

УДК 1

DOI: 10.34670/AR.2023.80.41.002

Паттерны общей теории систем. Часть 3. Паттерны изменения систем

Грибков Андрей Армович

Доктор технических наук,
главный научный сотрудник кафедры робототехники и мехатроники,
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
127994, Российская Федерация, Москва, Вадковский пер., 1;
e-mail: andarmo@yandex.ru

Аннотация

В основе описания существования систем, по мнению автора, лежат три набора паттернов: паттерны образования систем, паттерны устойчивости систем и паттерны изменения систем. Паттернами мы будем называть шаблоны форм и отношений элементов внутри системы, широко распространенные в различных предметных областях. В рамках данной статьи мы рассмотрим паттерны изменения систем. Для этого необходимо сформулировать ключевые вопросы, из ответа на которые выявляется многообразие вариантов паттернов изменения систем. Статья посвящена исследованию универсальных механизмов обеспечения изменений различных систем в мироздании и объединению выявленных закономерностей в виде паттернов. В качестве подхода к классификации паттернов изменения систем предлагается рассмотрение вариантов ответов на четыре вопроса: «Сохраняется ли система в процессе изменений?», «В каком направлении изменяется система?», «Что является источником изменений системы?» и «Насколько активно происходит изменение системы?». На основе ответов на эти вопросы формируется репрезентативный набор из десяти групп паттернов: паттерны устойчивого прогресса, паттерны устойчивого регресса, паттерны устойчивого развития, паттерны разрушения извне, паттерны спонтанного разрушения, паттерны деградации, паттерны самоуничтожения, паттерны замещения, паттерны переконфигурации, паттерны превращения. Конечная сложность описания всего многообразия паттернов изменения систем является аргументом в пользу познаваемости мира.

Для цитирования в научных исследованиях

Грибков А.А. Паттерны общей теории систем. Часть 3. Паттерны изменения систем // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. 2023. Том 12. № 1А. С. 33-41. DOI: 10.34670/AR.2023.80.41.002

Ключевые слова

Паттерн, изменение систем, устойчивость, прогресс, регресс, развитие, разрушение, деградация, самоуничтожение, замещение.

Введение

В основе описания существования систем, по мнению автора, лежат три набора паттернов: паттерны образования систем, паттерны устойчивости систем и паттерны изменения систем. Паттернами (от лат. *patronus* – модель, образец, шаблон, выкройка) мы будем называть шаблоны форм и отношений элементов внутри системы, широко распространенные в различных предметных областях.

В рамках данной статьи мы рассмотрим паттерны изменения систем. Для этого необходимо сформулировать ключевые вопросы, из ответа на которые выявляется многообразие вариантов паттернов изменения систем.

Основная часть

Для осмысления сущности механизма (или механизмов) обеспечения изменений в той или иной системе необходимо ответить на четыре основных вопроса: сохраняется ли система в процессе изменений? В каком направлении изменяется система? Что является источником изменений системы? Насколько активно происходит изменение системы?

На первый сформулированный вопрос («Сохраняется ли система в процессе изменений?») возможны следующие варианты ответа:

– Имеет место устойчивое изменение системы, при котором баланс взаимодействий элементов системы между собой и внешними элементами сохраняется или изменяется без разрушения системы. Подобное устойчивое изменение системы характерно для эволюции материи (от физических до биологических структур и форм [Лима-де-Фариа, 1991], развития экономических [Сухарев, 2012], политических [Пантин, Лапкин, 2002, 6], производственных систем [Туровец, Родионова, 2008, 69] и др.

– Имеет место разрушение системы, в результате которого система теряет свои элементы и утрачивает внутренние связи. Разрушение – неотъемлемое свойство существования всех систем, в разной степени проявляющееся на всех стадиях их жизненного цикла и, в конечном итоге, ограничивающим его продолжительность: разрушаются звезды и их системы [Федорова, Тутуков, 2021, 116; Дремова, Дремов, Тутуков, 2014, 353], распадаются химические соединения и атомы, живые организмы, здания, дороги и другие искусственные объекты, государства, правовые и социальные системы.

