

Проблемы построения индикаторов устойчивого развития

Бритков В.Б., Ройзензон Г.В.,
Перелет Р.А., Зайцев Р.Д.

britkov@isa.ru, rgv@isa.ru,
rperelet@hotmail.com, romazaytc@mail.ru

Институт системного анализа
Федерального исследовательского
центра ИУ РАН

Россия, г. Светлогорск, 13 - 18 июня, 2017 г.

Основные определения

Устойчивое развитие определяется как развитие, отвечающее потребностям нынешнего поколения без ущерба для возможностей будущих поколений удовлетворять их собственные потребности.

Цель исследования

Проект РФФИ № 16-29-12901 офи_м «Методы построения индикаторов устойчивого развития с использованием подходов семантического анализа и многокритериального принятия решений для поиска более эффективных отечественных научно-технических решений и технологий».

Ройзензон Г.В. (руководитель), Бритков В.Б., Булычев А.В., Езерова Л.В., Зайцев Р.Д., Перелет Р.А., Дубовский С.В., Фридман А.Я., Шелманов А.О., Ананьева М.И. (исполнители).

Историческая справка

1. Концепция «ноосферы». В. И. Вернадский.
Середина XX в.
Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера.— М.: Айрис-пресс, 2009.— 576 с.
2. Мировая динамика. Форрестер Д. 60-е годы XX в.
Форрестер Д. Мировая динамика. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2003.— 379 с.
3. Доклад «Пределы роста», который был подготовлен при участии Д. Медоуз, Д. Медоуза, Й. Рандерса и У. Беренса в 1972 году для Римского клуба.

Историческая справка

4. Человеко-машинный комплекс моделирования под систему моделей глобального развития. ВНИИСИ. 1979 г. Один из первых отечественных ситуационных центров.

Геловани В.А., Бритков В.Б., Дубовский С.В. СССР и Россия в глобальной системе (1985-2030): Результаты глобального моделирования. — М.: URSS, 2017. — 320 с.

Некоторые проблемы разработки ИУР

1. Новые подходы измерения и представления индикаторов устойчивого развития.
Количественный и качественный подход.
2. Достоверность статистической информации.
3. Проблематика больших данных.
4. Новые нормативные документы ООН, ЕС и других структур, определяющие 17 целей в рамках устойчивого развития.

Новые цели ООН в области устойчивого развития

Организация Объединенных Наций

A/RES/70/1



Генеральная Ассамблея

Distr.: General
21 October 2015

Семидесятая сессия
Пункты 15 и 116 повестки дня

**Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей
25 сентября 2015 года**

[без передачи в главные комитеты (A/70/L.1)]

**70/1. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области
устойчивого развития на период до 2030 года**

Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015
Источник: documents-dds-ny.un.org

17 целей устойчивого развития



Каждая из 17 целей состоит из нескольких задач, которые отражены в резолюции от 25 сентября

Источник: www.un.org

Адаптация целей и задач УР в отечественных условиях для поиска НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

