УДК 332 DOI: 10.22394/2079-1690-2020-1-1-131-136

ПРИРОДОПОДОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СБАЛАНСИРОВАННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКИ

Кокин Александр Васильевич доктор геолого-минералогических наук, профессор, Южно-Российский институт управления – филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (344002, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Пушкинская, 70/54). E-mail: alex@avkokin.ru

Кокин Александр Александрович руководитель группы компаний "АЛКОН" (198320, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Геологическая, 79А). E-mail: alex@alkon.net

Аннотация

Рассматриваются ограниченные возможности использования конвергентных природоподобных технологий при решении проблем устойчивого развития в силу того, что естественные обменные процессы в биосфере протекают медленнее, чем это необходимо человеку для удовлетворения своих потребностей в рамках воспроизводства природных ресурсов и качества окружающей среды. Вместо конвергентности природоподобия предлагается использовать принцип (закон) сбалансированного природопользования, обеспечивающего возможность связать темпы экономического роста с темпами воспроизводства природных ресурсов (или замены непрерывно расходуемых ресурсов на новые с лучшими технологическими свойствами) и качества среды в рамках воспроизводства ассимиляционной функции природы.

Ключевые слова: *природоподобные технологии, сбалансированное природопользование, ассимиляционный потенциал, темпы экономического роста, устойчивое развитие, конвергенция, природоподобие, эволюция, хозяйственная деятельность человека.*

Введение

Термин «природоподобные технологии» имеет разные толкования как в рамках принятия мировым сообществом концепции (стратегии) устойчивого развития, так и попытки «копировать деятельность природы» в рамках конвергентных природоподобных технологий [1 – 3], энтузиастом внедрения которых в России стал президент НИЦ Курчатовского института М.В. Ковальчук [4, 5]. В понятие конвергентности М.В. Ковальчук вносит смысл сведения или сближения современных разрозненных научных знаний в единое представление о сущности самой Природы, а точнее в понятие, связанное с необходимостью осознания сущности ***природоподобия***. Хотя этому «осознанию» уже насчитывается, по крайней мере, тысячелетия истории хозяйственной деятельности со времён неолитической революции, когда человек начал копировать природу при ведении сельского хозяйства. По существу же в рамках современных представлений природоподобие предполагает необходимость современному человеку создавать и внедрять в хозяйственную деятельность такие технологии, которые бы не противоречили естественной ассимиляционной функции природы. В этой связи, во-первых, технологии, создаваемые человеком, не должны противоречить известным законам сохранения их функционирования. Во-вторых, их использование в экономике, социальной сфере должны вписываться в естественный круговорот вещества в ходе исторически сложившихся обменных процессов в структуре и функции биосферы по поддержанию жизни на Земле [6].

Но на самом деле не всё так просто, поскольку как бы рачительно не осуществлял свою хозяйственную деятельность человек, он с помощью мощнейшего, изобретённого только им (не природой), инструмента экономики способен всё к чему она не прикоснётся превратить в отходы. Последние сам обязан перерабатывать по предлагаемому технологами замкнутому циклу (отнюдь не естественному исторически сбалансированному обменными процессами в биосфере), чтобы не превратить биосферу в известную в биологии «чашечку Петри». Проблема состоит в том, что естественные обменные процессы в биосфере цикличны в зависимости от времени суток, смены времён года, периодичности солнечной активности, вековых изменений климата, вулканической деятельности, способности живых организмов (от одноклеточных до высших) с разной скоростью влиять на обменные процессы в атмосфере, гидросфере, литосфере и т.д. В этом смысле у природы нет дефицита времени ни по воспроизводству не возобновляемых и возобновляемых природных ресурсов, ни по способности её поддерживать жизнь на протяжении почти 4 млрд лет. У человека главным дефицитом является время. Его хозяйственная деятельность по темпам воспроизводства ресурсов и качества среды не может вписаться в историю многовековых сбалансированных обменных процессов биосферы, потому что большинство из них протекают не только медленно, но и обусловлены участием многозависимых факторов, важнейшим из которых является разнообразие живых организмов [7], непрерывно сокращающих свое разнообразие под влиянием хозяйственной деятельности. Человеку же для

