

Трибуна международного открытого форума

УДК 631.3

DOI: 10.12737/24952

А.В. Титенок

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ИЗМЕНЕНИЙ В СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Представлена теоретическая концепция автора об изменениях состояния синергетических систем. Представлена модель интегрального закона эволюции системных изменений. Обоснован историко-

технический аспект полученной модели, а также её ценность с позиции математики.

Ключевые слова: синергетика, система, прогресс, регресс, эволюция, революция, закон, модель.

A.V. Titenok

INTEGRAL LAW OF CHANGES IN SYNERGISTIC SYSTEMS

On the basis of long-term researches carried out by the author, the law deduced and formulated by him in the paper there is presented a theoretical concept on changes in a state of synergetic systems.

The sense of the law consists in the comprehension and reveal of the sources of creation and system development. The scientific problem is formulated. The model of the integral law of evolution in system

changes is presented. A historical engineering aspect of the obtained model and its value from the positions of mathematics is substantiated. A theoretical significance and actual value of the integral law summarized the paper.

Key words: synergetics, system, progress, regress, evolution, revolution, law, model.

Теория самоорганизующихся систем

Каковы принципы организации систем неорганической природы? Об этом наука говорила очень мало: основное внимание уделялось тому, как разрушаются сложные организованные структуры (такой взгляд сформировался под воздействием равновесной термодинамики). Согласно 2-му закону термодинамики, необратимые процессы в изолированных системах протекают в направлении возрастания *энтропии* (под понятием «энтропия» понимают меру беспорядка системы). Физический смысл возрастания энтропии сводится к тому, что состоящая из некоего множества частиц изолированная система стремится перейти в состояние с наименьшей упорядоченностью движения частиц – *термодинамическое равновесие*, при котором движение частиц хаотично. Термодинамика впервые ввела в физику понятие *времени* как необратимого процесса возрастания энтропии в системе. Чем выше энтропия системы, тем больший временной промежуток прошла она в своём изменении.

Равновесной термодинамике противоречила эволюционная теория Дарвина. Она связала эволюцию с усложнением и организацией, а термодинамика – с дезорганизацией. Это противоречие оставалось неразрешенным до конца 60-х годов XX века, пока не появилась новая, *неравновесная термодинамика*, которая опиралась на концепцию *необратимых процессов*.

В середине 70-х годов XX века сформировалось направление, получившее название «синергетика». Задача синергетики – синтезировать явления самоорганизации, протекающие на всех уровнях существования природы. Работы И. Пригожина помогли преодолеть представление о принципиальной противоположности физической и биологической эволюции. Это было связано с открытием неравновесных структур, которые возникают как результат необратимых процессов и в которых системные связи устанавливаются сами собой.

Смысл новой теории в том, что в

природе существует иной, отличный от классического термодинамический способ поддержания материальной системой своего устойчивого состояния, базирующийся на единстве порядка и хаоса. Объектом синергетики стали открытые системы (обменивающиеся со средой веществом, энергией, информацией), которыми являются все реальные системы. Изолированные системы классической термодинамики – это определенная идеализация. В открытых системах тоже происходит энтропия, так как и в них идут необратимые процессы. Однако энтропия в открытых системах не накапливается, а выводится в окружающую среду, поскольку энергия, использованная и отрабатанная в них, рассеивается в окружающей среде, а взамен её из среды извлекается новая энергия, способная производить полезную работу. Так как энтропия характеризует степень беспорядка в системах, то открытые системы живут за счет заимствования порядка из внешней среды.

Из переосмысления второго закона термодинамики сделан вывод, что при отсутствии равновесия в системе необратимость и возникающая энтропия могут быть рассмотрены как источник порядка. При этом появление порядка может происходить только в открытой системе с нелинейным (многовариантным) поведением. Таким образом, открытая система не может быть равновесной. Энтропия, которая в классической термодинамике считается мерой беспорядка, в неравновесных системах способна порождать порядок, ибо порядок и беспорядок существуют одновременно. Материальные системы, способные рассеивать (диссипатировать) энергию, получили название *диссипативных систем*, а физику, изучающую эти системы, назвали *теорией диссипативных структур*.