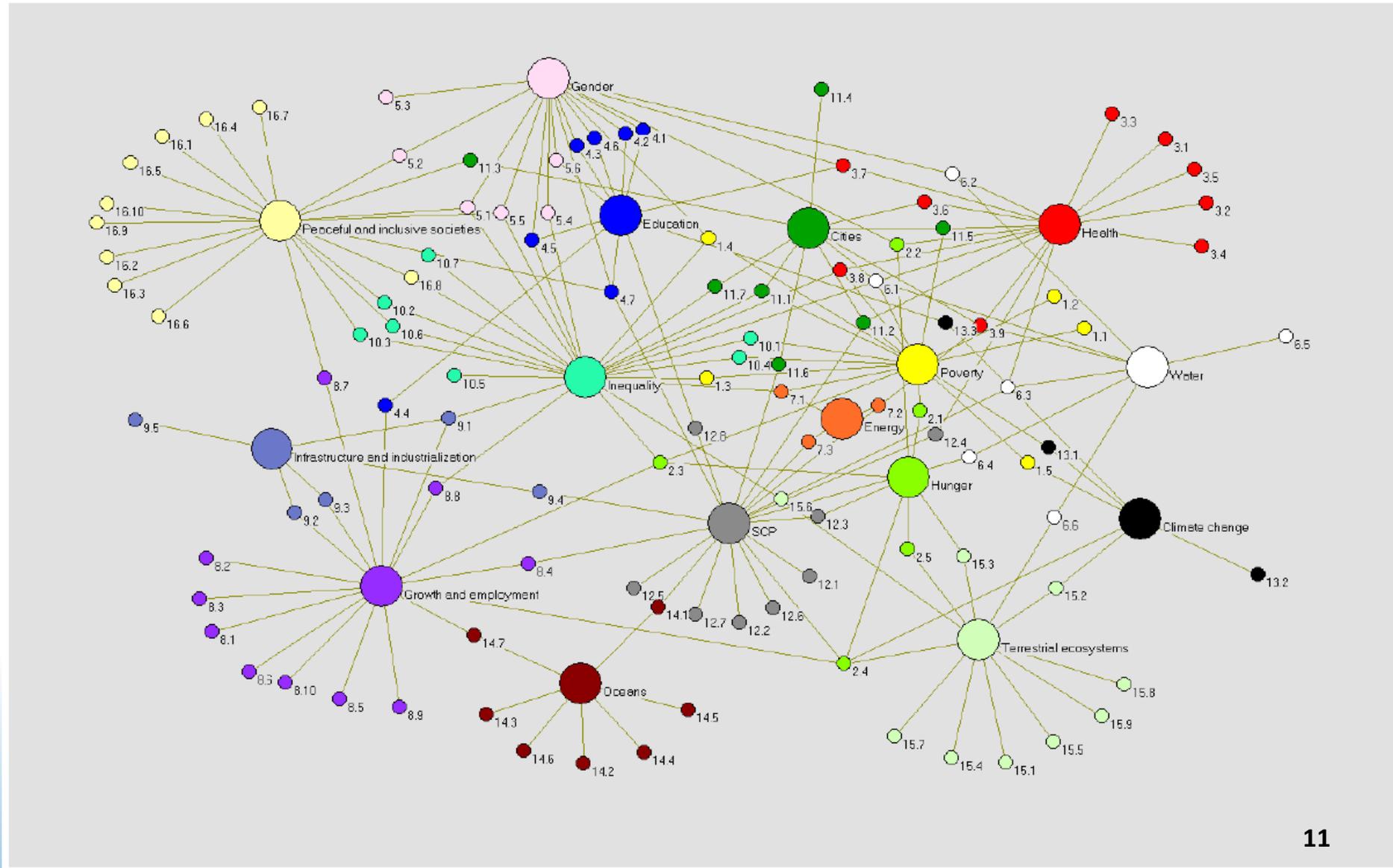
- Рациональное лесопользование;
- Энергетическая эффективность;
- «Зеленая» модернизация;
- Демографическая пирамида;
- Ликвидация бедности;
- Здоровоохранение (малярия - туберкулез);
- Доступность образования.

