

## **Автоматизированный системно-когнитивный анализ устойчивости и детерминированности региональных природно-антропогенных систем**

### **Lutsenko Eugeny Veniaminovich**

Professor, doctor of economic Sciences, candidate of technical Sciences, Professor  
Professor of the Department of computer technologies and systems  
Kuban state agrarian University, 350044, Russia, Krasnodar, Kalinin str., 13,  
e-mail: [prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com) <http://lc.kubagro.ru/>.

### **Grushevskaya Tatyana Mikhailovna**

Professor, doctor of Philology, head of the Department of French Philology,  
Kuban state University, 350040 Krasnodar, Stavropol str., 149,  
e-mail: [kff-kubsu@yandex.ru](mailto:kff-kubsu@yandex.ru)

### **Grushevskaya Elena Sergeevna**

Professor, doctor of Philology, Associate Professor of the Department of English Philology,  
Kuban state University, 350040 Krasnodar, Stavropol str., 149,  
e-mail: [kff-kubsu@yandex.ru](mailto:kff-kubsu@yandex.ru)

**Аннотация (Abstract).** Целью исследования является разработка инновационной интеллектуальной технологии исследования устойчивости и детерминированности влияния экологии на продолжительность жизни населения региона. В качестве исходных данных для исследования использованы официальные данные Росстата по регионам Российской Федерации. Для достижения сформулированной цели применен инновационный метод искусственного интеллекта: Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос». АСК-анализ является системным анализом, т.е. по сути современным методом научного познания, автоматизированным путем его структурирования по базовым когнитивным операциям, а система «Эйдос» таким образом является инструментом научного познания, системой научных исследований, разработанной в универсальной постановке, независимой от предметной области. Для достижения цели путем ее декомпозиции поставлены и решены следующие задачи, являющиеся этапами достижения цели: 1) когнитивно-целевая структуризация предметной области; 2) формализация предметной области (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки); 3) синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей влияния экологии на продолжительность жизни населения региона; 4) исследование устойчивости влияния экологии на продолжительность жизни населения региона; 5) исследование детерминированности влияния экологии на продолжительность жизни населения региона.

**Ключевые слова (Keywords):** Автоматизированный системно-когнитивный анализ экологические факторы качество жизни

### **Introduction (Введение)**

**Целью** исследования является разработка инновационной интеллектуальной технологии исследования устойчивости и детерминированности влияния экологии на продолжительность жизни населения региона.

Для достижения поставленной цели сформулированы и решены следующие **задачи**, полученные в результате декомпозиции цели и являющиеся этапами ее достижения:

**Задача-1:** когнитивно-целевая структуризация предметной области;

**Задача-2:** формализация предметной области (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки);

**Задача-3:** синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей влияния экологии на продолжительность жизни населения региона;

**Задача-4:** исследование устойчивости влияния экологии на продолжительность жизни населения региона;

**Задача-5:** исследование детерминированности влияния экологии на продолжительность жизни населения региона.

### **Methods (Методы)**

Для достижения сформулированной цели и решения поставленных задач применена новая инновационная интеллектуальная технология: Интеллектуальная система «Эйдос», являющаяся

программным инструментарием Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) имеет ряд особенностей, которые обусловили выбор АСК-анализа в качестве метода и инструмента достижения цели и решения поставленных задач:

- является универсальной и может быть применена во многих предметных областях, т.к. разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>). Система «Эйдос» является автоматизированной системой, т.е. предполагает непосредственное участие человека в реальном времени при решении задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области (автоматические системы работают без такого участия человека);

- находится в полном открытом бесплатном доступе (<http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>), причем с актуальными исходными текстами (<http://lc.kubagro.ru/AidosALL.txt>): открытая лицензия: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), и это означает, что ей могут пользоваться все, кто пожелает, без какого-либо дополнительного разрешения со стороны первичного правообладателя – автора системы «Эйдос» проф. Е.В.Луценко (отметим, что система «Эйдос» создана полностью с использованием только лицензионного инструментального программного обеспечения и на нее имеется 31 свидетельство РосПатента РФ);

- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта: «имеет нулевой порог входа» (есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года) (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>);

- реально работает, обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения (т.е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть);

- имеет «нулевой порог входа», содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и 274, соответственно) ([http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf));

- поддерживает on-line среду накопления знаний и обмена ими, широко используется во всем мире (<http://aidos.byethost5.com/map5.php>);

- обеспечивает мультязычную поддержку интерфейса на 51 языке. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решения этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA);

- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач классификации, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных форм (развития когнитивная графика), у многих из которых нет никаких аналогов в других системах (примеры форм можно посмотреть в работе: [http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18\\_LLS/aidos18\\_LLS.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf));

- хорошо имитирует человеческий стиль мышления: дает результаты анализа, понятные экспертам на основе их опыта, интуиции и профессиональной компетенции;

- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предлагает без какой-либо предварительной обработки осмыслить эти данные и тем самым преобразовать их в информацию, а затем преобразовать эту информацию в знания путем ее применения для достижения целей (т.е. для управления) и решения задач классификации, поддержки принятия решений и содержательного эмпирического исследования моделируемой предметной области.

В чем сила подхода, реализованного в системе Эйдос? В том, что она реализует подход, эффективность которого не зависит от того, что мы думаем о предметной области и думаем ли вообще. Она формирует модели непосредственно на основе эмпирических данных, а не на основе наших представлений о механизмах реализации закономерностей в этих данных. Именно поэтому Эйдос-модели эффективны даже если наши представления о предметной области ошибочны или вообще отсутствуют.

В этом и слабость этого подхода, реализованного в системе Эйдос. Модели системы Эйдос - это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного механизма детерминации, а только сам факт и характер детерминации. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах.

### Results (Результаты)

Рассмотрим решение каждой задачи и результаты этого решения.

#### Определим некоторые термины.

Шкалы используются для формализованного описания предметной области.

По типу данных и степени формализации описания предметной области шкалы могут быть текстовые или числовые, текстовые шкалы могут быть номинальные и порядковые.

Классификационные шкалы описывают обобщающие категории, соответствующие текущим или будущим состояниям объекта моделирования.

Описательные шкалы описывают свойства их значения, или факторы и их значения.

Класс – это градация классификационной шкалы.

Признак – это градация описательной шкалы.

Задача-1: когнитивно-целевая структуризация предметной области.

Данный этап АСК-анализа единственный, не автоматизированный в его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос».

На этом этапе АСК-анализа решается, что мы рассматриваем как факторы, а что как результаты их влияния. В качестве факторов мы рассматриваем показатели, характеризующие состояние экологии в различных регионах Российской Федерации (таблица 1), а в качестве результатов влияния этих факторов – продолжительность жизни населения регионов (таблица 2).

Таблица 1 – Классификационные шкалы

Код	Наименование
1	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)
2	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)
3	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)

Таблица 2 – Описательные шкалы

Код	Наименование
1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО
2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%
3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%
4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО
5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%
6	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%
7	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%

Задача-2: формализация предметной области (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки).

Однако для синтеза моделей, отражающих устойчивость и детерминированность влияния экологии на продолжительность жизни, одного решения задачи 1 недостаточно.

Для этого необходимо еще:

– разработать справочники значений экологических факторов, влияющих на продолжительность жизни (таблица 3);

– справочники, отражающие продолжительность жизни (таблица 4).

Затем исходные данные (таблица 5) необходимо закодировать с использованием этих справочников и получить в результате этого обучающую выборку (таблица 6). Обучающая выборка представляет собой базу исходных данных, нормализованную с помощью справочников факторов и их значений и результатов влияния этих факторов.

