



# European Journal of Renewable Energy

Has been issued since 2016.  
E-ISSN 2454-0870  
2017. 1(1). Issued 1 times a year

## EDITORIAL BOARD

**Volkov Aleksandr** – Sochi State University, Sochi, Russian Federation (Editor in Chief)

**Pashchenko Irina** – Institute of Social and Economic Research of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Sokolov Sergei** – Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russian Federation

**Teplov Ernst** – Center of the complex security and justice, Saint-Petersburg, Russian Federation

**Valleau Annick** – University of Geneva, Geneva, Switzerland

**Cherkasov Aleksandr** – Matej Bel University, Banská Bystrica, Slovakia

Journal is indexed by: CrossRef, OAJI

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Postal Address: 1367/4, Stara Vajnorska str.,  
Bratislava – Nove Mesto, Slovakia, 831 04

Passed for printing 16.12.17.  
Format 21 × 29,7/4.

Website: <http://ejournal51.com/>  
E-mail: [sochio03@rambler.ru](mailto:sochio03@rambler.ru)

Headset Georgia.

Founder and Editor: Academic Publishing House Researcher s.r.o. Order № 2.

© European Journal of Renewable Energy, 2017

European Journal of Renewable Energy

2017

Is. **1**

C O N T E N T S

**Articles and Statements**

Renewal of Energy and Life in the Biosphere V.P. Kalinitchenko .....	3
Ecological ferry "Texelstroom" with Hybrid Power Plant A.F. Mitrofanov .....	29
Optimization of Electricity Losses in Distribution Networks R.R. Sadrislamov .....	36

**Letters to the Editorial Office**

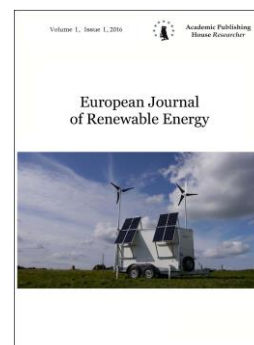
Alternative Energy in Russia D. Tikhonov .....	44
---	----

Copyright © 2017 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic  
European Journal of Renewable Energy  
Has been issued since 2016.  
E-ISSN 2454-0870  
2017, 2(1): 3-28

DOI: 10.13187/ejore.2017.1.3  
[www.ejournal51.com](http://www.ejournal51.com)



## Articles and Statements

### Renewal of Energy and Life in the Biosphere

Valery P. Kalinitchenko <sup>a, b, \*</sup>

<sup>a</sup> Institute of Soil Fertility of South Russia, Russian Federation

<sup>b</sup> All-Russian Scientific-Research Institute of Phytopathology, Russian Federation

#### Abstract

Energy renewal should be oriented not so much on a human who is the energy main consumer, but in the first turn on the Earth's geospheres. The properties of sources, fluxes and sinks of energy are considered in focus of energy consumer, and, simultaneously, in focus of an object to which the consumer belongs concerning creating a long-term priority human living conditions and providing buffer parameters for geospheres. The evolution of the biosphere and the pedosphere is considered, the significance of the use and renewal of hydrocarbon energy in the Earth's biogeochemical cycle is shown. Demand for energy on Earth is considered in the focus of the current conflict "technology – consumption – ecosphere" as a result of an incorrect strategy of technological development within the framework of outdated industrial technological platform. To increase the application of renewal energy on Earth is possible due to optimization of the biogeochemical cycle, improving the quality of the biosphere, improving living conditions, motivating the use of energy. Biogeosystem Technique is proposed as a new scientific and technical platform for strategic development of the world and its technology, organically connected with the problem of production and use of renewal energy on Earth. Biogeosystem Technique instead of direct imitation of natural phenomena suggests the use of development opportunities that Nature leaves to man as a productive way to understand the Nature's intent and use it for harmonious development, but not to resist Nature. Biogeosystem Technique provides: design of long-term resistant high-fertility soils by milling the layer of 20–45 cm, which increases biological productivity by 30-50 % for a period of up to 40 years; soil watering without the infiltration of water by a pulse injection through the slide syringe element directly into a discrete volume of soil of 2-3 cm diameter to a depth from 10 to 40 cm, that provides fresh water saving in comparison with standard irrigation methods from 3 to 20 times, soil conservation, a stable biogeochemical barrier "soil – root system"; recycling of industrial, domestic, agricultural, biological waste (including dangerous due to possibility to break the trophic distribution chains, including gasification waste) in the intra-soil milling and intra-soil watering for fertilizing and improving soil, avoiding food contamination. The way for expanding biosphere and increasing its product is opened up through expanding the biological and soil phase of the carbon biogeochemical cycle, enhancing ionization of air in photosynthesis and precipitating aerosols, obtaining additional food, raw materials, biofuels,

