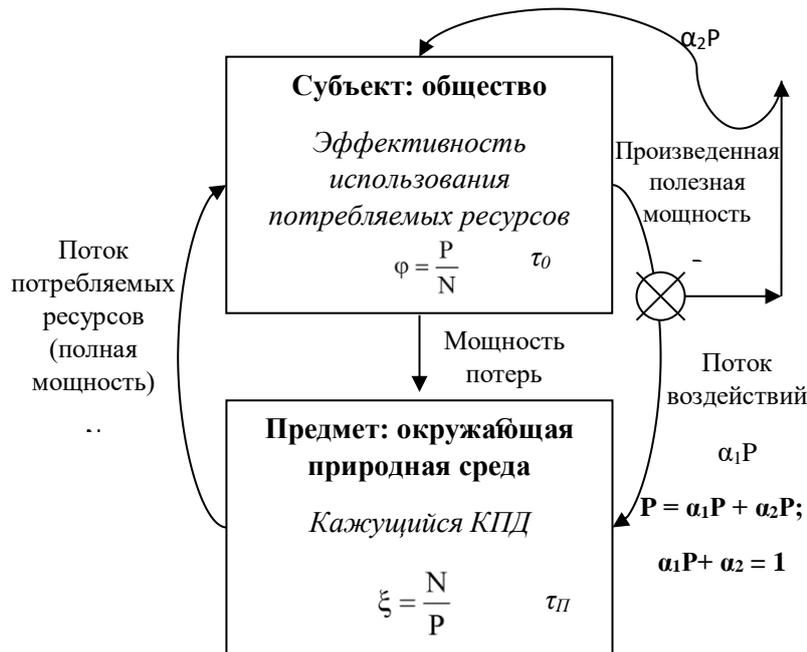


Рис. 3. Минимальная модель производства – потребления на макроуровне
Составлено авторами

В соответствии с *законом сохранения мощности* (Лагранж, Дж.Максвелл, Г.Крон, П.Г.Кузнецов) полная мощность открытой системы (N) определяется как сумма полезной (активной) мощности (P) и мощности потерь (G):

$$N(t) = P(t) + G(t), \text{ где} \quad (1)$$

N(t) – полная мощность системы или суммарное потребление природных энергоресурсов (включая топливо для машин, механизмов и технологических процессов (нефть, газ, уголь, атомная энергия и др.); электроэнергию; продукты питания);

P(t) – совокупный произведенный продукт или полезная мощность системы;

$\varphi(t) = P(t)/N(t) = \eta^1(t) \times \varepsilon^2(t)$ – эффективность использования потребляемых энергоресурсов;

G(t) – мощность потерь или потери мощности.

Принцип сохранения развития (С.А. Подолинский, В.И. Вернадский, Э. Бауэр, П.Г. Кузнецов) – утверждает, что развитие социально-экономической системы сохраняется, если имеет место сохранение неубывающего роста полезной мощности:

$$\Delta P = dP/dt > 0. \quad (2)$$

Формализованный принцип устойчивого развития (П.Г. Кузнецов, О.Л. Кузнецов, Б.Е. Большаков [5]): устойчивое развитие – это процесс роста возможностей

¹ η - коэффициент полезного использования энергоресурсов или коэффициент совершенства технологий. В работе применяется среднее значение коэффициента полезного использования энергоресурсов на начальное время (рекомендованные Статистической комиссией ООН): топливо (для машин и технологических процессов) — 0,25; электроэнергия (для машин и технологических процессов) — 0,8; продукты питания (для человека, растений и животных) — 0,05.

² ε - качество планирования или качество управления, правила и примеры расчета представлены в работах [1, 5]. В работе применяется единичное качество планирования ($\varepsilon = 1$).