Подходы к визуализации многомерных данных

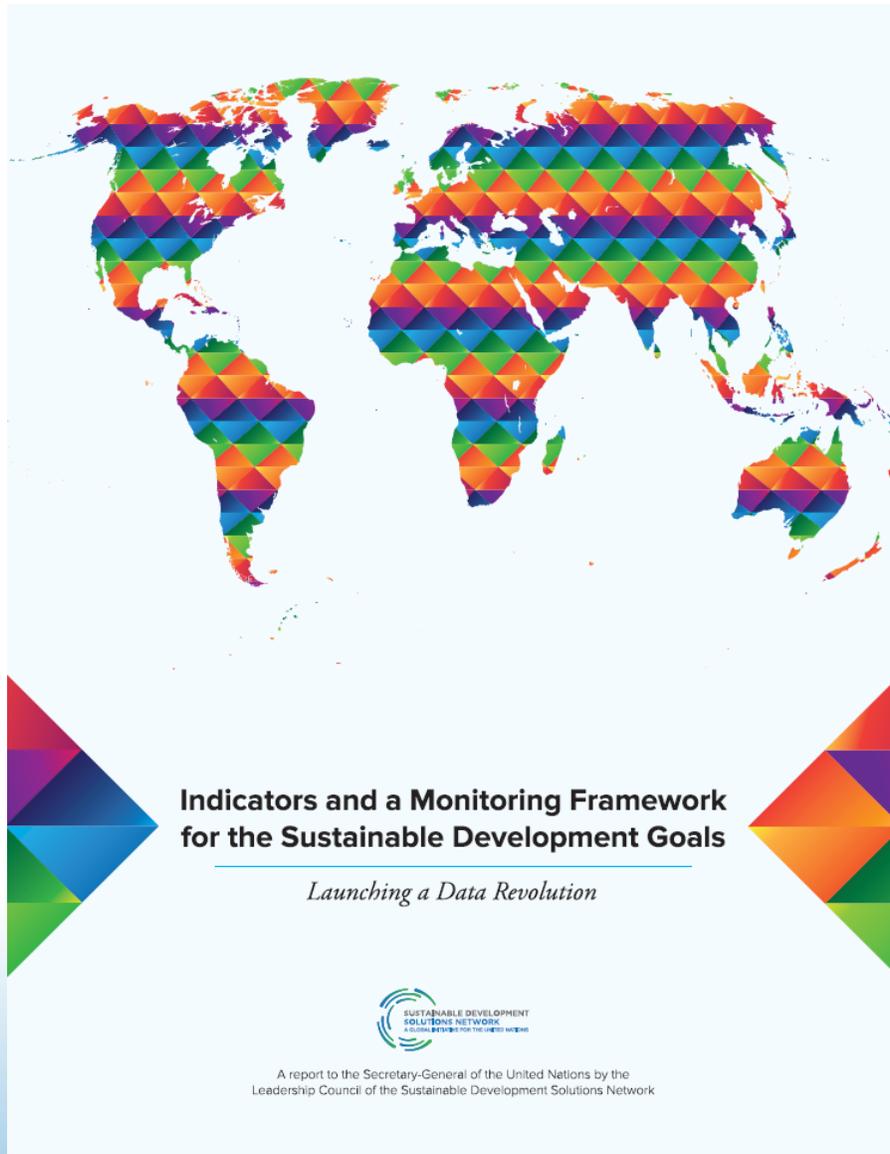
- Инфографика;
- Когнитивная графика;
- Образный анализ экспериментальных данных [Гришин В., Ковалерчук Б., 2014].