\* Corresponding author

E-mail address: [kalinitch@mail.ru](mailto:kalinitch@mail.ru) (V.P. Kalinitchenko)

and utilizing dangerous substances inside the soil, especially in the form of dust. Are achieved – soil health, environmental health, human health. The Biogeosystem Technique method will allow to store in biosphere the greater volume of matter, produce higher biological product, extract and use as much as possible renewable energy from biosphere, simultaneously increase the buffer properties of geospheres and stability of the Earth's climate system.

**Keywords:** biosphere, pedosphere, biogeochemical cycle of carbon, Biogeosystem Technique, soil design, watering, recycling, biological matter growth, renewable energy

### 1. Введение

Проблему возобновляемой энергии в современном мире часто рассматривают как самоцель (Heidari, Pearce, 2016; Mathiesen et al., 2015; Jacobson et al., 2015; FS-UNEP Collaborating Centre, 2016; Armaroli, Balzani, 2016). Между тем, её решение, в первую очередь, следует ориентировать не столько на основного потребителя энергии – человека, сколько на биосферу, другие геосферы, а также и Землю в целом. Без определения места потребителя относительно объекта, в котором потребление энергии происходит, источников и стоков энергии в фокусе потребителя энергии и объекта его пребывания, само решение проблемы возобновления энергии, да и получения энергии вообще, лишено смысла.

Само понятие о возобновлении энергии включает в себе серьезное ограничение, поскольку в этом понятии никак не затронуты представления о происхождении Вселенной и потоках её энергии – инициальном событии, развитии, сворачивании – по поводу которых в настоящее время имеются только гипотетические соображения, по существу, на бездоказательном уровне. Т.е. исходные постулаты возобновления энергии ограничены не вполне научным уровнем веры.

Объекты, которыми оперирует направление возобновляемой энергии, также не вполне корректны.

Издержки подразделения источников энергии по критерию возобновления следует рассматривать в ключе особенностей их природы, и места в окружающей среде потребителя этой энергии – человека – обитателя биосферы, которой нет альтернативы (Glazko, Glazko, 2015).

Вселенную пронизывают колоссальные потоки энергии, проблема их возобновления, как и возникновения, неподвластна человеку ни на уровне понимания, ни, тем более, управления. Лишь мизерная их часть использована природой для создания Земли, в частности, и биологического вида Homo Sapiens. От этих потоков человека защищает биосфера. Потому обитателю Землю уместно вести речь не о возобновлении энергии вообще, а только о возможности некоторого дополнения потока энергии, предоставленной ему природой на текущем этапе геологической истории из имеющихся на Земле довольно скромных, но, всё же, гигантских источников. Причем схему безопасного для Земли дополнения потока энергии, поскольку в настоящее время эта схема достаточно неопределенная, а также и ее ингредиенты, драйверы, следует, по возможности, вычленивать как можно более корректно.

### 2. Объект и метод

Объект. Источники энергии и пути их востребования и возобновления в биосфере Земли.

Метод. Биогосистемотехника как инструмент управления биогеохимическим потоком вещества и энергии в системе «биосфера – технология – энергия» с целью расширенного возобновления биосферы и ее потенциала как источника продовольствия, сырья и энергии, усиления возможностей развития техники и технологии, расширенного воспроизводства и востребования энергии.