удовлетворения собственных возрастающих во времени потребностей требуется непрерывно увеличивать темпы экономического роста, что приводит к возрастанию темпов изъятия природных ресурсов (в первую очередь непрерывно расходуемых). Это же приводит к возрастанию производства отходов при ограниченных возможностях их полной переработки и вовлечению в обменные процессы по поддержанию собственного гомеостаза человека и всего живого на Земле. Поэтому **человек в принципе не может слепок природоподобия применить в своей деятельности в силу неестественности используемых человеком технологий для своего развития по сравнению с природой**. Во-первых, искусственные технологии энергозатратны (о чём справедливо говорит М.В. Ковальчук). Во-вторых, производимые человеком отходы производственной и хозяйственной деятельности вносят дисбаланс в естественную скорость воспроизводства как возобновляемых, так и невозобновляемых природных ресурсов, в скорость самих обменных процессов, что влияет на их естественную сбалансированность. Поэтому если не так давно под качеством жизни человечество понимало только способность к потреблению, развитию образования, культуры, науки, технологий, то теперь в категорию этих качеств человек вынужден включать качество окружающей среды сильно влияющей на состояние продолжительности жизни людей. И тем не менее вопросы использования природоподобия в хозяйственной деятельности человека весьма актуальны, но это природоподобие должно рассматриваться в другом аспекте. А именно в аспекте сбалансированного природопользования.

Трансляция подобия самоорганизации природы на разном уровне организации вещества как следствие невозможности выхода из этого подобия ни при каких искусственно создаваемых технологиях

Вынесенный в заголовок текст может представлять собой аксиому [6]. Действительно на уровне технологий, какие бы не создавал человек, они должны работать на принципах, заложенных самой природой в точном соответствии с законами сохранения. В противном случае технологии работать не будут. Например, создавая технологии по выращиванию кристаллов алмазов на любой углеродной основе, человек непременно следует естественным законам их образования в земных и космических условиях. Создание искусственных химических соединений не может быть осуществлено вне подобия следованию химических процессов в рамках периодического закона Д.И. Менделеева. Создаваемый искусственный интеллект базируется на основе интеллекта человека, мозг которого функционирует в рамках существующих биоэнергетических, биохимических законов, формирующих сознание и мышление как следствие эволюции живого. Трансляция связей любого уровня организации общественных отношений осуществляется также как в животном мире от семьи к стае, популяции. У человека через сознание, мышление, накопленный опыт в результате развития общественных отношений от семьи, рода, к племени, государству, межгосударственным отношениям. Сами материалы и технологические конструкции, создаваемые человеком тем надёжнее, чем полнее соответствуют фундаментальным законам сохранения. Форму искусственных конструкций (машин, роботов, сложных технических систем) природа не могла создавать, но их функционирование и работоспособность непременно должны соответствовать существующим законам сохранения в рамках логистики систем, которые определяются целью создаваемой конструкции или технологии.

Любые управленческие системы в рамках социоприродных связей формируются исключительно на основе опыта хозяйственной и общественной деятельности человека **на лоне природы** и становятся устойчивыми в достижении поставленных целей развития только в случае если они не противоречат сбалансированной сущности экосистем по поддержанию жизни.

Поэтому **трансляция подобия самоорганизации природы на разном уровне организации действительно представляет собой философскую категорию сущности, выйти за пределы которой не представляется возможным человеку ни при каких обстоятельствах.** В противном случае искусственные технологии, устройства, системы (включая общественные) работать не будут вне естественных и общественных законов сохранения. В рамках системного подхода любая подсистема (в т.ч. хозяйственная деятельность человека) должна подчиняться закону организации системы (природы), из которой он вышел, в которой живёт и развивается. Следовательно хозяйственная деятельность человека не может не вписываться в самоорганизацию природы до тех пор, пока его деятельность не будет противоречить законам сохранения.

Сбалансированное природопользование как пример следования человеком природоподобным технологиям

Миллиарды лет формирования обменных процессов в биосфере по поддержанию жизни на Земле привели их в состояние сбалансированности, что позволило живому эволюционировать в направлении его многообразия и устойчивости в различных средах. Человек как биосоциальное

существо в рамках цефализации стал разумным в результате понимания собственной сущности и места в Природе на основе следования им фундаментальным естественным и развивающимся общественным законам развития.