D. Le Blank, «Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets», 2015

Figure 1
The SDGs as a network of targets



Индикаторы устойчивого развития

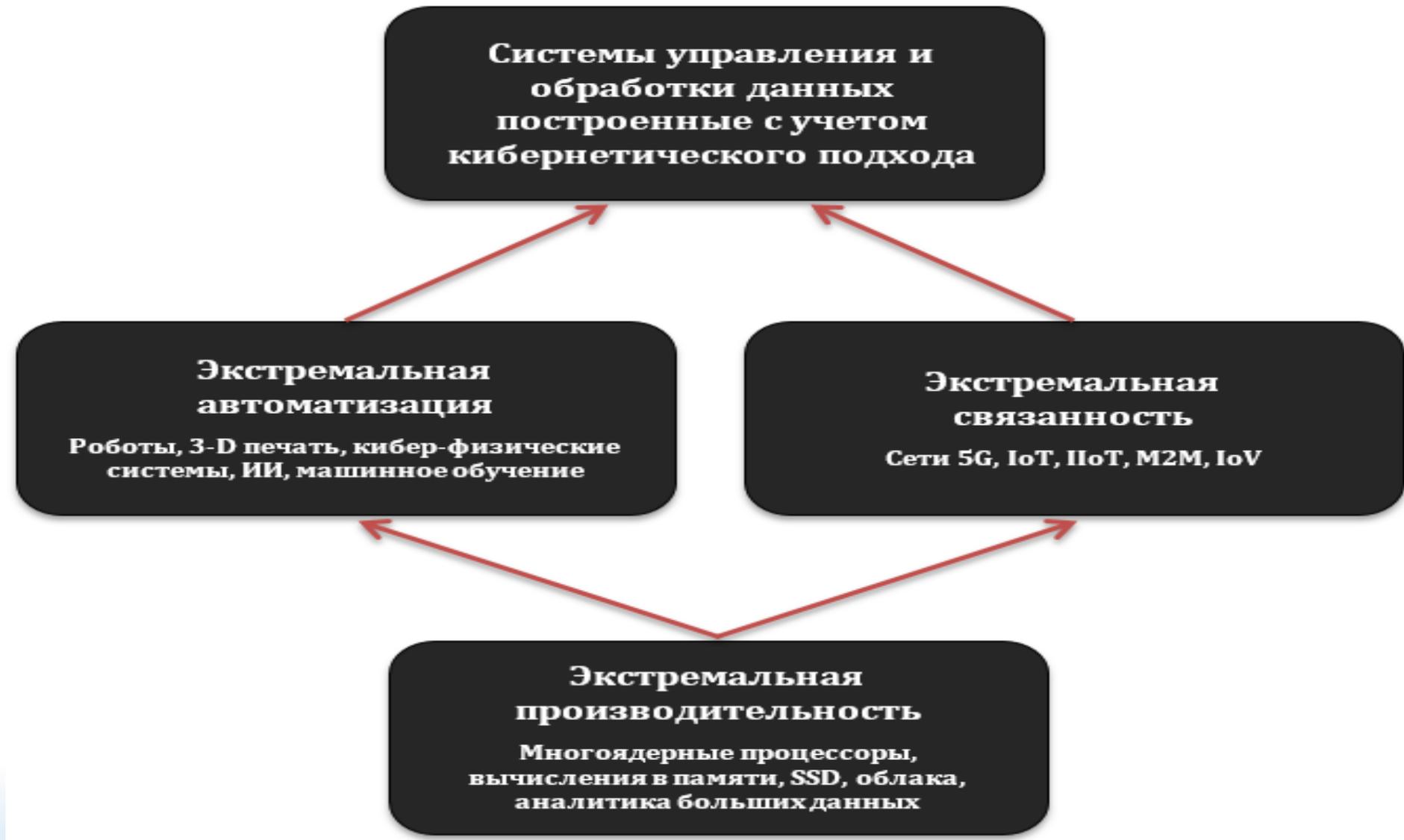


- 100 индикаторов, прикрепленных к целям
- 91 доработаны
- каждый подробно описан и определены ведущие организации

Отличия от Целей развития тысячелетия

- Цели развития тысячелетия ООН (Millennium Development Goals) 2000-2015 - предшественник ЦУР
- Два принципиальных отличия (С. Бобылёв, С. Соловьёва, 2016):
 - ЦУР частично наследует ЦРТ, но вместе с тем **гораздо шире (количественно и качественно)**, например подчёркнута взаимосвязь социальных, экономических и экологических проблем
 - Намного шире **охват по странам** (ЦРТ в основном был ориентирован на развивающиеся страны)

Концепция «зеленой» экономики **не заменяет** собой **концепцию устойчивого развития**, однако достижение устойчивости почти полностью зависит от создания правильной экономики. За десятилетия, когда новые богатства создавались с использованием модели загрязняющей, ресурсо- и энергоемкой экономики, общество не решило таких проблем, как социальное расслоение и истощение ресурсов, и мы по-прежнему далеки от достижения Целей развития тысячелетия. Устойчивость остается важнейшей долгосрочной целью, но для ее достижения мы должны сделать нашу экономику «зеленой».