удовлетворять неисчезающие потребности системы, выраженные в единицах мощности, за счет повышения качества управления и реализации технологий, обеспечивающие неубывающий темп роста эффективности использования ресурсов при не увеличении темпов потребления ресурсов:

$$\begin{cases} P = P_0 + \Delta P \cdot t + \Delta^2 P \cdot t^2 + \Delta^3 P \cdot t^3 \geq 0, \\ \varphi = \varphi_0 + \Delta \varphi \cdot t + \Delta^2 \varphi \cdot t^2 + \Delta^3 \varphi \cdot t^3 \geq 0, \\ \Delta G < 0, [L^5 T^{-6}] \\ \Delta N = \text{const}, [L^5 T^{-6}] \end{cases} \quad (3)$$

где P_0 – поток свободной превратимой энергии, полезная мощность системы;
 ΔP – рост (изменение) полезной мощности системы за время t ;
 $\Delta^2 P$ – скорость роста полезной мощности системы за время t^2 ;
 $\Delta^3 P$ – ускорение роста полезной мощности системы за время t^3 ;
 $\Delta \varphi$ – изменение эффективности за время t ;
 $\Delta^2 \varphi$ – скорость изменения эффективности за время t^2 ;
 $\Delta^3 \varphi$ – ускорение изменения эффективности за время t^3 ;
 t – шаг масштабирования.

Таким образом, имеем систему показателей устойчивого развития с инвариантом мощность, характеризующую технологические, экономические, экологические, социальные и другие возможности и потребности социально-экономической системы (таблица 1).

Таблица 1.

Система базовых показателей устойчивого развития

Базовые понятия	Показатель	Обозначение	Формула
Возможность	Потенциальная	Суммарное потребление природных ресурсов	$N(t) = \sum_j^k \sum_{i=1}^3 N_{ij}(t)$, $N_{j1}(t), N_{j2}(t) \dots N_{j3}(t)$ – суммарное потребление j -го объекта i -го ресурса
	Реальная (технологическая)	Совокупный произведенный продукт	$P(t) = \sum_{i=1}^{n=3} N_i(t) \cdot \eta_i(t)$
	Реализованная (экономическая)	Совокупный конечный продукт	$\hat{P}(t) = P(t) \cdot \varepsilon(t)$
	Упущенная	Мощность потерь	$G(t) = N(t) - P(t)$
	Интегральная	Качество жизни	$QL(t) = T_H(t) \cdot U(t) \cdot q(t)$, где $U(t) = \frac{P(t)}{M(t)}$, ($M(t)$ – численность населения); $q(t)$ – качество окружающей природной среды;

				$q(t) = \frac{G(t-\tau)}{G(t)} = \begin{cases} >1 & \text{— качество улучшается;} \\ =1 & \text{— качество сохраняется;} \\ <1 & \text{— качество ухудшается.} \end{cases}$ $G(t-\tau)$ — потери мощности предыдущего периода; $G(t)$ — годовые потери текущего периода; $T_n(t)$ — средняя нормированная на 100 лет продолжительность жизни.
Потребность	Потенциальная	Суммарное потребление природных ресурсов	$N(t+\tau_0+\tau_{II})$	$N(t+\tau_0+\tau_{II})=P(t+\tau_0) \cdot (\varepsilon(t) \cdot \eta(t))^{-1}$
	Реальная	Совокупный произведенный продукт	$P(t+\tau_0)$	$P(t+\tau_0)= N(t) \cdot \varepsilon(t) \cdot \eta(t)$

Составлено авторами

Классификатор возможных типов цели объектов проектирования отражает потребности проектируемого объекта и строится на основе параметров (Рис. 4) [5]:

- численность населения (M);
- годовой совокупный конечный (произведенный и реализованный) продукт в единицах мощности (\hat{P});
- годовое суммарное потребление природных энергоресурсов (N);
- совокупный уровень жизни в единицах мощности (U);
- качество окружающей природной среды (q).

Выделенные параметры могут изменяться в двух направлениях (Рис. 10.):

- не убывают, то есть $\Delta X (\Delta^2 X)^3 > 0$;
- не возрастают или убывают, то есть $\Delta X (\Delta^2 X) \leq 0$.

Таким образом, получено 32 типа цели: рост, ускоренный рост, устойчивое инновационное развитие, стагнация, деградация и другие. Внутри каждого типа в соответствии с выбранным направлением фиксируются количественные изменения параметров (варианты цели), индивидуально определяемые для каждого проектируемого объекта.