Однако современный человек в рамках своей хозяйственной деятельности не только влияет на состояние сбалансированности обменных процессов, с чем трудно не согласиться, но весьма сложно себе представить, что антропогенное влияние может сказываться на уровне ассимиляционного потенциала биосферы, поскольку она (биосфера) до сих пор выполняет функцию по поддержанию жизни на Земле. Оказалось [8], что значение коэффициента ассимиляции (способности биосферы восстанавливать свои естественные качества) до сих пор не претерпело существенных изменений [9]. **А его флуктуации во времени относительно естественного состояния связаны большей частью с коротко-, длинно- и вековыми естественными периодическими изменениями, не зависящими от хозяйственной деятельности человека**. Хотя сегодня в обществе доминирует и иная точка зрения [8].

Тем не менее интенсивное вовлечение природных ресурсов в хозяйственную деятельность человека, возрастание производства отходов поставили проблему выживаемости человечества в связи не только с дефицитом природных ресурсов для будущих поколений в силу их непрерывного расходования, но и в связи с неблагоприятными изменениями состояния качества окружающей среды. Эту проблему мировое сообщество пытается решить в рамках стратегии устойчивого развития. ООН, в рамках конференции РИО-92, обязала все государства её членов закрепить в собственном законодательстве принципы устойчивого развития. Этому последовала и Россия, приняв собственную стратегию[1]. Другими словами мировое сообщество сделало упор на сбалансированность своего развития. Это в принципе подразумевает копирование природы по сохранению воспроизводства природных ресурсов и качества среды, но уже в рамках учёта темпов экономического роста мировой экономики. Однако не было ясно, какими темпами должна развиваться мировая (в т.ч. региональная и муниципальная) экономика, чтобы быть не только устойчивой, но и человечество могло добиться состояния воспроизводства природных ресурсов и качества среды в рамках сохранения ассимиляционной функции природы по поддержанию жизни на Земле. Выход был найден в формулировке закона сбалансированного природопользования имеющего следующем вид:

$$T = (t1 + t2)a,$$

где T – темпы прироста ВВП, выраженного в % к предыдущему году; $t1$ – темпы воспроизводства природных ресурсов с отчислением средств в % от прироста ВВП; $t2$ – темпы воспроизводства качества окружающей среды с отчислением средств в % от прироста ВВП; a – величина ассимиляционного потенциала природы (природных комплексов, вовлеченных в хозяйственную деятельность) на глобальном (для мировой экономики), региональном (для экономики государства) и локальном уровне (в рамках экономики муниципальных образований). При этом: 1 – значение ассимиляционного потенциала ненарушенной природы принимается за $a = 1,0$; 2 – нарушенный ассимиляционный потенциал при участии хозяйственной деятельности человека может принимать значения $a<1,0$ (модифицированная природа); 3 – в условиях полностью изменённой (трансформированной) человеком природы a *стремится к* 0. Физический смысл второго и третьего состояний состоит в том, чтобы сохранить природу человек сам обязан дополнять функцию воспроизводства ресурсов и качества среды в рамках уровня (темпов) своего использования природных ресурсов и степени своего давления на окружающую среду. Не потому что природа этого не может, а потому что она делает это медленнее, чем требуется человеку в непрерывной гонке за своё развитие.

В настоящее время плата за негативное воздействие на окружающую среду (ОС) носит большей частью условный механизм взимания платежей, связанный с так называемыми коэффициентами экологической ситуации, опирающиеся на предельные значения негативного воздействия на ОС, которые зачастую не имеют под собой достаточной научной базы. Например, если при загрязнении воды или атмосферного воздуха предельно допустимые значения загрязняющих компонентов не достигнуты, то это вовсе не значит, что ОС остаётся не нарушенной. В рамках естественных биогеохимических обменных процессов, как известно, в разбавленных средах могут быть достигнуты условия образования весьма токсичных соединений, влияющих на всё живое.

В целом существующее в экологическом праве России искусственное разделение на природоресурсное и природоохранное право весьма условно. Например, вода не может быть рассмотрена только в качестве природного ресурса, поскольку она является в том числе и средой (экосистемой),

[1] Указ Президента РФ от 01.04.1996 №440 «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию».