### 3. Обсуждение

Невозобновляемые источники энергии

В настоящее время утвердилось мнение, что атомная энергия – невозобновляемая. Хотя, если предположить пока невероятную возможность отрицательной энтропии, то тогда атомная энергия может быть представлена как возобновляемая Вселенной, хотя и не понятным нам сейчас способом. Причём косвенные научные данные такого рода уже

доступны. В частности, это невероятная энергия, которая исчезает в черных дырах, и затем излучается квазарами.

Запасов сырья для извлечения атомной энергии имеется на 20, по другим оценкам на 50–80 лет ([Uranium 2012](#)). Однако в пользу атомной энергии, во-первых, имеются данные о новых источниках и способах получения сырья для извлечения подходящих материалов, заявляют о перспективе добычи урана из мирового океана, наращивании ресурса ядерного топлива в новых технологиях ([Fetter, 2009](#)), что позволяет заменить текущую пессимистическую оценку запасов сырья более оптимистической. Во-вторых, если иметь в виду возможность получения энергии делением атома, то освоенный источник энергии от деления ядер тяжелых химических элементов – только начальный этап использования этих широчайших возможностей. В-третьих, ещё большие энергетические возможности дает термоядерный синтез, что продемонстрировано экспериментально ([Велихов и др., 2017](#)). Правда, последнее – только на уровне ошибки эксперимента, поскольку, как мы полагаем, за последние 60 лет исследований количество затраченной энергии на запуск процесса в ТОКАМАКАх несоизмеримо с данными о приращении там энергии. Однако неутешительное заключение очень легко может быть опровергнуто первым успешным практическим результатом. Тогда, если иметь в виду конечный предписанный генетически срок истории существования любого биологического вида Земли, можно вести речь, что атомной энергии человечеству в его биологической перспективе, довольно краткосрочной по земным меркам, будет достаточно. Следовательно, для человека атомная энергия неисчерпаема, причём даже без необходимости рассмотрения долгосрочных тенденций мироздания, которые увлекательны, но будут свершаться уже за историческими пределами существования человечества. Правда, атомная энергия не отбирается из солнечного излучения, потому вероятен эксцесс энергии, опасный с точки зрения потепления климата Земли.

Полагают конечной энергию углеводородов, запасы которых огромны, но, всё же, на Земле ограничены её размером, простиранием и мощностью месторождений углеводородов.

Рассматривать энергию углеводородов Земли как конечную можно в случае принятия всего лишь двух уровней видения проблемы. Первое, с точки зрения процесса – простейшая схема применения углеводородов – промышленное извлечение, а затем сжигание или иное использование разведанных запасов углеводородов. Второе, с точки зрения возможного времени протекания процесса в случае продолжения сложившейся практики использования ископаемых углеводородов, когда отсутствуют меры управления биогеохимическим циклом углерода Земли ([World Proved Reserves, 2017](#)).

Но если углеводороды – продукт биогеохимического цикла углерода, следовательно, в этом цикле можно искать перспективу возобновления такого источника энергии. Из приведенных двух замечаний по поводу углерода следует, что существует третий уровень рассмотрения, который позволяет полагать энергию углеводородов Земли бесконечной, как в аспекте краткосрочной в геологическом процессе истории человечества, так и в масштабе самого геосферного, в частности, геологического процесса, чему посвящено настоящее сообщение.

#### Возобновляемые источники энергии

Таковыми полагают воздействие на Землю энергии Солнца, Луны (приливы – отливы), энергию воды (потенциальная и кинетическая энергия воды – течения и волновой процесс в мировом океане, а также в гидрографической системе), атмосферы, теллурических источников. С большой натяжкой, даже на первом этапе обсуждения, можно согласиться с отнесением к числу возобновляемых источников энергии биомассы мирового океана, твердых бытовых отходов. Ниже нами сделана попытка обосновать такую точку зрения.