³ ΔX – изменение показателя X за время τ . Годовые темпы изменения рассчитываются по формуле

$$\Delta X(t+\tau) = \frac{X(t+\tau) - X(t)}{\tau} \text{ или в безразмерном виде } \Delta X(t+\tau) = \frac{X(t+\tau) - X(t)}{X(t)}, \text{ где } \tau = 1 \text{ год; } t - \text{ начальный год.}$$

$$\Delta^2 X - \text{изменение темпов показателя } X. \text{ Рассчитывается по формуле: } \Delta^2 X(t_1+\tau) = \frac{\Delta X(t_1+\tau) - \Delta X(t_1)}{\tau}$$

$$\Delta^2 X(t_1+\tau) = \frac{\Delta X(t_1+\tau) - \Delta X(t_1)}{\Delta X(t_1)}, \text{ где } \Delta X \geq 0; t_1 - \text{ начальный год. Если } \Delta X < 0, \text{ то } \Delta^2 X = 0.$$

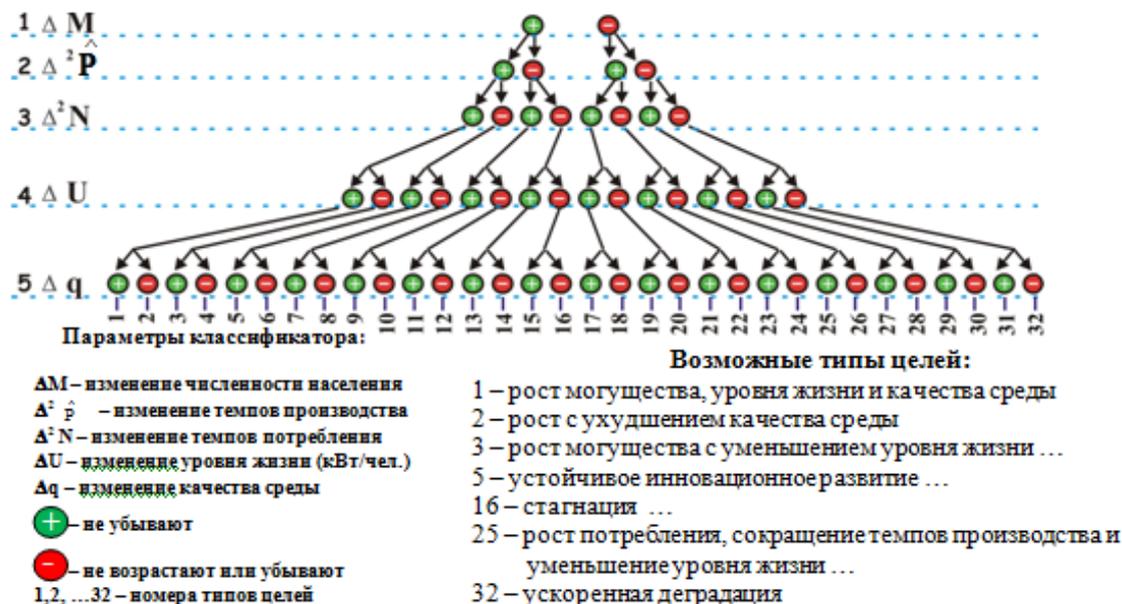


Рис. 4. Классификатор возможных типов цели (потребностей)

Определение вариантов цели опирается на анализ целевого состояния объекта на текущее время и включает следующую последовательность операций [1]:

Шаг 1. Определение годовых темпов изменения (Δ) параметров (M , P , \hat{P} , N , U , q)⁴.

Шаг 2. Определение изменения темпов параметров за рассматриваемый период ($\Delta^2 P$, $\Delta^2 N$ и т.д.).

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

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

Результаты и обсуждения

Проектирование развития сложных региональных систем на примерах

В качестве примера рассмотрим результаты расчета параметров, отражающих экогеодинамику разноуровневых региональных систем.

Уровень 1. Страна в целом.

Рассмотрим результаты расчета естественнонаучных параметров на примере Российской Федерации. Для расчета использованы методики, опубликованные в работах [1, 5] исходные данные, представленные в статистике Мирового банка ООН, Государственного комитета по статистике РФ [4].

⁴ M – численность населения (чел.); P – совокупный произведенный продукт в единицах мощности (Вт);

\hat{P} – совокупный конечный продукт в единицах мощности (Вт); N – суммарное потребление природных энергоресурсов в единицах мощности (Вт); U – совокупный уровень жизни в единицах мощности (кВт/чел.); q – качество окружающей природной среды (безразмерные единицы).