обеспечивающей жизнедеятельность живых организмов в ней. Нарушение же экосистемы водной среды влияет на свойство воды как ресурса и провести границу между этими понятиями и свойствами невозможно. В этом смысле неизбежна ответственность природопользователей как за загрязнение воды, так и за нанесение вреда ресурсу в рамках двойной ответственности. Это же касается лесных, биотических ресурсов, и т. д. Стало быть и стоимостную оценку природных ресурсов и качества ОС разделить невозможно. Воспроизводимая стоимость ресурса и ОС просто обязаны быть равновеликими. В этой связи в сформулированном выше законе сбалансированного природопользования отчисления на воспроизводство природных ресурсов и качества ОС должны быть равновелики и закон приобретает вид:

$$T = 2\,ta,$$

где t – общий стоимостной показатель отчисления средств (в % от прироста ВВП) на воспроизводство как используемых природных ресурсов, так и качества ОС. Здесь не возникает пресловутая необходимость рассчитывать негативное воздействие на ОС с учётом каждой величины ПДК, ПДН, ПДВ и т. д. Любая хозяйственная деятельность связана с использованием энергии, воды, земли, строительных материалов, полезных ископаемых и т. д. Стало быть свойство равновеликой стоимости воспроизводства ОС и ресурсов даёт возможность без учёта качественных характеристик многочисленных показателей оценить полную стоимость нанесённого вреда любому уровню организации хозяйственной деятельности [10]: местному, региональному, мировому. При этом в условиях использования невозобновимых ресурсов (непрерывного расходования) необходимо делать пропорциональные отчисления на замену новыми с лучшими технологическими свойствами и более широко распространёнными в природе. Что и происходит на самом деле при переходе производства к разным энергоносителям от каменного угля к жидкой и более технологичной нефти. А последняя – природным газом. *Налицо тенденция вовлечения более энтропийных состояний энергоносителей в истории экономики (от твёрдого, жидкого к газообразному топливу)*. В современных условиях разрабатываются технологии управляемого термоядерного синтеза в процессе превращения тяжелых изотопов водорода в гелий. А при отчислении средств на воспроизводство возобновимых ресурсов необходимо учитывать время их воспроизводства (лесных, биотических, почвенных и др.).

Особое значение приобретает величина ассимиляционной функции природохозяйственного (мирового, регионального, местного) комплекса. Платежи *(t)* сильно зависят от величины *a*. Например, при темпах прироста ВВП в 4 % от ранее достигнутого в условиях ассимиляционной функции природы *(a = 0,5)* производственно-хозяйственных комплексов отчисления (в % от прироста ВВП) на воспроизводство природных ресурсов и качества среды в общем составят 8% от прироста ВВП [4% = (4% + 4%)·0,5] или в виде стоимостных отчислений – 0,32%. При *a = 1,0* отчисления на воспроизводство природных ресурсов и качества среды будут всего 4%, а в виде стоимостных отчислений – 0,16% [4% = (2% + 2%)·1,0]. То есть платность природопользования (инвестиции в воспроизводство природных ресурсов и качества ОС) сильно зависят от величины ассимиляционного потенциала природы (природохозяйственного комплекса, муниципального образования, региона, государства, биосферы в целом для мировой экономики).

В рамках следования закону сбалансированного природопользования *хозяйственная деятельность, таким образом, может развиваться любыми темпами* лишь бы выполнялась процедура дополнительного участия человека в темпах воспроизводства ресурсов и качества ОС самой природой. А это возможно только в случае достижения высочайшей культуры производства и осознания людьми того, какое место занимает человек в Природе. Либо он только потребитель, что определяет его только как животную сущность, либо он разумный созидатель условий своего развития. Разумность же человека открывает ему возможность управлять процессами потребления и воспроизводства всего необходимого в рамках понимания и следования им законам поддержания своего и гомеостаза всего живого на Земле. Если это достигается, то ассимиляционный потенциал на глобальном, региональном и местных уровнях постепенно может восстанавливаться до уровня *(1>a>0)*, при котором ему в рамках любых темпов экономического развития не будет грозить дефицит природных ресурсов и утрата качества ОС. Правда, в действительности *ассимиляционный потенциал никогда не достигнет величины a=1,0 и может в лучшем случае варьироваться только вблизи значения a=0,5. Т. е. когда будут достигнуты условия коэволюции человека и природы* в понимании Н. Моисеева и А. Урсула. Физический смысл такого состояния состоит в том, что и природа, и человек (в рамках развития собственных технологий) будут вкладывать равные затраты на воспроизводство ассимиляционного потенциала.

В Европе у некоторых экономистов возникает желание жить в рамках нулевых (достигнутых) темпов экономического роста. Закон сбалансированного природопользования допускает это при значении ассимиляционной функции территории Европы близком к величине *a = 0,5*. Однако если другими государствами закон сбалансированного природопользования соблюдаться не будет (например Китаем, Индией), то европейцы будут ощущать на себе ресурсные и экологические издержки этих государств, поскольку человечество находится в замкнутой системы биосферы. Коэволюции и устойчивого развития должна достигать вся мировая экономика.