Возобновляемый источник энергии – Солнце – вне сомнений. Можно рассуждать о его конечности с точки зрения космогонии, но в рассматриваемом достаточно утилитарном контексте это избыточно. То же оптимистическое заключение можно констатировать и в отношении долгосрочной стабильности теллурических источников энергии, гравитационного влияния Луны на Землю в виде локальных возмущений, энергию которых можно преобразовать и использовать.

В отношении получения возобновляемой энергии из остальных перечисленных выше гипотетически возобновляемых источников полагаем уместным термин «так называемые

возобновляемые источники энергии». В самом деле, до тех пор, пока у Земли не было атмосферы, гидросферы, ни о каком использовании энергии вихрей, циркулирующих в этих геосферах, не могло быть и речи. В рамках научного подхода возникновение обеих указанных геосфер связывают с биосферой, преимущественно, с деятельностью микроорганизмов, т.е. ситуация возобновления рассматриваемых источников энергии определяется биогеохимическим циклом Земли.

#### Энергия и биосфера

Если полагать задачей человечества на Земле обеспечение приоритета получения и использования энергии, то здесь вне сомнений ядерный и теллурический пути развития. Однако они в аспекте происхождения, эволюции и перспективы человечества этой самой перспективы не дают, поскольку жизнь, жизнедеятельность человека определяются далеко не только тем, сколько дополнительной энергии он получит, ведь её надо ещё к чему-то применить, и вне биосферы это применение невозможно.

Потому энергию человечества (именно так, с указанием того, для чего, для кого, и кем используется энергия) следует рассматривать только в фокусе биосферы.

Коль скоро энергия ископаемых углеводородов представляет собой преобразованную химическим путем в биогеохимическом цикле биосферы энергию Солнца и в определенной степени связанную с Солнцем теллурическую энергию, обусловленную химическими превращениями вещества, давлением и ядерными процессами в глубинах Земли, тектоническими явлениями, то возобновление энергии следует обеспечивать, управляя драйверами биосферы.

При этом кроме энергии будет получен не менее важный результат – долгосрочные приоритетные условия жизни человека – потребителя энергии. Долгосрочные хорошие условия жизни – это не только необходимость для обеспечения свершений интеллекта, но и свершений биосферы над собственными биологическими видами. В стрессовых условиях существования слабее реализация потенциала биологического вида, быстрее генетические изменения в связи с поиском возможностей приспособления, скорее наступает исчерпание резерва вариантов генетического аппарата, деградация и вымирание (Глазко, Глазко, 2017). Если развитие идет таким негативным образом, то возобновление энергии как система искусственных мер не имеет смысла. Затем, в отсутствие человека, его запроса, устремлений, попыток реализации управления собственной средой обитания, потоками энергии, как всегда – и до того, и после – будет управлять Мироздание в порядке собственного замысла.

Следовательно, возобновление энергии надо полагать одним из элементов воспроизводства экосферы Земли. Это является предметом настоящего сообщения.

На предыдущих этапах истории Земли биогеохимический процесс был многократно масштабнее нынешнего. Об этом свидетельствует факт огромных размеров депозитов углерода биологического происхождения. В настоящее время пребывающий там углерод, вместе с другими химическим и элементами – в своё время – активными агентами биосферы, исключены из экосферы, которая в результате крайне обеднена. Кроме того, в настоящее время обширные территории Земли или исключены из биосферного процесса, или он там ослаблен – это пустыни, избыточно увлажненные земли. Туда же можно отнести подавляющую часть акватории мирового океана – там норма биологического продукта столь же мала, как и в пустыне (SeaWiFS, 2017).

Последнее во многом обусловлено тем, что в мировом океане преобладают большие глубины, и большинство консументов, особенно верхнего уровня пищевой цепи, используя пищу, нарастив биологическое вещество в процессе жизни, по её завершении становятся источником донных отложений. Этот материал возвращается в биологический цикл с недопустимо большой даже по планетарным меркам задержкой – постоянная времени процесса очень велика.