Особенность синергетических систем состоит в том, что их развитие протекает путем нарастания сложности и упорядоченности. *Процесс самоорганизации открытых систем* может быть описан следующим образом: при постоянном обмене системы со средой неравновесие в этой системе возрастает вместе с поступлением новой энергии или вещества. В итоге прежняя взаимосвязь между элементами системы, которая опреде-

ляет ее структуру, разрушается. Между элементами системы возникают новые связи, приводящие к кооперативным процессам, т.е. коллективному поведению элементов, их «сотрудничеству» (отсюда название «синергетика»). Эти изменения в состоянии системы имеют характер фазовых переходов.

Первая фаза – период плавного эволюционного развития с хорошо предсказуемыми линейными изменениями. Малые изменения начальных условий возрастают до макроскопического уровня, приводя в итоге систему к некоторому неустойчивому критическому состоянию. Вторая фаза – одномоментный выход из критического состояния и переход в новое устойчивое состояние с большей степенью сложности и упорядоченности. Важная особенность второй фазы заключается в том, что переход системы в новое устойчивое состояние неоднозначен. Достигшая критических параметров (точки бифуркации) система из состояния сильной неустойчивости резко переходит в одно из многих возможных новых для нее устойчивых состояний. В этой точке изменений системы её путь разветвляется и выбирается одна из ветвей развития. После того как система перешла в качественно новое устойчивое состояние, назад возврата нет: этот процесс необратим, т.е. развитие таких систем имеет принципиально непредсказуемый характер. Можно просчитать варианты возможных путей эволюции системы, но нельзя однозначно предсказать, какой из них будет выбран.

Процесс самоорганизации становится возможным при наличии ряда условий: система должна быть *открытой*, *неравновесной* (находиться далеко от точки термодинамического равновесия) и *нелинейной* (допускающей вариативность, множественность путей ее развития). Находясь в точке бифуркации, система выбирает один из возможных путей развития на основе *случайного поиска*. Случайность, таким образом, встроена в механизм эволюции, она становится элементом изменения, появления нового. С помощью синергетики впервые было показано, что процессы самоорганизации могут проходить в простейших системах неорганической приро-

ды, если для этого имеются соответствующие условия. Таким образом, весь окружающий мир представляют собой совокупность самоорганизующихся процессов. Идеи синергетики подводят базу под со-

Интегральный закон А.В. Титенка

Теории закона в настоящее время не существует. При открытии закона необходимо учесть два основополагающих принципа: 1) закон, сформулированный человеком, базируется на законе природы (природа закона – закон природы); 2) формулирование закона – вспышка осознания (инсайт) результата научного миропонимания и признания объективной всеобщей закономерности и причинной обусловленности всех явлений природы и общества, отражаемой в законах науки (детерминизм).

Инсайт детерминизма, примененный к конкретному явлению, является основой для формулирования конкретного закона. Верность открытого закона обеспечивается серией теоретических предположений и практических исследований. Законы базируются на изученном материале, остаются неизменными длительное время, констатируют факты и определяют направление развития конкретной области человеческой деятельности.

Выполненные автором исследования [1-21] стали основой для открытого им *интегрального закона изменений в синергетических системах*: единство окружающей среды и существующей в ней системы образует взаимодействие двух полярностей – это ряды парных значимых факторов, характеризующие управляющее воздействие окружающей среды на систему, отклик системы на это воздействие и выражающие форму системных изменений: прогрессивную или регрессивную; эволюционную или революционную; коэволюционную или катастрофическую.

Модель интегрального закона эволюции сформирована следующим образом.

Научная проблема заключалась в ограниченности концепции процесса создания новшеств для производственных процессов. В основу был положен частный случай. Это материализация новизны как

вершающийся в естествознании глобальный эволюционный синтез. Поэтому в синергетике видят одну из важнейших составляющих современной картины мира.

объекта производства, что базируется на законе материализации результатов мыслительных процессов (автор – А.Т.). Смысл его в том, что антропотехническая материализация (АМ) функционально зависит от ряда факторов: наличие потребности (П) в удовлетворении естественных человеческих потребностей путем материализации и применения искусственных средств и методов труда; количество и качество труда (Т), вложенного в процесс удовлетворения потребностей; результат осознания (О) сущности проблемы и методов удовлетворения появившихся потребностей; появление и развитие условий (У) для удовлетворения этих новых потребностей. В общем виде

$$AM = f(P, T, O, U),$$

Модель¹ имеет вид

$$AM = \int_0^{[P]} dP + \int_0^{[T]} dT + \int_0^{[O]} dO + \int_0^{[U]} dU,$$

где [P] – наличие проблемы, т.е. предельное состояние потребности удовлетворения естественных потребностей (П) путем материализации и применения искусственных средств и методов труда (ситуация, при которой без создания нового или, по крайней мере, без изменения объекта или процесса человек или сообщество ощущает себя вне физического или духовного комфорта); [T] – основное условие челове-