– Имеет место трансформация системы, в результате которой элементы системы (в основном) сохраняются, а связи претерпевают существенные изменения. Наглядным примером является процесс превращения гусеницы в бабочку: биологический вид остается тем же, но форма, обмен веществ и значительная часть механизмов существования трансформируются под задачу продолжения рода. Подобные трансформации наблюдаются и в других предметных областях. Например, рождение ребенка (особенно первого) в молодой семье (особенно живущей отдельно) приводит к радикальной трансформации образа жизни, семейных отношений и др. [Видовая, 2020, 29].

На второй сформулированный вопрос («В каком направлении изменяется система?») возможны следующие варианты ответа:

– Имеет место прогресс, в ходе которого сложность системы повышается в соответствии с определенным алгоритмом [Уемов, 1978, 200]. Прогресс – базовый механизм, обеспечивающий структурообразование и повышение уровня организации неживой материи, биологическую и

социальную эволюцию, развитие науки и технологий. При этом необходимо оценивать прогресс как долгосрочную обобщающую тенденцию, которая в каждый отдельный момент времени может и не соблюдаться. В частности, «о направленности эволюции можно говорить только апостериорно» [Мейен, 2014, 2311]. В реальном мире выделение строго выполняемого алгоритма обычно не представляется возможным.

– Имеет место регресс, в ходе которого система снижает свою сложность, сокращает число элементов и/или связей между ними в соответствии с определенным алгоритмом. Причинами регресса обычно являются внешние факторы. Широко известным примером такого регресса является изменение образа жизни биологического организма, приводящее к упрощению отдельных функций: ослаблению или утрате зрения для животных, живущих в темноте в пещерах или на большой глубине в океане, упрощению пищеварительной системы у паразитов, частичной или полной потере способности летать у некоторых птиц и т.д. Аналогично прогрессу процесс регресса также необходимо оценивать как долгосрочную обобщающую тенденцию, не подтверждаемую в каждый момент времени.

– Имеет место развитие, при котором сложность системы может как повышаться, так и понижаться (последовательно или попеременно) по заранее не определяемому алгоритму. В частности, устойчивое развитие цивилизации не предполагает перманентного роста, но допускает временный регресс, откат на фоне долгосрочной тенденции роста [Яковец, 2015, 7]. В области биологической эволюции развитие в существенной степени соответствует адаптации, приспособлению к изменяющейся окружающей среде. В этом смысле упрощение системы (например, у паразитов) отдельные исследователи квалифицируют как прогресс [Сайпуева, 2007, 49]. По нашему мнению, в данном случае следует говорить не о прогрессе, а о развитии.

На третий сформулированный вопрос («Что является источником изменений системы?») возможны следующие варианты ответа:

– Источником изменений системы являются ее внутренние процессы, которые обусловлены наличием в ней возможности уменьшения энтропии (в частности, свободной энергии Гиббса). Примером самопроизвольных (квазиавтономных) изменений системы является комбинативная изменчивость биологических организмов, возникающая вследствие рекомбинации генов во время слияния гамет, действующая наряду с мутационной, связанной с воздействием на организм внешних физических, химических или биологических мутагенов [Инге-Вечтомов, 2013, 791].

– Источником изменений системы являются внешние процессы, при которых реализуется действие на систему другой или других систем. Внешний процесс может представлять собой материальный (вещественный), энергетический или информационный перенос от другой системы или систем [Волкова, Шишкунов, 2019, 155]. В частном случае это может быть слияние системы с другой или другими из той же надсистемы или разделение системы на несколько отдельных, не являющихся копиями исходной системы.