На стадии кислородного события эксцесс кислорода был обусловлен оптимальными условиями для цианобактерий. Затем количество консументов возросло, в океане и на суше они съедают всё, количество кислорода в атмосфере уменьшается, также и ввиду того, что экологическая ниша цианобактерий и эволюционно последующих производителей кислорода стала тесной. Очевидно, что процесс захлопывания биосферы – удаление из неё биологически активного вещества, превращение в прошлом биологических субстанций и



биогеохимически связанных с ними субстанций в литосферные осадочные породы, сужение сферы протекания биологического процесса, уменьшение масштаба биологического процесса, и всё это на фоне мизерных размеров Земли – процесс с явно выраженной положительной обратной связью.

Потому только за счёт применения всё новых видов энергии не получится создать иллюзорный комфорт на какой-то части Земли, тем более, в изолированном от окружающей среды пространстве-убежище как вариант оградить себя от ставших неудовлетворительными в результате не управляемых надлежащим образом геосферных или антропогенных причин планетарных условий. Это будет вариант резервации, в которой её обитатели долго не протянут. И потребность в дополнительной энергии, будь то возобновляемые, или не возобновляемые её источники, будет становиться всё меньше, а затем иссякнет вовсе. Только комфорт всей биосферы обеспечит продолжение жизни и её качество, существование будущих биологических видов, всё более широкое востребование энергии, и её воспроизводство в той же биосфере.

Чем выше буферные параметры геосфер, тем выше вероятность их сохранения, по крайней мере, относительно стабильного состояния на текущем и будущих геологических этапах Земли.

Только новый характер обратной связи процессов в биосфере обеспечит её перспективу, использование и возобновление энергии.

Рассмотрим критически с позиции природы и функций биосферы результат производства и использования возобновляемой энергии.

#### Гелиоэнергетика

Гелиоэнергетика имеет источник энергии Солнце – тот же, что и у биосферы, по типу, точнее – сходству – фотоэлектрического преобразования солнечной радиации в фотосинтезе, где коэффициент полезного использования преобразования солнечной радиации в энергию фотосинтеза – фотосинтетически активная радиация (ФАР) составляет 1-2 %. В то же время коэффициент полезного действия кремниевых фотоэлектрических преобразователей многократно выше, он составляет 20 %. У арсенид-галиевых преобразователей показатель ещё выше – до 40 %. На первый взгляд, фотоэлектрические преобразователи – альтернатива биосфере. Но площади солнечных батарей не могут занимать значительную часть Земли ввиду конечности запаса материала для производства фотоэлементов. Сами по себе запасы кремния на Земле можно полагать практически бесконечными, но конечны другие используемые в гелиоэнергетике материалы, наконец, конечны возможности расширения, особенно, работоспособности такого рода системы. Реально – это крыши и стены зданий. А вот уничтожать земельные угодья, отводя их под комплексы солнечных батарей – расточительное пренебрежение к биосфере, которой и так почти уже нет места на Земле.

Плодородные земли человек всегда занимал в первую очередь, а затем уничтожал урбо- и техно- инфраструктурой. Потеря земель угрожающе нарастает – 42 % ресурсов Земли утрачено (Byerlee et al., 2009), 60 % экосистем нарушено (Reid et al., 2005; Сенькова, 2009), за историю землепользования человечество уничтожило более двух миллиардов гектаров плодородных почв – больше площади современного земледелия (Добровольский, 2012).

#### Ветроэнергетика

Ветроэнергетика – источник шума с опасной инфразвуковой составляющей, противоестественный циклопический вид сооружений – не лучший, небезопасный, подавляющий антураж жизни. Этот источник энергии в рамках биосферы конечен, причем не позволяет управлять биосферой, наоборот, при угасании биосферы будет соответственно ослабляться циркуляция воздушных масс атмосферы, и источник энергии ослабнет.