Действительно, в рамках сбалансированного природопользования при *T = 0*, отчисления на природопользование должны быть также равны нулю, если скорость обменных естественных и антропогенных процессов будут близки. Т.е. европейцы перейдут на систему полной утилизации отходов и превращения их в ресурсы.

Во времени может возникнуть экстремальный случай, когда человечество, предположим, упустит шанс воспроизводства функции биосферы по поддержанию жизни на Земле. Тогда при ассимиляционном потенциале стремящимся к нулю функцию по поддержанию жизни на Земле должно взять на себя человечество в рамках превращённой им природы (модель жизнеобеспечения в космических станциях, кораблях). Другими словами человек в этом случае должен обладать энергией биосферного потенциала с искусственно задействованным механизмом обменных процессов. Тогда возникает вопрос, зачем достигать искусственных условий, если Природа сама выработала естественный механизм по поддержанию жизни на Земле? Наиболее разумным остаётся вариант следованию природоподобным технологиям, но в рамках сбалансированного природопользования. А это как раз и означает способность разума управлять не только своей хозяйственной деятельностью, но и следовать естественным законам сохранения природы.

Выводы

1. Природоподобные технологии, о которых часто сегодня говорят, это попытка вырвать из сущности биосферы её способность формировать естественные сбалансированные всей историей Земли обменные процессы по поддержанию жизни (которые сегодня не под силу человеку) в угоду производству, экономике, социальной сферы, которые бы казались «природоподобными». Но на самом деле они не могут учитывать всего разнообразия явлений самой природы, приведшей к созданию уникальной жизненной среды, которая постепенно перешла в состояние разумной. Энергетические затраты биосферы по поддержанию обменных процессов в ней не соизмеримы даже в далёком будущем с хозяйственным потенциалом человека. Воспроизводство различных видов природных ресурсов с участием живого вещества биосфера осуществляет со скоростями более медленными, чем на это способен человек. На образование некоторых из них природе требуются миллиарды, сотни миллионов, миллионы лет. А история хозяйственной деятельности (с эпохи неолита) насчитывает не более 12 тысяч лет. При этом только за одно столетие человечество использовало невозобновимых ресурсов больше, чем за всю историю его существования. Поэтому в рамках созданной человеком мировой экономики он обязан непрерывно тратить средства на переход к освоению новых ресурсов с лучшими технологическими качествами.

2. Природа способна утилизировать отходы и возвращать их в естественный круговорот обменных процессов медленнее, чем человек. Поэтому в рамках устойчивого развития он должен тратить средства на то, чтобы ускорить эти обменные процессы, либо в помощь природным обменным процессам создавать свои технологии, ускоряющие их ход на Земле.

3. Создав экономику, сформировав культуру, науку, технологии человек вынужден увеличивать темпы экономического роста, чтобы развиваться, а это означает непрерывное возрастание потребления природных ресурсов и увеличение нагрузки на ОС. В этом смысле разумность человеческая достаётся ему дорого, цена которой – возможность прекращения собственной истории.

4. Чтобы остаться на тренде развития человек должен свою хозяйственную деятельность не копировать у природы (ему это не под силу ни в рамках энергетических затрат ни в рамках временных процессов более длительного воспроизводства природных ресурсов и переработки отходов хозяйственной деятельности человека), а формировать систему сбалансированного природопользования при соблюдении человеком фундаментальных законов сохранения, в основе которых лежит сущность самой природы. То есть создание человеком таких технологий, которые бы не нарушали динамическое равновесие в сущности обменных процессов в биосфере по поддержанию жизни на Земле.

5. Вырвать из сущности самой природы технологии, которые кажутся нам природоподобными на самом деле всегда окажутся подражанием природе, поскольку мы не можем следовать всей полноте взаимозависимых естественных факторов, формирующих её самою.