На практике источниками изменения системы обычно являются как внутренние, так и внешние процессы. Из их совокупности формируются совокупное действие, определяющее характер изменений системы. В качестве примера можно привести предприятие, изменения (стоимость основных фондов, численность и заработная плата работников, объем выпуска продукции, рентабельность, номенклатура, региональная, отраслевая и экспортная структура реализации продукции и т.д.) которого зависят как от внутренних процессов (износа основных фондов, притока и утечки кадров, обеспечения необходимой производительности труда, маркетинговой деятельности и т.д.), так и внешних (конъюнктура рынка продукции, динамика

цен на сырье и комплектующие, макроэкономическая ситуация и др.) [Арошидзе, 2020, 2849].

На четвертый сформулированный вопрос («Насколько активно происходит изменение системы?») возможны следующие варианты ответа:

– Система изменяется постепенно, в течении интервала времени, сопоставимого или превышающего длительность ее предыдущего существования. В результате система может развиваться, совершенствоваться, упрощаться или вообще разрушаться. Примеры постепенного изменения системы распространены повсеместно: эволюция биологических организмов, развитие цивилизации, отдельного государства или производства, формирование личности [Михайличенко, 2015, 82], старение организмов, изменения системы и узуса языка [Сиротинина, 2013, 7] и многие другие.

– Система претерпевает активные радикальные изменения за интервал времени, существенно меньший по длительности ее предыдущего существования. Такой вариант в большинстве случаев соответствует катастрофическим изменениям, «при которых имеют место скачкообразные изменения, возникающие в виде внезапного ответа на плавное изменение внешних условий» [Арнольд, 1990, 8]. Это следует из (в большинстве случаев) существенно меньшей сложности механизмов разрушения по сравнению с механизмами созидания или поддержания. В качестве примеров систем, претерпевающих активные радикальные изменения, можно привести разрушение здания при землетрясении, цепную ядерную реакцию и др.

Классификация паттернов изменения систем

Общее количество сочетаний рассмотренных нами вариантов равно пятидесяти четырем: три варианта ответа на первый вопрос (система может устойчиво изменяться, разрушаться или трансформироваться), три варианта ответа на второй вопрос (в системе может иметь место прогресс, регресс или развитие), три варианта ответа на третий вопрос (источником изменений системы могут быть внутренние процессы, внешние процессы или внешние и внутренние процессы одновременно), два варианта ответа на четвертый вопрос (система может изменяться постепенно или претерпевать активные радикальные (катастрофические) изменения).

Опорным критерием классификации паттернов изменения систем является вариант ответа на первый вопрос («Сохраняется ли система в процессе изменений?»). Рассмотрим реализацию различных сочетаний вариантов ответа на первый вопрос и на остальные три вопроса.

Устойчиво изменяющиеся системы в зависимости от направления изменения формируют три группы паттерна: устойчивого прогресса, устойчивого регресса и устойчивого развития. Источниками изменений системы в данных паттернах могут выступать как внутренние, так и внешние процессы. Изменения таких систем происходят постепенно.

Паттерны устойчивого прогресса – наиболее распространенные среди всех паттернов изменения. Они применимы для определения основной части развивающихся систем в различных предметных областях: для физических систем на уровне элементарных частиц, на уровне химических соединений от простейших неорганических до органических макромолекул, для биологических, экологических, социально-экономических систем и системы знаний.

Паттерны устойчивого регресса также очень широко распространены. В частности, данные паттерны соответствуют многим адаптивным системам, которые в процессе приспособления к изменяющимся внешним условиям или вследствие сокращения активности взаимодействия системы с окружающей средой (в частности, изоляции) могут упрощаться: утрачивать элементы, связи, свойства, сокращать многообразие необходимых для существования внешних

и внутренних обменных и других процессов. К числу адаптивных систем, к которым применима данная группа паттернов, относятся биологические объекты (например, паразитические организмы). Другим примером является деградация политической системы с целью закрепления классового неравенства и противодействия естественному социально-экономическому развитию [Конфисахор, Хабибулин, 2012, 128].

Паттерны устойчивого развития – наиболее универсальные паттерны устойчивого изменения. В отличие от паттернов устойчивого прогресса и устойчивого регресса, которые имеют апостериорный характер, паттерны развития могут быть использованы для описания объектов в процессе изменения.