Центральным пунктом новой экономики становятся [Наука о данных \(Data Science\)](#) и люди со специальностью data scientist. Под зонтичным названием Data Science сосуществует множество разных, еще не систематизированных методов и технологий для анализа больших объемов данных, а подлинной науки о данных, которую можно было бы назвать этим именем, еще нет. Data Science есть не что иное, как обобщенное название суммы технологий для производства продуктов-данных.

Экстремальная производительность – это многоядерные процессоры, вычисления в памяти, облака, аналитика [больших данных](#) и все остальное, что составляет современные компьютерные технологии. Под экстремальной связанностью понимают условия, при которых исчезают барьеры, связанные с расстоянием, временем или какими-то иными ограничениями на взаимодействия между людьми и машинами, людьми и людьми, машинами и машинами. По существу начало этому процессу было положено в 1982 году с созданием интернета

- Намного позже был предложен термин [Internet of Things \(IoT\)](#), затем "индустриальный интернет" [Industrial Internet of Things \(IIoT\)](#), а совсем недавно в связи с появлением технологии блокчейн - "интернет ценностей" (Internet of Value, IoV) и, наконец "интернет всего" (Internet of Everything, IoE). IoE объединяет людей, данные, процессы и вещи.
- Экстремальная автоматизация (extreme automation) - это, прежде всего, методы искусственного интеллекта во всех сферах человеческой деятельности - в бизнесе, в государственном управлении и даже в частной жизни. Заметим, что речь идет о так называемом

- 1-я промышленная революция (конец XVIII – начало XIX вв.) обусловлена переходом от аграрной экономики к промышленному производству за счет изобретения паровой энергии, механических устройств, развития металлургии.
- 2-я промышленная революция (2-я половина XIX в. – начало XX в.) – изобретение электрической энергии, последовавшее поточное производство и разделение труда.
- 3-я промышленная революция (с 1970 г.) - применение в производстве электронных и информационных систем, обеспечивших интенсивную автоматизацию и роботизацию производственных процессов

4-я промреволюция (Индустрия 4.0) - переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть Вещей и услуг. В широком смысле, Индустрия 4.0 характеризует текущий тренд развития автоматизации и обмена данными, который включает в себя киберфизические системы.

В отличие от природного сырья при использовании данных их количество не уменьшается, а наоборот увеличивается, что является качественно новым явлением. Создание технологий работы с данными лавинообразно формирует потребность в новых технологиях. Такого феномена положительной обратной связи экономика еще не знала. По аналогии с «электрификацией» и «компьютеризацией» теперь говорят о «датификации». Сочетание экстремальной связанности с экстремальной автоматизацией на фундаменте экстремальной производительности открывают возможность для создания больших систем, построенных на основе киберподхода

Природные ценности делят на 4 категории: минеральные и энергетические, почвенные, водные и биологические ресурсы

Российский опыт в области УР

- Устойчивое развитие и взаимосвязь эколого-экономических факторов исследуется в России на протяжении длительного времени:
 - Индикаторы устойчивого развития России. Эколого-экономические аспекты / Под ред. С.Н. Бобылева, Р.А. Макеенко, 2001.
 - *Холодков В.В., Бобылев С.Н.* Формирование современных показателей экономического развития города Москвы с учетом экологических факторов, 2004.
 - *Перелет Р. А.* Системное управление переходом к устойчивому развитию, 2009.
 - *Бобылев С.Н.* Цели и индикаторы устойчивого развития для мира и России: взгляд в будущее, 2013.