¹В этом конкретном случае интеграл (лат. *integer* – целый, восстановленный) следует рассматривать не с точки зрения количественного исчисления, а как качественную аналитическую операцию, содержание которой составляет накопление потенциалов для перехода некоторого совершенно определенного типа факторов {P, T, O, U} к такому их предельному состоянию {[P], [T], [O], [U]}, при котором возможна материализация искусственного объекта и его эволюция; математика постепенно проникнет в область неопределенности человеческой деятельности, так как она является единственным инструментом, позволяющим проще объяснить многое то, что сложно четко выразить словами.

ческой жизни – труд (Т), достаточный в количественно-качественном отношении для процесса материализации технического объекта или системы; [О] – предельное состояние творческой личности или коллектива в понимании сущности проблемы, завершающееся осознанием (О) проблемы, изобретением, открытием или новой теорией, которые, в свою очередь, являются не осознанием, а результатом осознания; [У] – минимальное качественно-количественное наличие условий (У), позволяющих усовершенствовать известный или создать новый объект или систему (совокупность объектов, направленных на выполнение общей функции), посредством которых можно устранить проявившуюся проблему (наличие разработанного технологического процесса и средств труда, потенциально позволяющих материализовать новое); $d\Pi$, dT , dO , dY – соответствующие приращения, прибывающие с течением времени (ступени развития творческой личности и коллектива, занимающихся разрешением возникшей проблемы).

Если хотя бы одна из составляющих этой схемы не достигнет своего предельного значения, при котором возможна планируемая материализация, то её не будет. Следовательно, антропотехническая материализация допустима, если $AM \rightarrow [AM]$ при наличии суммы необходимых и достаточных для этого процесса факторов, когда $T \rightarrow [T]$, $O \rightarrow [O]$, $P \rightarrow [P]$, $Y \rightarrow [Y]$. Модель процесса физического воплощения в жизнь новых искусственно созданных объектов или явлений принимает вид

$$[AM] = [\Pi] + [T] + [O] + [Y],$$

(1) что следует считать необходимыми и обязательными условиями.

Эта схема в математической формуле отражает закон материализации результата мыслительных процессов: создание новшества обусловлено материально-техническим и научным потенциалом общества на конкретном этапе развития цивилизации, результатом человеческой деятельности и осознанной необходимостью, вытекающими из понимания сущности проблемы, явлений природы, процессов

взаимодействия человека с окружающей его средой и предметами труда.

Смысл закона - в осознании и раскрытии источников творчества.

Идеализироваться могут не только отдельные свойства, но и сущностные отношения, поэтому в данном случае сознательно применена идеализация явления, сформулированного в виде закона материализации результата мыслительных процессов. Идеализация закона в отличие от идеализации свойств допускает предельный случай сущностных отношений, который в реальной действительности никогда полностью не осуществляется. Логической формой этого типа идеализации является не понятие, а суждение. Мера идеализации пока полностью не раскрыта из-за неопределенности меры осознания, предшествующего открытию или изобретению новшества, поэтому представлена безразмерной величиной абсолютной ограниченной шкалы от 0 до 1.

На заре цивилизации, когда человек прямоходящий (*homo erectus*) занимал промежуточную ступень между животными и человеком умелым (*homo habilis*), не имеет смысла говорить об осознанной трудовой деятельности. Следовательно, схема материализации (М) искусственных объектов может быть представлена в виде

$$[M] = [I] + [\Pi] + [Y],$$

где $[I] \neq [T] + [O]$ и проявляется лишь в качестве инстинкта.

Эта формула отражает возможность, природой предоставленную живому миру, когда создаются гнезда, берлоги, норы и т.п. Используя ту же возможность, начал свое развитие *homo habilis*, постепенно превращаясь в человека разумного (*homo sapiens*).

В более поздний период, в сравнении с тем, что отражено формулой (1), т.е. в современных цивилизованных условиях существования человека, процесс появления новшеств (МЦ) целесообразно рассматривать в виде

$$[MЦ] = [\Pi] + [T] + [O] + [H], \quad (2)$$

где [H] учитывает научную организацию труда (наличие и рациональное использо-

вание квалифицированных специалистов, различного вида ресурсов и оборудования, достоверной и научно обоснованной информации).