Разрушающиеся системы в зависимости от источника и активности изменения (разрушения) системы делятся на четыре группы паттернов:

– Паттерны разрушения извне, в которых разрушение происходит вследствие известного внешнего воздействия на систему. Примером реализации таких паттернов является разрушение зданий, дорог и другой инфраструктуры вследствие стихийных бедствий (наводнение, землетрясение, извержение вулкана, смерч, тайфун и т.д.), некоторые виды аварий (столкновение автомобилей, сход железнодорожного состава вследствие повреждения рельсов, падение самолета в результате внешнего повреждения) и т.д. Паттерны разрушения извне обычно соответствуют изменению с высокой активностью, часто носят катастрофический характер.

– Паттерны спонтанного разрушения, в котором определяющую роль играют внутренние процессы. Примером реализации таких паттернов является авария на опасном производственном объекте (атомной станции, химическом заводе), обрушение моста вследствие усталостного износа [Овчинников и др., 2017] и др. Паттерны спонтанного разрушения обычно предполагают изменения системы за сравнительно малый интервал времени. Достаточно часто спонтанному разрушению предшествует деградация системы.

– Паттерны деградации, в которых разрушение является результатом процессов внутренней деградации системы вследствие потери свойств, разрыва связей и т.д. Примерами реализации данной группы паттернов являются старение (человека, машины, здания и др.), исчерпание ресурсов, на которых существует система (питательных, сырьевых, трудовых, ментальных и др.). Обычно процессы деградации происходят сравнительно медленно, постепенно, однако на заключительной стадии деградации разрушение системы может существенно ускориться и соответствовать паттерну спонтанного разрушения.

– Паттерны самоуничтожения, предполагающие наличие в системе механизмов самоуничтожения, запускаемых после конечного числа циклов обновлений системы, либо при существенных отклонениях состояния системы от устойчивости. Паттерны данной группы характерны для относительно сложных конкурентных систем, например, биологических видов, где в интересах вида длительность поколений должна быть короче возможной (исходя из свойств организма) средней продолжительности жизни представителей вида [Шиловский и др., 2016, 1738]. Другой пример из области биологии, апоптоз – генетически запрограммированная гибель поврежденных или дефектных клеток [Варга, Рябков, 2006, 28]. Паттерны самоуничтожения в разных системах действуют с разной активностью. Они могут проявляться как в виде постепенного отказа подсистем, разрушения элементов и т.д., так и в виде быстрого распада системы, утратившей какие-либо значимые для существенные функции или элементы.

Трансформирующиеся системы формируют три основных группы паттернов:

– Паттерны замещения, в которых предполагается замещение имеющихся элементов или

комплексов элементов на другие, характеризующиеся другими наборами свойств, в результате которого происходит существенное изменение системы в целом. При этом в процессе замещения элементов система не разрушается и сохраняет определенность свойств. Примером реализации паттерна замещения является замена на производстве старого оборудования на новое без изменения характера взаимодействия единиц оборудования, замена вахтера на электронную пропускную систему, замена жесткого диска компьютера на оптический привод или иное устройство, подключаемое через тот же интерфейс (например, SATA) и т.д. Реализация паттернов замещения обычно идет постепенно. Направление изменений вследствие замещения может быть любым: как в сторону прогресса, так и регресса. Возможно также замещение, реализующее развитие системы, адаптирующейся к изменяющимся внешним условиям.

– Паттерны переконфигурации, в которых предполагается перенаправление связей между элементами внутри системы, разрыв старых связей и формирование новых, в результате чего происходит существенное изменение системы в целом, но при этом система не разрушается. Примером реализации данного паттерна является кадровая перестановка на предприятии или в системе государственной власти с целью повышения эффективности управления. Поскольку переконфигурация не связана с изменением элементов, скорость ее реализации обычно высокая. Направление изменений в результате переконфигурации может быть любым.