Адаптация целей и индикаторов для России

	Цели развития тысячелетия ООН	Цели, адаптированные для России
Цель 1.	Ликвидация крайней нищеты и голода	Сокращение бедности и ликвидация голода
Цель 2.	Обеспечение всеобщего начального образования	Обеспечение доступности образования
Цель 3.	Поощрение равенства мужчин и женщин и расширение прав и возможностей женщин	Обеспечение гендерного равенства и улучшения положения женщин
Цель 4.	Сокращение детской смертности	Снижение смертности детей
Цель 5.	Улучшение охраны материнства	Снижение материнской смертности
Цель 6.	Борьба с ВИЧ/СПИДом, малярией и другими заболеваниями	Борьба с ВИЧ/СПИДом, туберкулезом и другими заболеваниями
Цель 7.	Обеспечение экологической устойчивости	Обеспечение экологической устойчивости
Цель 8.	Формирование глобального партнерства в целях развития	Участие в глобальном сотрудничестве, отвечающем российским национальным интересам

С. Бобылёв и С. Соловьёва (2016) показали, как были адаптированы Цели развития тысячелетия ООН для России. Аналогичную адаптацию предполагается провести и для целей и индикаторов УР

Приоритетные направления

- На первом этапе работ необходимо выделить и адаптировать 10-15 актуальных индикаторов
- С. Бобылёв и С. Соловьёва (2016) выделяют несколько приоритетных для России направлений и связанные индикаторы:
 - ***социально-демографические проблемы***
 - ***борьба с изменением климата*** (Россия в декабре 2015 года подписала Парижское соглашение, которое предусматривает нормы выбросов CO₂)
 - ***международное партнёрство в области устойчивого развития***

I способ: отдельные индикаторы

Социально-демографические показатели

#	Индикатор УР	Примерный перевод	Нужна ли адаптация
1	Proportion of population living below national poverty line, by urban/rural (modified MDG Indicator)	Доля населения, с доходами ниже прожиточного минимума по городской/сельской местности	нет
2	Percentage of households with incomes below 50% of median income ("relative poverty")	Относительная бедность	?
3	Total fertility rate	Общий коэффициент рождаемости	?
4	Maternal mortality ratio (MDG Indicator)	Материнская смертность	нет
5	Neonatal, infant, and under-5 mortality rates (modified MDG Indicator)	Младенческая и детская (до 5 лет) смертность	нет
6	Percentage of children (36-59 months) receiving at least one year of a quality pre-primary education program	Доля детей (36-59 месяцев), которые получали качественное дошкольное образование как минимум год	да
7	HIV incidence, treatment rate, and mortality (modified MDG Indicator)	Количество ВИЧ-инфицированных, лечение и смертность	нет
8	Incidence, prevalence, and death rates associated with all forms of TB (MDG Indicator)	Заболеваемость и смертность от всех форм туберкулёза	нет
9	Probability of dying between exact ages 30 and 70 from any of cardiovascular disease, cancer, diabetes, chronic respiratory disease	Вероятность умереть между 30 и 70 от всех форм сердечно-сосудистых заболеваний, рака, диабета, хронических респираторных заболеваний	да
10	Percentage of population using safely managed water services, by urban/rural (modified MDG Indicator)	Доля населения, использующего безопасные источники воды по городскому/сельскому населению	да