Рис. 5. Численность населения (Россия, 1998-2016 гг., чел.)



Рис. 6. Продолжительность жизни (Россия, 1998-2016 гг., лет)



Рис. 7. Годовое суммарное потребление энергоресурсов (Россия, 1998-2016 гг., ГВт)



Рис. 8. Эффективность использования потребляемых энергоресурсов (Россия, 1998-2016 гг., безразмерные единицы)

Уровень 2. Федеральный.

Рассмотрим результаты оценки параметров на примере Центрального федерального округа РФ.



Рис. 9. Годовое суммарное потребление энергоресурсов (ЦФО, 1998-2015 гг, ГВт)



Рис. 10. Совокупный уровень жизни (ЦФО, 1998-2015 гг., кВт/чел)

Уровень 3. Областной.

На основе федеральных и областных статистических данных [4, 6] и базовых методик произведена оценка плотности суммарного потребления энергоресурсов, совокупного произведенного продукта и потери мощностей Владимирской области и входящих в нее районов (Рис. 11 - 17), а также составлены рейтинги (Рис. 18 – 22).

Плотность полной мощности – это отношение полной мощности к площади региональной систем (Табл. 2).

Таблица 2.

Правила расчета плотности потребленной, произведенной и потерь мощности

№	Наименование показателя	Формула	Единица измерения
1.	Плотность полной мощности (N)	$\rho(N) = \frac{N(t)}{S}$ S – площадь региональной системы (км ²)	Киловатт/ км ²
2.	Плотность полезной мощности (P)	$\rho(P) = \frac{P(t)}{S}$	Киловатт/ км ²
3.	Плотность потери мощности (G)	$\rho(G) = \frac{G(t)}{S}$	Киловатт/ км ²



Рис. 11. Расчет плотности полной мощности Владимирской области



Рис. 14. Расчет плотности полной мощности районов Владимирской области



Рис. 12. Расчет плотности полезной мощности Владимирской области



Рис. 15. Расчет плотности полезной мощности районов Владимирской области



Рис.13. Расчет плотности потери мощности Владимирской области

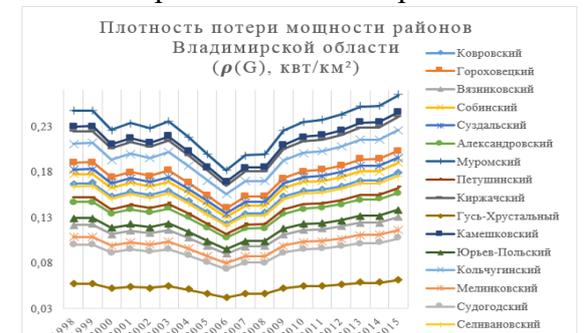


Рис. 16. Расчет плотности потери мощности районов Владимирской области

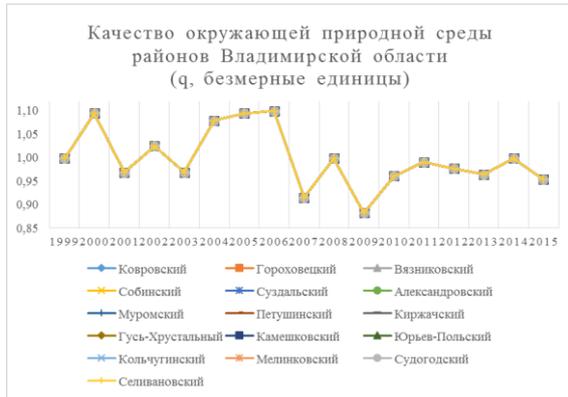


Рис. 17. Качество окружающей природной среды районов Владимирской области

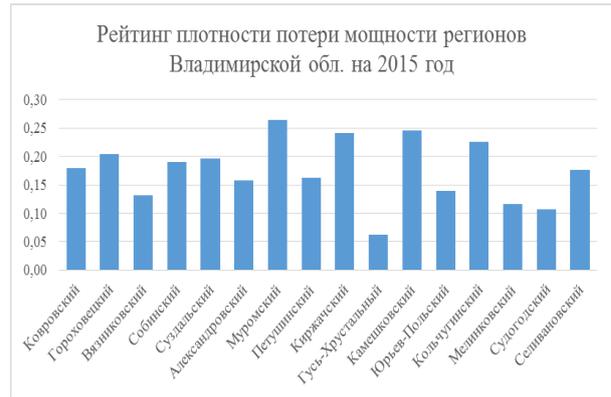


Рис. 20. Рейтинг плотности потери мощности районов Владимирской области на 2015 год