– Паттерны превращения, в которых происходит изменение свойств элементов и их связей. Примером реализации такого паттерна является трансформация гусеницы в бабочку, при котором на основе того же генетического кода конструкция организма (бабочка) собирается заново из субстрата, в который растворяется гусеница после окукливания. При этом одни органы утрачиваются, другие появляются, а в целом организм радикально отличается от исходного (гусеницы). Характерной особенностью реализации паттерна превращения является его сравнительно невысокая скорость. Длительность процесса превращения может быть сопоставимой с длительностью образования исходной системы. Это является следствием большого объема изменений, которые претерпевает система в процессе превращения.

Заключение

На основе проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы.

1. В основу классификации паттернов изменения систем могут быть положены ответы на четыре вопроса: сохраняется ли система в процессе изменений? В каком направлении изменяется система? Что является источником изменений системы? Насколько активно происходит изменение системы?

2. Число вариантов ответов на поставленные вопросы достаточно велико и все вместе они позволяют сформировать десять групп паттернов изменения систем, которые являются репрезентативными (или близкими к этому).

3. Конечная (и весьма ограниченная) сложность описания всего многообразия паттернов изменения систем является аргументом в пользу познаваемости мира.

Библиография

1. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990. 128 с.
2. Арошидзе А.А. Особенности формирования системы факторов устойчивого развития предприятий // Экономика, предпринимательство и право. 2020. Том 10. № 11. С. 2849-2867.

3. Варга О.Ю., Рябков В.А. Апоптоз: понятие, механизмы реализации, значение // Экология человека. 2006. № 7. С. 28-32.
4. Видовая А.Г. Трансформация взаимоотношений в семье в период рождения первого ребенка // Психология и педагогика в Крыму: пути развития. 2020. № 2. С. 29-38.
5. Волкова А.А., Шишкунов В.Г. Системный анализ и моделирование процессов в техносфере. Екатеринбург, 2019. 244 с.
6. Дремова Г.Н., Дремов В.В., Тутуков А.В. Разрушение тесных двойных систем в гравитационном поле сверхмассивной черной дыры и образование сверхскоростных звезд // Астрономический журнал. 2014. Том 91. № 5. С. 353-363.
7. Инге-Вечтомов С.Г. Проблема изменчивости. феноменология и механизмы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Том 17. № 4/2. С. 791-804.
8. Конфисахор А.Г., Хабибулин Р.К. Социально-психологические факторы деградации политической власти // Вестник СПбГУ. 2012. Сер. 12. Вып. 3. С. 128-134.
9. Лима-де-Фариа А. Эволюция без отбора: Автоэволюция формы и функции. М.: Мир, 1991. 455 с.
10. Мейен С.В. Проблема направленности эволюции // Русский орнитологический журнал. 2014. Том 23. Экспресс-выпуск 1029. С. 2311-2349.
11. Михайличенко В.Е. Психология развития личности. Харьков, 2015. 388 с.
12. Овчинников И.Г. и др. Аварии и разрушения мостовых сооружений, анализ их причин. Часть 2 // Транспортные сооружения. 2017. Том 4. № 4. 34 с.
13. Пантин В.И., Лапкин В.В. Эволюционное усложнение политических систем: проблемы методологии и исследования // Полис. 2002. № 2. С. 6-19.
14. Сайпуева Э.Б. Паразитизм как биологический прогресс // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2007. № 1. С. 49-52.
15. Сиротинина О.Б. Система, узус и риски их изменений // Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 2 «Языкознание». 2013. № 3(19). С. 7-12.
16. Сухарев О.С. Эволюция экономических систем: структурные изменения, проблемы технологического развития и эффективности. Новочеркасск, 2012. 120 с.
17. Туровец О.Г., Родионова В.Н. Эволюция производственных систем в условиях становления инновационной экономики // Организатор производства. 2008. № 2(37). С. 69-72.
18. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. М.: Мысль, 1978. 272 с.
19. Федорова А.В., Тутуков А.В. Разрушение звезды в ходе эволюции системы звезда + сверхмассивная черная дыра // Астрономический журнал. 2021. Том 98. № 2. С. 116-131.
20. Шиловский Г.А. и др. Возможно ли доказать наличие программы старения с помощью количественных методов оценки динамики смертности? // Биохимия. 2016. Том 81. № 12. С. 1738-1756.
21. Яковец Ю.В. О системе долгосрочных целей устойчивого развития цивилизаций. М., 2015. 214 с.