С течением времени объект или система эволюционируют в форме функциональных последовательностей или рядов, что геометрически представлено совмещением (наложением) гармоник, количество α которых изменяется с течением времени (как функция события в зависимости от времени $f(t)$). Предложенные выше схемы (1) и (2) могут принять вид, который можно представить, например, рядом Тейлора:

$$[AM] = (\alpha!)^{-1} \{ [P^\alpha] + [T^\alpha] + [O^\alpha] + [Y^\alpha] \},$$

$$[MC] = (\alpha!)^{-1} \{ [P^\alpha] + [T^\alpha] + [O^\alpha] + [H^\alpha] \}.$$

Изложенное выше обосновало *производственную концепцию закона (А.Т.)*: производство предметов труда (ПТ) в зрелых условиях ($У_3$) человеческого сообщества может быть обеспечено наличием витальной (жизненно необходимой) потребности ($П_B$) в них при интеллектуальной (I_A) и трудовой (T_A) активности творящего коллектива, т.е.

$$ПТ = f[(P_B, U_3); (I_A, T_A)].$$

Имеем две пары факторов. Первая пара – это потребности в конкретном предмете труда и условия, необходимые для его создания. Вторая пара – это трудовая активность работающего коллектива и интеллектуальная активность творческих личностей. Под интеллектом следует понимать биологический механизм для образования и анализа системы знаний, а под трудовой активностью – процесс человеческой деятельности, результатом которого является материальная продукция.

В процессе и условиях длительного совершенствования системные изменения происходят под воздействием положительных и отрицательных значимых факторов. Так как действию сопутствует его противоположность, то эти факторы парные. Причем системно действуют они длительное время, следовательно, являются напряженными для объекта эволюции. В

этой связи модель эволюции (Э) объекта или системы принимает вид (А.Т.)

$$СИ = (\alpha!)^{-1} \{ [(\pm\Phi_1)^\alpha + (\pm\Phi_2)^\alpha] + \dots + [(\pm\Phi_{(n-1)})^\alpha + (\pm\Phi_n)^\alpha] \},$$

где $\Phi_1 \dots \Phi_n$ – значимые факторы, входящие в пару со своими знаками.

Историко-технический аспект полученной модели. Совершенствование объектов и систем – это итерационная последовательность операций (в модели – результат неоднократно повторяемого применения какой-либо математической операции, например образование новой функции из данной функции) и композиция или суперпозиция функций $\{U[P[O[T(x_0)]]]\}$. Совершенствование (в положительном смысле) объекта, технологического процесса, целой отрасли и даже страны или мироздания теоретически соответствует их идеализации.

Ценность модели с позиции математики. Зная последовательность простых применяемых операций процесса совершенствования, мы можем выразить его конечный результат через известную простую формулу, для которой имеются данные относительно ее числового и графического выражения. Это понятийный инструмент. Избранный метод позволяет проследить ретроспективные этапы развития объекта исследования – изменения его формы и содержания, а также учесть уроки истории в перспективе (фр. *perspektive*; лат. *perspicere* – насквозь видеть, внимательно рассматривать) – в будущем, впереди.

Теоретическая значимость интегрального закона. Моделирование и исследование изменений синергетических систем показало, что явление это закономерное, предсказуемое и может быть контролируемым.

Практическая ценность закона подтверждена исследованиями, выполненными автором по теме «Политика и техническое развитие страны» на примере процесса механизации агропромышленной отрасли. Выполнен анализ отраслевых изменений; введено понятие коэффициента катастроф К для исторических отрезков времени, негативно отражающих отраслевое развитие. Так, если для конкретного

исторического периода $K \rightarrow 100\%$, то технологию производства технических средств механизации и автоматизации производственных процессов за этот пери-