Рис. 18. Рейтинг плотности полной мощности регионов Владимирской обл. на 2015 год

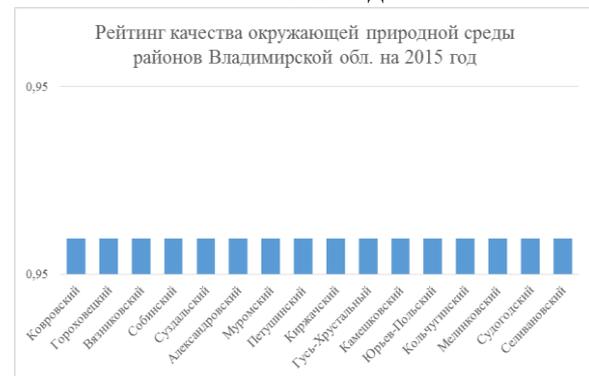


Рис. 21. Рейтинг качества окружающей природной среды районов Владимирской области на 2015 год

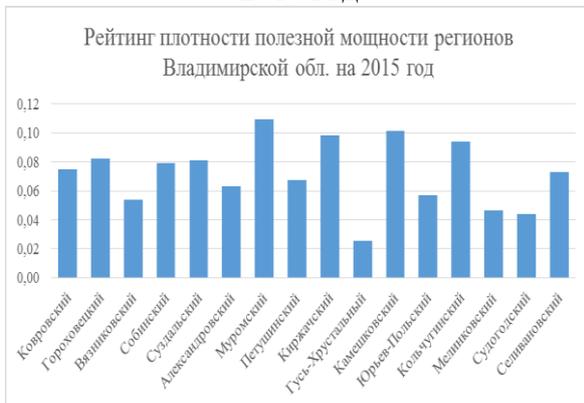


Рис. 19. Рейтинг плотности полезной мощности регионов Владимирской обл. на 2015 год

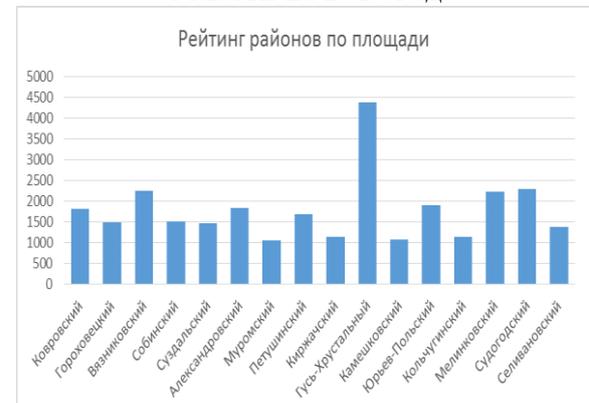


Рис. 22. Рейтинг районов по площади

Далее в качестве примера представлены два проекта развития Владимирской области РФ. Расчеты представлены до 2050 года.

Проект 1 (Табл. 3): сохранение сложившихся среднегодовых темпов роста суммарного потребления энергоресурсов (N); сохранение сложившихся темпов роста эффективности использования потребляемых энергоресурсов (φ).

Проект 2 (Табл. 4): сохранение сложившихся среднегодовых темпов роста суммарного потребления энергоресурсов (N); рост эффективности использования потребляемых энергоресурсов (φ), позволяющий достигнуть значения $\varphi = 0,56$ в 2050 году.

Таблица 3.