Patterns of general systems theory. Part 3. Patterns of systems change

Andrei A. Gribkov

Doctor of Engineering,
Chief Researcher at the Department of Robotics and Mechatronics,
Moscow State University of Technology «STANKIN»,
127994, 1, Vadkovskii lane, Moscow, Russian Federation;
e-mail: andarmo@yandex.ru

Abstract

According to the author, the description of the existence of systems is based on three sets of patterns: patterns of formation of systems, patterns of stability of systems, and patterns of changes in systems. We will call patterns patterns of forms and relations of elements within the system, which are widespread in various subject areas. In this article, we will consider patterns of system change. To do this, it is necessary to formulate key questions, from the answer to which a variety of options

for patterns of system change is revealed. The article is devoted to the study of universal mechanisms to ensure changes in various systems in the universe and the unification of the identified patterns in the form of patterns. As an approach to the classification of patterns of system change the author proposes to answer four questions: "Is the system maintained in the process of change?", "In what direction does the system change?", "What is the source of system change?" and "How actively does the system change?". Based on the answers to these questions a representative set of ten groups of patterns is formed: patterns of sustainable progress, patterns of sustainable regression, patterns of sustainable development, patterns of destruction from outside, patterns of spontaneous destruction, patterns of degradation, patterns of self-destruction, patterns of replacement, patterns of reconfiguration, patterns of transformation. The finite complexity of describing the variety of patterns of change in systems is an argument in favor of cognizability of the world.

For citation

Gribkov A.A. (2023) *Patterny obshchei teorii sistem. Chast' 3. Patterny izmeneniya sistem* [Patterns of general systems theory. Part 3. Patterns of systems change]. *Kontekst i refleksiya: filosofiya o mire i cheloveke* [Context and Reflection: Philosophy of the World and Human Being], 12 (1A), pp. 33-41. DOI: 10.34670/AR.2023.80.41.002

Keywords

Pattern, change of systems, stability, progress, regress, development, destruction, degradation, self-destruction, substitution.

References

1. Arnol'd V.I. (1990) *Teoriya katastrof* [Theory of catastrophes]. Moscow: Nauka Publ.
2. Aroshidze A.A. (2020) Osobennosti formirovaniya sistemy faktorov ustoichivogo razvitiya predpriyatii [Features of the formation of a system of factors of sustainable development of enterprises]. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 10, 11, pp. 2849-2867.
3. Dremova G.N., Dremov V.V., Tutukov A.V. (2014) Razrushenie tesnykh dvoynykh sistem v gravitatsionnom pole sverkhmassivnoi chernoi dyry i obrazovanie sverkhskorostnykh zvezd [Destruction of close binary systems in the gravitational field of a supermassive black hole and the formation of superfast stars]. *Astronomicheskii zhurnal* [Astronomical Journal], 91, 5, pp. 353-363.
4. Fedorova A.V., Tutukov A.V. (2021) Razrushenie zvezdy v khode evolyutsii sistemy zvezda + sverkhmassivnaya chernaya dyra [Destruction of a star during the evolution of the star + supermassive black hole system]. *Astronomicheskii zhurnal* [Astronomical Journal], 98, 2, pp. 116-131.
5. Inge-Vechtomov S.G. (2013) Problema izmenchivosti. fenomenologiya i mekhanizmy [The problem of variability. phenomenology and mechanisms]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii* [Vavilov Journal of Genetics and Breeding], 17, 4/2, pp. 791-804.
6. Konfisakhor A.G., Khabibulin R.K. (2012) Sotsial'no-psikhologicheskie faktory degradatsii politicheskoi vlasti [Socio-psychological factors of the degradation of political power]. *Vestnik SPbGU* [Bulletin of St. Petersburg State University], 12, 3, pp. 128-134.
7. Lima-de-Faria A. (1991) *Evolyuetsiya bez otbora: Avtoevolyutsiya formy i funktsii* [Evolution Without Selection: Form and Function by Autoevolution]. Moscow: Mir Publ.
8. Meien S.V. (2014) Problema napravlenosti evolyutsii [The problem of the direction of evolution]. *Russkii ornitologicheskii zhurnal* [Russian Ornithological Journal], 23, 1029, pp. 2311-2349.
9. Mikhailichenko V.E. (2015) *Psikhologiya razvitiya lichnosti* [Psychology of personality development]. Kharkov.
10. Ovchinnikov I.G. et al. (2017) Avarii i razrusheniya mostovykh sooruzhenii, analiz ikh prichin. Chast' 2 [Accidents and destruction of bridge structures, analysis of their causes. Part 2]. *Transportnye sooruzheniya* [Transport facilities], 4, 4, p. 34.
11. Pantin V.I., Lapkin V.V. (2002) Evolyutsionnoe uslozhnenie politicheskikh sistem: problemy metodologii i issledovaniya [Evolutionary complication of political systems: problems of methodology and research]. *Polis*, 2, pp. 6-19.