Таблица 3 – Описательные шкалы и градации (признаки) (фрагмент)

Код	Наименование
1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-1/3-{24.8000000, 135.9000000}
2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-2/3-{135.9000000, 376.1000000}
3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-3/3-{376.1000000, 3225.2000000}
4	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-1/3-{2.1276596, 30.7613694}
5	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-2/3-{30.7613694, 53.9325843}
6	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-3/3-{53.9325843, 93.3247754}
7	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-1/3-{6.6752246, 43.2065940}

Таблица 4 – Классификационные шкалы и градации (классы) (фрагмент)

Код	Наименование
1	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-1/3-{61.7900000, 69.1900000}
2	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-2/3-{69.1900000, 70.5600000}
3	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-3/3-{70.5600000, 78.8400000}
4	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-1/3-{56.3700000, 63.1700000}
5	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-2/3-{63.1700000, 64.7800000}
6	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-{64.7800000, 75.9700000}
7	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-1/3-{66.4200000, 75.2600000}

Таблица 5 – Исходные данные (фрагмент)\*

Регион Российской Федерации	Продолжительность жизни (Оба пола)	Продолжительность жизни (Мужчины)	Продолжительность жизни (Женщины)	Выбросы в атм.загр.р.вещ.-всего	Выбросы в атм.загр.р.вещ.от стац.источ.%	Выбросы в атм.загр.р.вещ.от передви.источ.%	Число водн.источников-всего	Водн.источн.не соотв.сан.нормам,%	Водн.источн.,не соотв.сан.-хим.сост.%	Водн.источн.,не соотв.нормам, по микроб иол.%
Алтайский край	69,77	64,11	75,44	430,60	46,73	53,27	40,00	0,00	9,30	0,00
Амурская область	66,38	60,59	72,59	216,50	57,92	42,08	450,00	7,78	39,10	28,70
Архангельская область	70,16	64,11	76,27	365,00	67,23	32,77	916,00	31,22	26,10	22,70
Астраханская область	71,34	65,91	76,72	225,10	57,97	42,03	18,00	0,00	45,80	12,50
Белгородская область	72,16	66,86	77,32	274,60	42,86	57,14	2991,00	13,07	47,00	30,20
Брянская область	69,75	63,32	76,32	109,10	33,64	66,36	6090,00	15,48	38,00	37,20
Владимирская область	69,13	62,78	75,44	133,90	24,20	75,80	1291,00	22,77	52,80	44,60

Источник данных: <https://rosstat.gov.ru/>

Таблица 6 – Обучающая выборка (фрагмент)\*

Наименование региона РФ	N2	N3	N4	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19
Алтайский край	2	5	8	3	5	8	10		16	
Амурская область	1	4	7	2	6	7	11	13	18	21
Архангельская область	2	5	8	2	6	7	11	15	16	20
Астраханская область	3	6	9	2	6	7	10		18	19
Белгородская область	3	6	9	2	5	8	12	14	18	21
Брянская область	2	5	9	1	5	8	12	14	17	21
Владимирская область	1	4	8	1	4	9	12	14	18	21

**Задача-3:** синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей влияния экологии на продолжительность жизни населения региона.

Решение первых двух задач АСК-анализа создало все необходимые и достаточные условия для решения 3-й задачи, т.е. для синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей влияния экологии на продолжительность жизни населения региона.

Для синтеза моделей запускаем режим 3.5 интеллектуальной системы «Эйдос», которая в настоящее время является единственной системой, полностью автоматизирующей АСК-анализ. В результате работы режима 3.5 созданы 3 статистические и 7 системно-когнитивных моделей. В данной работе математическая модель не приводится, т.к. она подробно описана в ряде работ [8-14].

Верификация моделей – это процесс измерения их достоверности, адекватности, правильности отражения в модели моделируемой предметной области.