Проект 1: динамика параметров Владимирской области

	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
N, ГВт	7,93	8,47	9,05	10,34	11,05	11,81
P, ГВт	2,33	2,50	2,67	3,05	3,27	3,50
M, чел.	1 374 709,91	1 348 537,76	1 322 863,89	1 272 973,20	1 248 737,95	1 224 964,09
Ta	0,68	0,67	0,66	0,63	0,62	0,61
G, ГВт	5,6	5,97	6,38	7,29	7,78	8,31
φ	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30
U, кВт/чел.	1,68	1,85	2,02	2,40	2,62	2,85
q	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
QL, кВт/чел.	1,18	1,26	1,35	1,54	1,65	1,76

Таблица 4.

Проект 2: динамика параметров Владимирской области

	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
N, ГВт	7,93	8,47	9,05	10,34	11,05	11,81
P, ГВт	2,33	2,51	3	4,44	5,40	6,58
M, чел.	1 401 758	1 444 311	1 525 508	1 735 838	1 851 639	1 975 166
Ta	75,18	81,79	88,99	89,1	90,2	93,3
G, ГВт	5,6	5,96	6,05	5,9	5,65	5,23
φ	0,29	0,30	0,33	0,43	0,49	0,56
U, кВт/чел.	1,68	1,90	2,34	2,56	2,92	3,32
q	1,01	1,00	1,00	1,19	1,34	1,58
QL, кВт/чел.	1,28	1,56	2,08	2,68	3,31	4,08

Условные обозначения к таблице 3 и 4:

N — годовое суммарное потребление энергоресурсов в единицах мощности;

P — годовой совокупный произведённый продукт в единицах мощности;

M — численность населения;

Ta — средняя нормированная продолжительность жизни;

G — годовые потери в единицах мощности;

φ — коэффициент эффективности использования энергоресурсов;

U — совокупный уровень жизни в единицах мощности;

q — качество окружающей природной среды;

QL — качество жизни;

Выбор альтернатив развития

Правила выбора альтернатив предусматривают оценку параметрической эффективности проектов, включая виды параметрической эффективности [1, 5]:

1. демографическая эффективность – разность в численности населения проектируемого регионального объекта;

2. экономическая эффективность – разность в совокупном произведённом продукте за год, выраженном в мощностных и денежных единицах (P);

3. технологическая эффективность – разность в эффективности использования ресурсов (φ);

4. энергетическая эффективность – разность в потери полной мощности (G);

5. экологическая эффективность – разность в качестве среды (q);

6. социальная эффективность – разность в уровне жизни, выраженном в единицах мощности (U);

7. социально-природная эффективность – разность в качестве жизни, в единицах мощности (QL);

Параметрическая эффективность рассчитывается по формуле:

$$\Delta X = X_1(T) - X_2(T) \quad (4)$$

где ΔX – параметрическая эффективность плана;

X – параметр эффективности в соответствии с проектом

(X_1 – соответствует Проекту 1; X_2 – соответствует Проекту 2);

T – рассматриваемый период.

Пример расчета параметрической эффективности на примере Проекта 1 и Проекта 2 представлен в таблице 5.

Таблица 5.

Оценка эффективности проектов или альтернатив развития

№	Эффективность ($X_1 - X_2$)	Параметр	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
1	Демографическая	M, тыс. чел.	-27,05	-95,77	-202,64	-462,86	-602,90	-750,20
2	Экономическая	P, ГВт	0,00	-0,01	-0,33	-1,39	-2,13	-3,08
3	Технологическая	φ, безр. ед.	0,00	0,00	-0,03	-0,14	-0,19	-0,26
4	Энергетическая	G, ГВт	0,00	0,01	0,33	1,39	2,13	3,08
5	Экологическая	q, безр. ед.	0,00	0,01	0,01	-0,18	-0,33	-0,57
6	Социальная	U, кВт/чел.	0,00	-0,05	-0,32	-0,16	-0,30	-0,47
8	Социально-природная	QL, кВт / чел.	-0,10	-0,30	-0,73	-1,14	-1,66	-2,32

Все таблицы и рисунки статьи составлены авторами

По результатам расчётов выбор альтернативы очевиден. Проект 2 обеспечивает рост демографических, экономических, технологических,

энергетических, экологических, социальных и социально-природных показателей. Однако Проект 2 (в отличие от Проекта 1) требует мониторинг, оценку и внедрение в системы жизнеобеспечения и управления регионом прорывных проектов и технологий (новаций), которые и обеспечат комплексный рост показателей.