од можно охарактеризовать как «отверточную», т.е. основанную на сборке изделий, элементы которых имеют импортную природу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титенок, А.В. Проблема незавершенности цикла / А.В.Титенок // Циклические процессы в природе и обществе: материалы 2-й междунар. конф. - Ставрополь: Изд-во СтУ, 1994. - Вып. 2. - С. 122.
2. Титенок, А.В. Классификация транспортно-технологических процессов / А.В.Титенок // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1994. - № 1. - С. 30, 31.
3. Титенок, А.В. Теория развития систем – основа качественной продукции / А.В.Титенок // Проблема повышения качества машин: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. - Брянск, 1994. - С. 172, 173.
4. Титенок, А.В. Материализация технических объектов / А.В.Титенок // Циклы природы и общества: материалы 3-й междунар. конф. - Ставрополь: СтУ, 1995. - Вып. 1,2. - С. 257-263.
5. Титенок, А.В. Гипотезы, законы и методы в творческой деятельности: монография / А.В.Титенок. - Брянск: БГСХА, 1996. - 118 с.
6. Титенок, А.В. Элементы теории совершенствования техники / А.В.Титенок. - Брянск: БГСХА, 1997. - 32 с.
7. Титенок, А.В. МТС: ретроспективный анализ / А.В.Титенок // Инженерное обеспечение агропромышленного комплекса: тез. докл. - Орел: ОГСХА, 1998. - С. 60-63.
8. Титенок, А.В. Принципы разрешения агроэкологических проблем / А.В.Титенок // Актуальные проблемы экологии на рубеже третьего тысячелетия и пути их разрешения: материалы междунар. науч. конф. - Брянск: БГСХА, 1999. - Ч. 2. - С. 495-498.
9. Титенок, А.В. Совершенствование средств механизации сельскохозяйственного производства в России: монография / А.В.Титенок. - Брянск: БГСХА, 1999. - 434 с.
10. Титенок, А.В. Законы и закономерности цивилизованной антропогенной системы / А.В.Титенок // Наука и образование - возрождению сельского хозяйства России в XXI веке: материалы междунар. науч.-практ. и учеб.-метод. конф. - Брянск, 2000. - С. 458-463.
11. Титенок, А.В. Техническая эволюция / А.В.Титенок // Состояние, проблемы и перспективы автоматизации технической подготовки производства на промышленных предприятиях: материалы науч.-практ. конф. - Брянск: БГТУ, 2000. - С. 90.
12. Титенок, А.В. Механизация сельского хозяйства России: теоретический аспект / А.В.Титенок. - Брянск: БГСХА, 2001. - 32 с.
13. Титенок, А.В. Экспертная система информационного проектирования новшеств / А.В.Титенок // Управление изменением. - 2001. - № 1. - С. 15-38.
14. Титенок, А.В. Развитие механизации сельского хозяйства в России: дис. ... д-ра техн. наук / А.В.Титенок. - М., 2002. - 448 с.
15. Титенок, А.В. История механизации посевных работ / А.В.Титенок // Проблемы природообустройства и экологической безопасности: материалы ХУІ межвуз. конф. - Брянск: БГСХА, 2003. - С. 16-26.
16. Титенок, А.В. Исторические закономерности развития техники / А.В.Титенок, И.А.Титенок // Проблемы современного антропогенного сознания: сб. ст. - Брянск: БГУ, 2005. - Вып. 3. - С. 83-95.
17. Титенок, А.В. Закон материализации результата мыслительного процесса / А.В.Титенок // Современные направления теоретических и прикладных исследований: сб. науч. тр. - Одесса, 2007. - Т. 9. - С. 28-30.
18. Титенок, А.В. Анализ и экспертиза транспортно-технологических процессов / А.В.Титенок // Технические, экономические и экологические проблемы транспорта: материалы междунар. конф. - Брянск, 2008. - С. 67-79.
19. Титенок, А.В. Инновационная система для производственного процесса / А.В.Титенок // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2008. - № 4(20). - С. 90-98.
20. Титенок, А.В. Развитие инновационной техники для повышения эффективности и безопасности труда: монография / А.В.Титенок. - Брянск: БГАУ, 2016. - 216 с.
21. Титенок, А.В. Политика и техническое развитие страны. Ч. I. Развитие механизации сельского хозяйства: монография / А.В.Титенок. - Брянск: БГАУ, 2016. - 218 с.
1. Titenok, A.V. Problem of cycle incompleteness / A.V.Titenok // *Cyclic Processes in Nature and Society: Proceedings of the 2nd Inter. Conf.* - Stavropol: Publishing House of StU, 1994. - Issue 2. - pp. 122.
2. Titenok, A.V. Classification of transport-technological processes / A.V.Titenok// *Mechanization and Electrification of Agriculture.* - 1994. - № 1. - pp. 30, 31.
3. Titenok, A.V. Theory of system development – basis of qualitative produce / A.V.Titenok // *Problem in Machinery Quality Increase: Proceedings of Inter. Sc.-Tech. Conf.* - Bryansk, 1994. - pp. 172, 173.