Если модель адекватна, то ее корректно использовать для решения различных задач: идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области. Если же модель неадекватна то этого делать ни в коем случае нельзя. Если же степень адекватности модели неизвестна (не оценивалась), то ее применение для решения задач выработки рекомендаций, предназначенных для реализации на практике, является крайне безответственным и авантюристичным, а точнее сказать просто профанацией и дискредитацией всей науки о прогнозировании и принятии решений. Причина очень проста: если модель с неизвестной достоверностью окажется неадекватна, то применение на практике рекомендаций, выработанных с ее применением, может иметь самые тяжелые и даже тяжкие последствия.

Эту адекватность моделей можно оценивать путем сравнения результатов решения различных задач в этих моделях с фактом с использованием ретроспективных данных (данных прошлых периодов). Для этого могут быть использованы задачи идентификации (классификации, распознавания, диагностики) и прогнозирования. А задача принятия решений для этого не подходит, т.к. не может быть решена на ретроспективных данных и предполагает применение результатов решения этой задачи на практике до оценки достоверности модели, что неприемлемо. Задача исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели подходит для оценки достоверности модели только в том случае, если предметная область уже хорошо изучена.

В системе «Эйдос» адекватность модели оценивается путем решения задачи идентификации (прогнозирования) и сравнения результатов решения этой задачи с фактом с применением F-меры Ван Ризбергера и ее инвариантное относительно объемов данных нечеткого мультиклассового обобщения (Луценко 2017).

По результатам оценки достоверности модели обоснованно сделать вывод о том, что достоверность модели по мере L1 оказалась достаточно высокой (0,713 при максимуме 1,000) для того, чтобы можно было корректно применить ее для решения задач исследования устойчивости и детерминированности продолжительности жизни в регионах от экологической обстановки в них.

Задача-4: исследование устойчивости влияния экологии на продолжительность жизни населения региона.

Региональная природно-антропогенная система является динамической системой.

Считается [15], что:

- устойчивость динамической системы – это ее способность возвращаться в исходное установившееся состояние после снятия внешних воздействий (возмущений);
- линейная система, устойчивая при малых возмущениях, будет устойчива и при больших, при этом отклонение системы от установившегося состояния в целом пропорционально величине возмущения;
- нелинейные системы могут быть устойчивы при малых возмущениях и неустойчивы при больших, отклонение системы от установившегося состояния при малых возмущениях может быть почти пропорционально величине возмущения, но при увеличении возмущения отклонение может изменяться нелинейно и скачкообразно.

Поэтому устойчивость систем исследуется отдельно для случая малых и больших возмущений

В АСК-анализе и системе «Эйдос» устойчивость влияния фактора на результаты описывается в форме когнитивных функций. Когнитивная функция представляет собой графическое отображение силы и направления влияния различных значений некоторого фактора на переходы объекта управления в будущие состояния [8-14]. Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию. Когнитивные функции являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой "Эйдос". Необходимо отметить, что на вид функций влияния математической моделью АСК-анализа не накладывается никаких ограничений, в частности, они могут быть и не дифференцируемые. Разработка содержательной научной интерпретации когнитивных функций представляет собой способ познания природы, общества и человека. В данной работе когнитивные функции не могут быть приведены из-за ограниченности ее объема.

Анализ когнитивных функций показывает, что:

- 1) существует устойчивая обратно-пропорциональная зависимость между:
  - продолжительностью жизни в регионах (оба пола) и количеством выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников;
  - продолжительностью жизни в регионах (женщины) и количеством выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников;
  - продолжительностью жизни в регионах (мужчины) и числом водных источников;
  - продолжительностью жизни в регионах (мужчины) и числом водных источников, не соответствующих санитарным нормам;
  - продолжительностью жизни в регионах (женщины) и числом водных источников, не соответствующих санитарным нормам;
- 2) существует неустойчивая обратно-пропорциональная зависимость между:
  - продолжительностью жизни в регионах (оба пола) и числом водных источников, не соответствующих санитарным нормам;
  - продолжительностью жизни в регионах (мужчины) и числом водных источников, не соответствующих санитарным нормам;
  - продолжительностью жизни в регионах (женщины) и числом водных источников, не соответствующих санитарным нормам;
- 3) существует устойчивая прямо-пропорциональная зависимость между:
  - продолжительностью жизни в регионах (женщины) и количеством выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от передвижных источников;
  - продолжительностью жизни в регионах (женщины) и числом водных источников, не соответствующих нормам по санитарно-химическому составу.