#### Гидроэнергетика

Гидроэнергетика – исчерпаемый источник энергии, что обусловлено отмеченной выше вероятностью угасания биосферы и последующим сокращением глобального

круговорота воды. Деформация гидрологического режима Земли произойдет при похолодании или потеплении климата, и энергетическая значимость гидросферы ослабеет, и совсем нестати для человечества ввиду нарастания проблемы выживания в катаклизме. Гидроэнергетика, в свою очередь, обуславливает значительную деформацию водных экосистем, сокращение их водности, отрицательно влияет на наземные системы.

Меньшую опасность для гидросферы представляет вариант использования энергии приливов, к тому же он менее чем русловая гидроэнергетика зависим от гидрологического режима суши. У приливно-отливной гидроэнергетики шире перспектива при динамике климата Земли, поскольку водная система мирового океана многократно превышает по объему воды гидрологическую систему суши и потому буферна и консервативна по сравнению с гидрографической системой суши.

#### Биотехнология

Биотехнология позволяет получать высокую норму биологического вещества, но преимущественно вне стандартного биосферного процесса.

Переработка продуктов и отходов биотехнологии возможна до стадии биогаза. В частности, исследована биологическая переработка органических отходов – личинки мухи-солдата перерабатывают свиной навоз, затем их используют в качестве корма для свиней (Ушакова, 2014).

Методы биотехнологии применяют для ускоренного биологического разложения отходов до парниковых газов, с этой же целью используют инсинерацию, пиролиз, производят биочар. С общепринятой точки зрения в аспекте обогащения атмосферы углекислым газом, метаном, сероводородом, учитывая естественное производство метана в бореальных широтах, а также пассивирование углерода в биочаре с последующим его сосредоточенным захоронением под почвой (Major, 2010), биотехнология опасна. Она может стать полезной на стадии похолодания климата для увеличения уровня парниковых газов в атмосфере. Биотехнология не обеспечивает возобновление биосферного цикла до уровня фотосинтеза.

#### Тепловая энергия Земли

Обособленным в списке источников возобновляемой энергии можно полагать плутонический (он же теллурический, геотермальный). Этот источник долгосрочный, безопасный для окружающей среды. Стратегическая перспектива такого пути развития энергетики состоит не только в получении энергии, но также в принципиальной возможности купировать импульсные тектонические явления путем превентивного охлаждения критических зон земной коры, что уже предпринимается в отношении вулкана Йеллоустоун (Cox, 2017). Роль вулканов в обновлении и обогащении биосферы новым материалом важнейшая, но реминерализацию почв, все же, безопаснее выполнять эволюционным технологическим путём.

#### Оценка перспектив возобновляемой энергетики

Общим недостатком всех источников возобновляемой энергии является отсутствие воспроизведения биосферных эффектов – фотосинтеза, ионизации воздуха, производства кислорода, наращивания биомассы, что является залогом существования биосферы. Особо отметим негативную в рассматриваемом контексте роль биотехнологии, только некоторые приложения которой построены на фотосинтезе, а в большинстве вариантов фазу фотосинтеза просто обрезают. Яркий пример – упомянутая выше инсектокультура, где перерабатывают отход животноводства, и производят из него корм для тех же свиней. Целое царство растений оказывается выброшенным из биосферы, объявляется как бы ненужным. И это опасно – и как результат, и как прецедент пренебрежения биосферой, и как утрата перспективы биосферы.

Оценка перспектив возобновляемой энергетики допустима только в заявленном нами фокусе потребителя – человека как продукта биосферы, без которой существование потребителя невозможно.

Возобновляемую энергию позиционируют в качестве альтернативы повышению содержания углекислого газа в атмосфере Земли как одного из парниковых газов – гипотетических



инициаторов потепления климата. Но эту роль следует осмысливать с разных точек зрения. Во-первых, основным парниковым газом является водяной пар, динамику которого, тем более, секвестр, сейчас даже не рассматривают. Во-вторых, самым опасным агентом парникового эффекта, почти в 30 раз более сильным, чем углекислый газ, является метан, хотя его относительное количество в атмосфере Земли мало. Существенным источником метана является технология. В значительной части этот газ продуцируется в биосфере, но в наибольшей степени выделяется из донных залежей углеводородов – Саргассово море, а основной источник метана на Земле – 50 % стока метана в атмосферу – море Лаптевых и Восточносибирское море, точнее – расположенные под ними залежи углеводородов (Галанин, 2012). В-третьих, процесс повышения содержания углекислого газа в атмосфере Земли модифицирует множество других процессов в наземных и водных системах. В результате указанные системы демонстрируют значительные буферные свойства по отношению к изменению содержания углекислого газа в атмосфере, при этом само изменение не пропорционально мощности новых источников.