4. Titenok, A.V. Engineering object materialization / A.V.Titenok // *Cycles of Nature and Society: Proceedings of the 3d Inter. Conf.* - Stavropol: StU, 1995. - Issue 1,2. - pp. 257-263.
5. Titenok, A.V. *Hypothesis, Laws and Methods in Creation Activity*: monograph / A.V.Titenok. - Bryansk: BSAA, 1996. - pp. 118.
6. Titenok, A.V. Elements of theory of engineering improvement / A.V.Titenok. - Bryansk: BSAA, 1997. - pp. 32.
7. Titenok, A.V. MTS: retrospective analysis / A.V.Titenok // *Engineering Support of Agricultural Complex: Proceedings* - Orel: OSAA, 1998. - pp. 60-63.
8. Titenok, A.V. Principles in agricultural-ecological problem solution / A.V.Titenok // *Current Problems in Ecology on the Border of the Third Millennium and Ways for Their Solution: Proceedings of the Inter. Sc. Conf.* - Bryansk: BSAA, 1999. - Part 2. - pp. 495-498.
9. Titenok, A.V. *Improvement of Mechanization Means in Agricultural Production in Russia*: monograph / A.V.Titenok. - Bryansk: BSAA, 1999. - pp. 434.
10. Titenok, A.V. Laws and regularities in civilized anthropogenic system / A.V.Titenok // *Science and Education for Renaissance of Agriculture in Russia in the XXI-st century: Proceedings of the Inter. Sc.-Pract. and Educational-Method. Conf.* - Bryansk, 2000. - pp. 458-463.
11. Titenok, A.V. Engineering evolution / A.V.Titenok // *State, Problems and Outlooks in Automation of Production Engineering Preparation at Enterprises: Proceedings of Sc.-Pract. Conf.* - Bryansk: BSTU, 2000. - pp. 90.
12. Titenok, A.V. *Agriculture Mechanization in Russia: theoretical aspect* / A.V.Titenok. - Bryansk: BSAA, 2001. - pp. 32.
13. Titenok, A.V. Expert system of innovation information design / A.V.Titenok // *Control by Changes.* - 2001. - № 1. - pp. 15-38.
14. Titenok, A.V. *Development of Agriculture Mechanization in Russia*: thesis for Doctor Eng. degree / A.V.Titenok. - M., 2002. - pp. 448.
15. Titenok, A.V. History of sowing campaign mechanization / A.V.Titenok // *Problems in Nature Arrangement and Ecological Safety: Proceedings of the XXI-th Inter-College Conf.* - Bryansk: BSAA, 2003. - pp. 16-26.
16. Titenok, A.V. Historical regularities in engineering development / A.V.Titenok, I.A.Titenok // *Problems in Modern Anthropogenic Consciousness: Proceedings* - Bryansk: BSU, 2005. - Issue 3. - pp. 83-95.
17. Titenok, A.V. Law of materialization of apprehension process / A.V.Titenok // *Modern Directions in Theoretical and Applied Researches: Proceedings.* - Odessa, 2007. - Vol. 9. - pp. 28-30.
18. Titenok, A.V. Analysis and examination of transport-technological processes / A.V.Titenok // *Technological, Economic and Ecological Problems of Transport: Proceedings of the Inter. Conf.* - Bryansk, 2008. - pp. 67-79.
19. Titenok, A.V. Innovation system for production process / A.V.Titenok // *Bulletin of Bryansk State Technical University.* - 2008. - № 4(20). - pp. 90-98.
20. Titenok, A.V. *Innovation Engineering Development for Increase of Efficiency and Labour Safety*: monograph / A.V.Titenok. - Bryansk: BSAU, 2016. - pp. 216.
21. Titenok, A.V. *Policy and Engineering Development in Country. Part I. Development of Agriculture Mechanization*: monograph / A.V.Titenok. - Bryansk: BSAU, 2016. - pp. 218.

Статья поступила в редколлегию 31.10.2016.

Рецензент: д.т.н., профессор Брянского государственного технического университета
Киричек А.В.

Сведения об авторах:

Титенок Александр Владимирович, д.т.н., профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности

Titenok Alexander Vladimirovich, D.Eng., Prof. the Dep. "Vital Activity Safety and Engineering Ecology",

и инженерная экология» Брянского государственного аграрного университета, e-mail: titenok@bk.ru.

Bryansk State Agricultural University, e-mail: titenok@bk.ru.