Если устойчивые и даже неустойчивые обратно-пропорциональные зависимости между экологическими факторами и продолжительностью жизни (п.1 и п.2) вполне можно понять

содержательно, то устойчивые прямо-пропорциональные зависимости, приведенные в п.3 являются несколько неожиданными. Тем ни менее эти зависимости можно обоснованно считать твердо установленными на основе исходных эмпирических данных. По-видимому, эти зависимости можно объяснить тем, что количество выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от передвижных источников (автомобилей) и число водных источников, не соответствующих нормам по санитарно-химическому составу, положительно связано у уровнем жизни и качеством медицинского обслуживания населения.

**Задача-5:** исследование детерминированности влияния экологии на продолжительность жизни населения региона.

**Значимость градации описательной шкалы (значения фактора)** – это вариабельность значений в соответствующей ей строке матрицы модели. Значимость градации описательной шкалы количественно показывает ее ценность или полезность для решения задачи идентификации объектов обучающей выборки по классам. Можно сказать, что значимость градации шкалы отражает количество информации, содержащееся в ней о принадлежности или непринадлежности объектов к различным классам.

**Значимость шкалы (фактора)** – это среднее значимости ее градаций. Значимость описательной шкалы количественно показывает среднюю ценность или полезность ее градаций для решения задачи идентификации объектов обучающей выборки по классам. Можно сказать, что значимость шкалы отражает среднее количество информации, содержащееся в ее градациях о принадлежности или непринадлежности объектов обучающей выборки со свойствами, кодируемыми данной шкалой, к различным классам (таблица 7).

Таблица 7 – Сила влияния экологических факторов на продолжительность жизни в регионах в системно-когнитивной модели INF4

№	Код	Наименование	Значимость фактора, %	Значимость фактора нараст. итогом, %
1	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%	20,75	20,75
2	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%	19,29	40,04
3	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО	18,07	58,11
4	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%	11,85	69,96
5	6	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%	11,28	81,24
6	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО	10,73	91,97
7	7	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%	8,03	100,00

Из таблицы 7 видно, что сильнее всего на продолжительность жизни влияют выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от передвижных и стационарных источников, а также число водоемов, а слабее всего – число водных источников, не соответствующих нормам по микробиологии. Самый сильный по влиянию на продолжительность жизни экологический фактор влияет более чем в 2.5 раза сильнее, чем самый слабый.

**Степень детерминированности (обусловленности) класса** в системе «Эйдос» количественно оценивается **степенью вариабельности значений** классификационных шкал в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу. В таблице 8 приведена степень детерминированности классов в системно-когнитивной модели INF4.

Таблица 8 – Степень детерминированности классов в системно-когнитивной модели INF4

№	Код	Наименование	Детерминированность, %	Детерминированность нараст. итог, %
1	6	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-{64.7800000, 75.9700000}	14,33	14,33
2	3	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-3/3-{70.5600000, 78.8400000}	13,36	27,69
3	7	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-1/3-{66.4200000, 75.2600000}	12,53	40,23
4	9	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-3/3-{76.3000000, 81.3200000}	11,39	51,62
5	1	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-1/3-{61.7900000, 69.1900000}	11,30	62,92
6	4	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-1/3-{56.3700000, 63.1700000}	9,73	72,65
7	8	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-2/3-{75.2600000, 76.3000000}	9,53	82,18
8	5	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-2/3-{63.1700000, 64.7800000}	9,49	91,67
9	2	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-2/3-{69.1900000, 70.5600000}	8,33	100,00

Из таблицы 8 видно, что в наибольшей степени от экологических факторов зависит максимальная продолжительность жизни мужчин, и в несколько в меньшей мере минимальная и

максимальная продолжительность жизни женщин. Средняя продолжительность жизни по обоим полам обусловлена экологическими факторами слабее всего.