Имеется четвертый аспект – новые возможности управления биогеохимическим потоком вещества и энергии в системе «биосфера – технология – энергия», которые предоставляют методы биогеосистемотехники (обсуждение ниже).

### Эволюция биосферы и педосферы

После очередного периода вулканизма, или менее грандиозного события – очередного оледенения Плейстоцена – биосфера Земли переживает всплеск активности. Много свежего или переотложенного водными потоками биологически активного плодородного материала, воды в виде периодических потоков в поймах или атмосферных осадков из турбированной атмосферы, ювенильные почвы имеют дисперсную структуру, оптимальную для развития растительности и биоты почвы. Это происходит в результате турбации, склеивания структурных отдельностей почвы свежим органическим материалом, подсушивания материала почвы в дискретных актах поверхностного натяжения воды на перемещающихся в поле тяжести Земли увлекаемых дискретными каплями воды структурных отдельностях. Под действием землероев структура почвы дополнительно модернизируется, становится ещё более привлекательной для живого материала.

Затем в результате разнообразных циклов биосферы и климата внутри межледникового периода аградация почвенного покрова сменяется стагнацией, затем деградацией. Имеются территории, на которых в последнее геологическое время оледенений и связанных с ними актов обновления коры выветривания и почв не было. Там многолетнее выщелачивание материала обусловило формирование ферралитных почв, плодородие которых преимущественно связано со свежим биологическим и биокосным материалом.

Существуют почвы, профиль которых простирается вглубь на 2–3 м, например, в черноземах Краснодарского края, а то и 5–8 м в тропиках, где почва ещё существенно отличается от почвообразующей породы. С такой глубины растения в своем большинстве не в состоянии возратить биокосный материал и вовлечь свежий минеральный материал в биосферу. Наоборот, материал, первоначально вовлеченный в почвообразование, биологический процесс, на текущем этапе биосферы из этих процессов необратимо теряется. Существует еще неприятный процесс, который называют солонцовым, он тесно связан со слитизацией. Суть этих процессов важна для верного понимания связи биосферы и энергии, она следующая. На стадии ювенильного почвообразования почва хорошо увлажняется, охвачена почвообразовательным процессом, биота и растения активно осваивают почвенный профиль. С течением времени продукты жизнедеятельности организмов почвы трансформируют минеральную фазу почвы в направлении преобладания мелких фракции гранулометрического состава, склеивают её частицы между собой, формируется глубоко трансформированный переотложенный минеральный материал и менее проницаемая для корней растений структура почвы, преобладают тупиковые поры (Шейн и др., 2016). Часто это происходит на эволюционном фоне уменьшения увлажнения. В результате комплекса процессов деградации почвы корневая система растений проникает на всё меньшую глубину. Обогащенный биологическими остатками, трансформированный материал ранее обитаемого ризосферой иллювиального горизонта почвы превращается в литосферный

блок, очень плотный и слитой, при высушивании приобретает высокую твердость. Наступает выраженная положительная обратная связь, ускоряющая деградацию почвы, обеднение видового состава и нормы биомассы фитоценоза, агрофитоценоза. Именно таким образом биосфера уже не раз задышалась в своих отходах (Kalinichenko, 2016a; Kalinichenko, 2016b; Kalinitchenko, 2016c), бесплодные кирасы выветривания на Кубе описал Вадим Иванович Тюльпанов.