Борьба с изменением климата

#	Индикатор УР	Примерный перевод	Нужна ли адаптация
1	Losses from natural disasters, by climate and non-climate-related events (in US\$ and lives lost)	Потери от природных катаклизмов (связанных с изменением климата) в \$US и жизнях	да
2	Total energy and industry-related GHG emissions by gas and sector, expressed as production and demand-based emissions (tCO ₂ e)	Общие выбросы парниковых газов в индустрии и энергетическом секторе по типу газа и по секторам	?
3	Net GHG emissions in the Agriculture, Forest and other Land Use (AFOLU) sector (tCO ₂ e)	Чистые выбросы парниковых газов в агропромышленности и другом землепользовании	?
4	Availability and implementation of a transparent and detailed deep decarbonization strategy, consistent with the 2°C - or below - global carbon budget, and with GHG emission targets for 2020, 2030 and 2050.	Доступность и применение стратегий по уменьшению уровня углерода согласно значению 2°C (или ниже) глобального бюджета углерода и целевому уровню выбросов парниковых газов на 2020, 2030 и 2050	да
5	Annual change in forest area and land under cultivation (modified MDG Indicator)	Ежегодные изменения площади лесов и культивируемых земель	нет
6	Annual change in degraded or desertified arable land (% or ha)	Ежегодные изменения в площади деградировавших или опустыненных пахотных земель	нет
7	Implicit incentives for low-carbon energy in the electricity sector (measured as US\$/MWh or US\$ per ton avoided CO ₂)	Скрытые стимулы для перехода на низкоуглеродную электроэнергию (в US\$/МВт)	?
8	Rate of primary energy intensity improvement	Показатель улучшения первичной энергоэффективности (энергосбережения)	?

Партнёрство в области устойчивого развития

#	Индикатор УР	Примерный перевод	Нужна ли адаптация
1	Official climate financing from developed countries that is incremental to ODA (in US\$)	Официальное финансирование развитыми странами климатических мер, дополнительно к ОПР (в US\$)	да
2	Domestic revenues allocated to sustainable development as percent of GNI, by sector	Доля ВНД, выделенная на устойчивое развитие, по секторам	?
3	Official development assistance and net private grants as percent of GNI	Государственные субсидии и гранты в процентах от ВНД	?
4	Private net flows for sustainable development at market rates as share of high-income country GNI, by sector	Доля частного финансирования на цели устойчивого развития по рыночным ценам как доля ВНД страны с высоким доходом, по секторам	?
5	Official development assistance and net private grants as percent of GNI	Государственные субсидии и гранты в процентах от ВНД	?

- II способ: выделить несколько **целей** и анализировать индикаторы в рамках данных целей

Извлечение актуальных показателей

- После определения актуальных показателей предполагается использовать алгоритмы извлечения информации (Information Extraction)
- Этапы для каждого показателя:
 - Определение источников
 - Определение особенностей метода извлечения
 - Применение метода для извлечения

Методы агрегирования индикаторов

Алгоритмы снижения размерности признакового пространства:



Статистические:

- регрессионные модели
- факторный анализ
- распознавание образов
- другие



Экспертные:

- иерархическая структуризация критериев и атрибутов (ИСКРА)
- метрическое и неметрическое шкалирование
- векторная стратификация
- МАУТ
- другие

Экспертные методы

- **МАУТ** (взвешенная свёртка) (*Кини Р. Л., Райфа Х., 1981*)
 - полнота, эффективность при большом числе альтернатив
 - низкая эффективность при большом числе критериев
- **Метрическое и неметрическое шкалирование** (*Айвазян С. А. и др., 1989*)
- **Вербальный анализ решений** (*Ларичев О. И., 2006*)
 - поэтапное выявление предпочтений ЛПР и проверка на непротиворечивость
 - большие трудозатраты ЛПР при увеличении числа критериев
- **Векторная стратификация** (*Глотов В. А., Павельев В. В., 1984*)
 - учёт качественных и количественных показателей
 - большие трудозатраты ЛПР и увеличение количества несравнимых альтернатив при большом числе критериев
- **ИСКРА** (иерархическая структуризация критериев и атрибутов) (*Ройзензон Г.В., 2005*)
 - возможность формировать разные наборы критериев
 - ускорение алгоритма за счёт разделения критериев на отдельные группы
- **другие**

- Обновленная версия «Руководства по применению экологических показателей в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии» на веб-сайте ЕЭК ООН. (<http://www.unep.org/env/indicators.html>).
- Также на сайте ЕЭК ООН размещен онлайн **“Словарь Терминов по Экологическим Показателям -**
(<http://www.unep.org/index.php?id=37109>.)
Этот словарь является двуязычным пособием для поиска терминов и определений, которые можно найти в глоссарии файлов Руководства Показателей.