Максимальная продолжительность жизни мужчин детерминирована экологическими факторами в 1,7 сильнее, чем средняя продолжительность жизни по обоим полам.

Степень детерминированности классификационных шкал является средним от степени детерминированности их градаций, т.е. классов. По сути, степень детерминированности классификационных шкал – это *степень управляемости* будущими состояниями объекта управления, соответствующими классам путем использования для управления экологических факторов. В таблице 9 приведена степень детерминированности классификационных шкал в системно-когнитивной модели INF4.

Таблица 9 – Степень детерминированности классификационных шкал в системно-когнитивной модели INF4

№	Код	Наименование	Детерминированность, %	Детерминированность нараст. итогом, %
1	2	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)	33,6	33,6
2	3	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)	33,5	67,0
3	1	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)	33,0	100,0

Из таблицы 9 видно, что мужчины подвержены влиянию экологических факторов немного в большей степени, чем женщины.

### Discussion (Обсуждение)

При проведении исследования была создана достоверная системно-когнитивная модель влияния экологических факторов на продолжительность жизни в регионах. Эта модель:

- построена непосредственно на основе эмпирических о моделируемой предметной области;
- имеет высокую устойчивость результатов по отношению к погрешностям в исходных данных;
- обеспечивает корректную сопоставимую количественную обработку разнородных по своей природе взаимосвязанных факторов, измеряемых в различных единицах измерения, имеет высокую точность и независимость результатов расчетов от единиц измерения исходных данных.

Результаты решения задачи исследования устойчивости и детерминированности состояний моделируемого объекта путем исследования его модели, имеют высокий уровень научной новизны:

- получены когнитивные функции, отражающие количество информации, содержащееся в значениях экологических факторов о продолжительности жизни мужчин и женщин в регионах (по всем сочетаниям классификационных и описательных шкал);
- количественно оценены сила и направление влияния экологических факторов на продолжительность жизни в регионах, оценена устойчивость этого влияния и степень детерминированности продолжительности жизни экологическими факторами.

### Conclusions (Выводы)

В исследовании предложена и продемонстрирована на реальном численном примере возможность исследования сила и направления влияния экологических факторов на продолжительность жизни в регионах с применением АСК-анализа и системы «Эйдос». В работе представлена лишь небольшая доля возможностей исследования объекта моделирования путем исследования его моделей, предоставляемых данным методом.

Материалы данного исследования могут быть использованы при исследовании устойчивости и детерминированности различных региональных природно-антропогенных систем.

Этим и другим применениям должно способствовать и то, что система «Эйдос» находится в полном открытом бесплатном доступе (с открытыми исходными текстами) на сайте ее автора по адресу: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, а интеллектуальное приложение, созданное в ходе данного исследования, размещено в Эйдос-облаке под номером 275 и доступно для установки и изучения в диспетчере приложений системы «Эйдос» (режим 1.3).

Данное исследование посвящено краткому описанию возможностей исследования влияния экологических факторов на продолжительность жизни населения регионов, предоставляемых АСК-анализом и его инструментарием – интеллектуальной системой «Эйдос». Выше говорилось о том, что совершенно аналогично можно исследовать влияние не только экологических, но и любых других антропогенных и природных факторов на самые различные аспекты природы, общества и человека. Исходные данные, достаточные для подобных исследований, сегодня есть в открытом доступе.