12. Saipueva E.B. (2007) Parazitizm kak biologicheskii progress [Parasitism as biological progress]. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki* [Proceedings of the Dagestan State Pedagogical University. Natural and exact sciences], 1, pp. 49-52.
13. Shilovskii G.A. et al. (2016) Vozmozhno li dokazat' nalichie programmy stareniya s pomoshch'yu kolichestvennykh metodov otsenki dinamiki smertnosti? [Is it possible to prove the existence of an aging program using quantitative methods for assessing the dynamics of mortality?]. *Biokhimiya* [Biochemistry], 81, 12, pp. 1738-1756.
14. Sirotnina O.B. (2013) Sistema, uzus i riski ikh izmenenii [System, usage and risks of their changes]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 2 «Yazykoznanie»* [Bulletin of the Volgograd State University. Series 2: Linguistics], 3(19), pp. 7-12.
15. Sukharev O.S. (2012) *Evolutsiya ekonomicheskikh sistem: strukturnye izmeneniya, problemy tekhnologicheskogo razvitiya i effektivnosti* [Evolution of economic systems: structural changes, problems of technological development and efficiency]. Novocheerkassk.
16. Turovets O.G., Rodionova V.N. (2008) Evolyutsiya proizvodstvennykh sistem v usloviyakh stanovleniya innovatsionnoi ekonomiki [Evolution of production systems in the conditions of the formation of an innovative economy]. *Organizator proizvodstva* [Production Manager], 2(37), pp. 69-72.
17. Uemov A.I. (1978) *Sistemnyi podkhod i obshchaya teoriya sistem* [System approach and general systems theory]. Moscow: Mysl' Publ.
18. Varga O.Yu., Ryabkov V.A. (2006) Apoptoz: ponyatie, mekhanizmy realizatsii, znachenie [Apoptosis: concept, implementation mechanisms, meaning]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 7, pp. 28-32.
19. Vidovaya A.G. (2020) Transformatsiya vzaimootnoshenii v sem'e v period rozhdeniya pervogo rebenka [Transformation of relationships in the family during the birth of the first child]. *Psikhologiya i pedagogika v Krymu: puti razvitiya* [Psychology and pedagogy in the Crimea: ways of development], 2, pp. 29-38.
20. Volkova A.A., Shishkunov V.G. (2019) *Sistemnyi analiz i modelirovanie protsessov v tekhnosfere* [System analysis and modeling of processes in the technosphere]. Yekaterinburg.
21. Yakovets Yu.V. (2015) *O sisteme dolgosrochnykh tselei ustoychivogo razvitiya tsivilizatsii* [On the system of long-term goals of sustainable development of civilizations]. Moscow.