Литература

1. *Владленова И.В.* Формирование NBIC-конвергентной парадигмы в современной науке // Практична філософія: Науковий журнал. 2010. N 4. С. 20 – 26.
2. *Ефременко Д.В., Гиряева В.Н., Евсеева Я.В.* NBIC-конвергенция как проблема социально-гуманитарного знания // Эпистемология и философия науки, т. XXXIV 2012. № 4. С. 112 – 129.
3. *Schummer J.* From Nano-Convergence to NBIC-Convergence: "The best way to predict the future is to create it" // Governing Future Technologies. Springer Netherlands, 2009. P. 57 – 71.
4. *Ковальчук М.В.* Наука и жизнь: Моя конвергенция: Т. 1: Автобиографические наброски: Научно-популярные и концептуальные статьи. М.: Академкнига, 2011. 304 с.
5. *Ковальчук М.В.* Конвергенция наук и технологий: от неживого к живому. – http://tvkultura.ru/anons/show/episode_id/972435/brand_id/20898/
6. *Кокин А.В., Кокин А.А.* Смысл разума. Ростов н/Д – СПб.: Алкон, 2019. 687 с.
7. *Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и её окружения. М.: Наука. 1987. 348 с.
8. *Кокин А.В., Кокин А.А.* Современные экологические мифы и утопии. СПб: Бионт, 2008. 323 с.
9. *Кокин А.В.* Ассимиляционный потенциал биосферы. Ростов н/Д: СКАГС, 2005. 185 с.
10. *Игнатов В.Г., Кокин А.В.* Ассимиляционный потенциал природы как фактор устойчивого развития регионов// Устойчивое развитие Юга России. Ростов н/Д.: СКАГС, 2003. С. 137 – 147.

***Kokin Alexander Vasilyevich*,** doctor of geological and mineralogical sciences, professor, South-Russia Institute of Management – branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Admi-nistration (70/54, Pushkinskaya St., Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation). E-mail: alex@avkokin.ru

***Kokin Alexander Aleksandrovich*,** head of ALKON group of companies (79A, Geologicheskaya St., St. Petersburg, 198320, Russian Federation). E-mail: alex@alkon.net

NATURE-LIKE TECHNOLOGIES AND BALANCED NATURE MANAGEMENT IN THE MODERN ECONOMY

Abstract

The limited possibilities of using convergent nature-like technologies in solving the problems of sustainable development are considered due to the fact that natural metabolic processes in the biosphere proceed more slowly than is necessary for a person to satisfy his needs within the framework of reproduction of natural resources and environmental quality. Instead of the convergence of nature similarity, it is proposed to use the principle (law) of balanced nature management, which provides the opportunity to connect the economic growth rate with the reproduction rate of natural resources (or replace continuously consumed resources with new ones with better technological properties) and environmental quality in the framework of reproducing the assimilation function of nature.

Keywords: *nature-like technologies, balanced nature management, assimilation potential, economic growth rates, sustainable development, convergence, nature, evolution, human economy.*

References

1. Vladlenova I.V. Formirovanie NBIC-konvergentnoj paradigmy v sovremennoj nauke // Praktichna filosofiya: Naukovij zhurnal. 2010. N 4. P. 20 – 26.
2. Efremenko D.V., Giryaeva V.N., Evseeva YA.V. NBIC-konvergenciya kak problema social'no-gumanitarnogo znaniya // Epistemologiya i filosofiya nauki, t. XXXIV 2012. № 4. P. 112 – 129.
3. Schummer J. From Nano-Convergence to NBIC-Convergence:"The best way to predict the future is to create it" // Governing Future Technologies. Springer Netherlands, 2009. P. 57 – 71.
4. Koval'chuk M.V. Nauka i zhizn': Moya konvergenciya: T. 1: Avtobiograficheskie nabroski: Nauchno-populyarnye i konceptual'nye stat'i. M.: Akademkniga, 2011. 304 p.
5. Koval'chuk M.V. Konvergenciya nauk i tekhnologij: ot nezhivogo k zhivomu. – http://tvkultura.ru/anons/show/episode_id/972435/brand_id/20898/
6. Kokin A.V., Kokin A.A. Smysl razuma. Rostov n/D – SPb.: Alkon, 2019. 687 p.
7. Vernadskij V.I. Himicheskoe stroenie biosfery Zemli i eyo okruzheniya. M.: Nauka. 1987. 348 p.
8. Kokin A.V., Kokin A.A. Sovremennye ekologicheskie mify i utopii. SPb: Biont, 2008. 323 s.
9. Kokin A.V. Assimilyacionnyj potencial biosfery. Rostov n/D: SKAGS, 2005. 185 p.
10. Ignatov V.G., Kokin A.V. Assimilyacionnyj potencial prirody kak faktor ustojchivogo razvitiya regionov// Ustojchivoe razvitie YUga Rossii. Rostov n/D.: SKAGS, 2003. P. 137 – 147.