## References (Литература)

1. Claes, C., Van Hove, G., Vandeveld, S., van Loon, J., & Schalock, R. (2012). The influence of supports strategies, environmental factors, and client characteristics on quality of life-related personal outcomes. *Research in developmental disabilities*, 33(1), 96-103.
2. Hunter, D. J., March, L., & Sambrook, P. N. (2002). Knee osteoarthritis: the influence of environmental factors. *Clinical and experimental rheumatology*, 20(1), 93-100.
3. Żróbek, S., Trojanek, M., Żróbek-Sokolnik, A., & Trojanek, R. (2015). The influence of environmental factors on property buyers' choice of residential location in Poland. *Journal of International Studies*, 7(3), 163-173.
4. Olden, K., & White, S. L. (2005). Health-related disparities: influence of environmental factors. *Medical Clinics*, 89(4), 721-738.
5. Paula, J. S., Leite, I. C., Almeida, A. B., Ambrosano, G. M., Pereira, A. C., & Mialhe, F. L. (2012). The influence of oral health conditions, socioeconomic status and home environment factors on schoolchildren's self-perception of quality of life. *Health and quality of life outcomes*, 10(1), 6.
6. Fürst, T., Silué, K. D., Ouattara, M., N'Goran, D. N., Adiossan, L. G., N'Guessan, Y., ... & Utzinger, J. (2012). Schistosomiasis, soil-transmitted helminthiasis, and sociodemographic factors influence quality of life of adults in Côte d'Ivoire. *PLoS neglected tropical diseases*, 6(10).
7. Casson, S., & Gray, J. E. (2008). Influence of environmental factors on stomatal development. *New phytologist*, 178(1), 9-23.
8. Lutsenko, E.V., Semenenko, K.A., Snimschikova, I.V., Loiko, V.I., Semenenko, M.P. Mathematical Model of the Influence of Transnationalization on the Russian Agricultural Machinery Market, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2020, 1225 AISC, стр. 210–222.
9. Lutsenko, E.V., Grin, V.A., Semenenko, K.A., Kuzminova, E.V., Kuzminov, N.D., ASC-Analysis of the Dependence of Volume and Structure of Highly Productive Dairy Cattle Incidence in Krasnodar Region, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2020, 1294, стр. 510–526.
10. Lutsenko, E.V., Troshin, L.P., Zviagin, A.S., Milovanov, A.V., Application of the automated system-cognitive analysis for solving problems of genetics, *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 2018, 41(2), стр. 1–8, DOI: 10.26480/JMERD.01.2018.01-08.
11. Baranovskaya, T.P., Loiko, V.I., Vostroknutov, A.Y., Lutsenko, Y.V., Burda, A.G., Developing a business model and a strategy map for objectives in the enterprise architecture of an agro-industrial corporation, *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 2016, 14(9), стр. 6015–6037.
12. Lutsenko, E.V. Conceptual principles of the system (emergent) information theory and its application for the cognitive modelling of the active objects (entities), *Proceedings - 2002 IEEE International Conference on Artificial Intelligence Systems, ICAIS 2002*, 2002, стр. 268–269, 1048109.
13. Semenenko, Ksenia A.; Lutsenko, Eugeny V.; Snimshchikova, Irina V.; Loiko, Valery I. Automated system-cognitive analysis of the dependence of export and import of agricultural machinery on its production (the case of Russia), Published:Feb 2020 in Iv(vi)th All-russia Scientific-practical Conference Prospects of Development and Challenges of Modern Botany, DOI: 10.1051/BIOCONF/20201700140.
14. Lutsenko, Eugeny V.; Korzhakov, Valery E.; Loiko, Valery I. Intellectual analysis of spectral images of plants, Published:Feb 2020 in Iv(vi)th All-russia Scientific-practical Conference Prospects of Development and Challenges of Modern Botany, DOI: 10.1051/BIOCONF/20201700142.
15. Bukreev V. G., Krasnov I. Yu. Fundamentals of the theory of regulation of continuous systems: Training manual. Tomsk: TPU Publishing House, 2006. - 119 p.