Эколого-экономический индекс регионов РФ

WWF России, РИА Новости, 2012

Авторы (в алфавитном порядке):

С.Н. Бобылев, В.С. Минаков, С.В. Соловьева,

В.В. Третьяков

Выводы

- Рассмотрены новые цели устойчивого развития и особенности разработки ИУР с учетом принятых в ООН новых нормативных документов, учитывающих специфику разных стран;
- Проанализирован отечественный опыт разработки и использования ИУР;
- Представлен критический обзор математического инструментария, который может быть использован для построения различных интегральных показателей;
- Предложен подход анализа больших данных применительно к задаче разработки ИУР.

Литература

Бритков В. Б., Булычев А. В., Ноздрин Ю. В. Системный анализ комплексов моделей сложных систем. — М.: ИСА РАН, 2012.

Ларичев О. И. Вербальный анализ решений. — М.: Наука, 2006. — 181 с.

Метод многокритериальной классификации ЦИКЛ и его применение для анализа кредитного риска / А. А. Асанов, О. И. Ларичев, Г. В. Ройзензон и др. // *Экономика и математические методы*. — 2001. — Т. 37, № 2. — С. 14–21.

Гвишиани Д. М. Системный подход к исследованию глобальных проблем // *Наука и человечество* / Под ред. А. А. Логунова, А. П. Александрова, Н. Г. Басова и др. — М.: Знание, 1984. — С. 237–249.

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нестандартных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды / В. А. Геловани, А. А. Башлыков, В. Б. Бритков, Е. Д. Вязилов. — М.: Эдиториал УРСС, 2001. — 304 с.

Ильин Н. И., Демидов Н. Н., Новикова Е. В. Ситуационные центры: опыт, состояние, тенденции развития. — М.: МедиаПресс, 2011. — 335 с.

Литература

Ройзензон Г. В. Способы снижения размерности признакового пространства для описания сложных систем в задачах принятия решений // *Новости искусственного интеллекта*. — 2005. — № 1. — С. 18–28.

Зацаринный А. А., Шабанов А. П. Технология информационной поддержки деятельности организационных систем на основе ситуационных центров. — М.: Торус Пресс, 2015. — 232 с.

Геловани В. А., Бритков В. Б., Дубовский С. В. СССР и Россия в глобальной системе (1985-2030): Результаты глобального моделирования. — М.: Книжный дом «Либроком», 2014. — 320 с.

Поспелов Д. А. Ситуационное управление. Теория и практика. — М.: Наука, 1986. — 288 с.

Фридман А.Я., Олейник А.Г., Матвеев П.И. Ситуационные СППР муниципального управления. Институт информатики КНЦ РАН, г. Апатиты, доклад МГИС'99.

Larichev O. I. Interactive Decision Support Systems for Top Decision Makers // *Policy Analysis: Tools for Critical Choice by Top Decision Makers* / Ed. by Y. Dror. — United Nations, 1994.

Литература

Фридман А.Я. Ситуационное управление структурой промышленно-природных систем. Методы и модели. – Saarbrücken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing, 2015.

Ройзензон Г. В. Формирование критериев оценки для выбора сложной технической системы // Труды Девятой национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2004). — Т. 2. — М.: Физматлит, 2004. — С. 861–868.

Бритков В.Б., Езерова Л.В., Перелет Р.А. Системный анализ проблем глобального климата. Журнал «Общественные науки и современность». Изд. «Наука», N 2, 2014. - С. 165-176.

Петровский А. Б., Ройзензон Г. В. Многокритериальный подход к построению интегральных показателей // *Таврический Вестник Информатики и Математики*. — 2008. — № 2. — С. 143–150.

Индикаторы устойчивого развития России (эколого-экономические аспекты). / Под ред. С.Н. Бобылева, П.А. Макеенко – М.: ЦПРП, 2001. – 220 с.