Полученные результаты представляют собой научно-методическое обеспечение информационно-аналитической системы проектирования и управления, включая подсистему проектирования регионального устойчивого инновационного развития, увязывающей между собой цели устойчивого инновационного развития разноуровневых региональных систем.

Литература

1. Большаков Б. Е. Региональное устойчивое инновационное развитие: технология проектирования и управления: Учебное пособие. Дубна: Государственный университет «Дубна», 2016. 332 с.
2. 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.
3. Гвардейцев М. И., Кузнецов П. Г., Розенберг В. Я. Математическое обеспечение управления. Меры развития общества. 2-е изд. СПб: Специальная Литература. 2016. 341 с.
4. Государственный комитет по статистике РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gks.ru.
5. Кузнецов О. Л., Большаков Б. Е. Устойчивое развитие: научные основы проектирования в системе природа-общество-человек: учебное пособие. СПб–М. – Дубна: Гуманистика. 2002. 252 с.
6. Лускатова О. В., Шебанкова Е. С. Экономическое районирование Владимирской области как инструмент устойчивого развития региона // Фундаментальные исследования. 2015. №6-2. С. 371-374.
7. Марффенин Н. Н. Устойчивое развитие человечества. М.: ИГУ. 2007. 296 с.
8. United Nations Development Program. Human Development Report. New York: NY 10017. 2016. 272 p.

*Bol'shakov B. E.¹
Shamaeva E. F.²*

Construction and selection of alternatives for the development of complex regional systems

¹ State University «Dubna», Dubna
e-mail: bb@uni-dubna.ru

² State University «Dubna», Dubna
e-mail: shamef-kate@yandex.ru

Abstract. *The article presents a system of parameters and basic indicators of sustainable development of the region, built based on natural science meters of geoeodynamics of the region and the law of conservation of power. A formalized model*

of goal setting for sustainable development of complex regional systems based on natural science meters. As an example, the results of scenario modeling and development forecasts on the example of the Vladimirskiy oblast are given, the method of evaluation of parametric efficiency and justification of the choice of development alternatives is illustrated. The results are a scientific and methodological support of information-analytical system of design and management of complex regional systems.

Key words: *natural-science measuring instruments of ecogeodynamics of the region, model of goal setting of sustainable development of complex regional systems, comparative analysis and choice of development alternatives by examples.*

References

1. Bol'shakov B. E. Regional'noe ustojchivoe innovacionnoe razvitie: tekhnologiya proektirovaniya i upravleniya: Uchebnoe posobie. Dubna: Gosudarstvennyj universitet «Dubna», 2016. 332 s. (in Russian)
2. Bol'shakov B. E., SHamaeva E. F. Monitoring i ocenka novacij: formalizaciya zadach v proektirovanii regional'nogo ustojchivogo innovacionnogo razvitiya. Palmarium Academic Publishing (Germaniya). 2012. 216 s. (in Russian)
3. Gvardejcev M. I., Kuznecov P. G., Rozenberg V. YA. Matematicheskoe obespechenie upravleniya. Mery razvitiya obshchestva. 2-e izdanie. SPb: Special'naya Literatura. 2016. 341 s. (in Russian)
4. Gosudarstvennyj komitet po statistike RF [EHlektronnyj resurs]. URL: www.gks.ru. (in Russian)
5. Kuznecov O. L., Bol'shakov B. E. Ustojchivoe razvitie: nauchnye osnovy proektirovaniya v sisteme priroda-obshchestvo-chelovek: uchebnoe posobie. SPb – M. – Dubna: Gumanistika. 2002. 252 s. (in Russian)
6. Luskatova O. V., SHEbankova E. S. EHkonomicheskoe rajonirovanie Vladimirskoj oblasti kak instrument ustojchivogo razvitiya regiona // Fundamental'nye issledovaniya. 2015. №6-2. S. 371-374. (in Russian)
7. Marfenin N. N. Ustojchivoe razvitie chelovechestva. M.: IGU. 2007. 296 s. (in Russian)
8. United Nations Development Program. Human Development Report. New York: NY 10017. 2016. 272 r. (in English)

Поступила в редакцию 12.12.2018 г.