#### Углекислый газ в атмосфере Земли

Повышение содержания углекислого газа в атмосфере Земли благотворно для развития растений. Этот научный факт в тепличном хозяйстве уже давно используется как стандартный производственный элемент (Hicklenton and Jolliffe, 1978), дающий прибавку урожайности до 100 и более %.

Растения, которые имеют  $C_4$  тип фотосинтеза, относительно недавно эволюционно приспособившиеся к современному низкому содержанию углекислого газа в атмосфере Земли, положительно отзываются на повышение содержания  $CO_2$  в атмосфере до 400 ppm. Растения с  $C_3$  типом фотосинтеза, наиболее распространённые в современной биосфере, дают положительный отклик продуктивности и при значительном большем содержании углекислого газа, до 2000 ppm (Акатов, 2013; Thayer, 2017). Следует обратить внимание, что для человека норма содержания углекислого газа в атмосфере без ограничения жизнедеятельности составляет 600–1000 ppm (TehTab, 2017). Приведенные данные имеют простое объяснение – в биосфере прошлого содержание углекислого газа было значительно выше современного (Hileman, 2017), что обусловило приспособление растений и животных, на генетическом уровне проявляющееся до настоящего времени в способности достаточно быстрой и безопасной адаптации к длительно воздействовавшему на современные организмы и их предков высокому уровню содержания углекислого газа в атмосфере Земли.

Повышение содержания углекислого газа в атмосфере сопровождается улучшением поглощения азота растениями (Ghannoum et al., 2000).

Ещё один важный результат повышения содержания углекислого газа в атмосфере – изменение характера регулирования устьичного аппарата. Поскольку условия снабжения растений углекислым газом улучшаются, ответной физиологической реакцией является уменьшение проводимости аппарата, при этом растение уменьшает расход воды (Le et al., 2011). Наблюдают эффект фертигации.

Большее количество углекислого газа в атмосфере обеспечит перспективу – прирост продовольствия и возобновляемой энергии (Wittwer & Strain, 2008). Следовательно, небольшое увеличение содержания углекислого газа в атмосфере Земли обеспечивает существенное уменьшение содержания в ней более опасного, чем углекислый газ парникового газа – водяного пара. Это важное обстоятельство в переосмыслении понимания стандартной задачи климатической инженерии (Urpelainen, 2012) – секвестра углерода из атмосферы Земли.

Не менее важно для адекватной оценки перспективы производства и использования энергии в биосфере иметь в виду надежность параметров и ингредиентов, характер и качество моделей водного баланса, климата и других подсистем Земли.

Реакция растений на повышение содержания  $CO_2$  в виде уменьшения нормы транспирации дает повод понизить оценку опасности засухи для растений под влиянием вероятных изменений климата (Swann et al., 2016).

#### Неопределенность процессов, происходящих в биосфере

Неопределенность процессов, происходящих на Земле, в биосфере и других геосферах, в сфере синтеза, перераспределения и возобновления энергии, во многом обусловлена недостатком информации, поскольку постоянно протекающие, во многом фрактальные, явления описывают отдельными наблюдениями, качество которых для создания образа реального объекта может быть критически дефектным. На это накладываются волны многомасштабной акселерации статистических полей, наблюдается эффект Харста, в результате усиливается девиация параметров системы по сравнению со случаем, если её рассматривать как гомогенную монотонную (Hurst, 1951; Nishawala & Ostojca-Starzewski, 2017). Это усиливает вероятность проявления положительных обратных связей между

парциальными явлениями в геосферах, обуславливает их дестабилизацию, формируется неустойчивый мир. С учётом этих и других обстоятельств надо критически относиться к алгоритмам, тем более – программным продуктам, которые используются для долгосрочных, а то и сверхдолгосрочных прогнозов водного режима, биосферы, климата. Следует отметить, что даже без учета волн акселерации существующие программы дают неустойчивые решения – минимальное изменение параметров даёт кардинальное изменение решения не просто на количественном, но качественном уровне – расчет может указать как на потепление климата, так и на его похолодание (Борисенков, Пичугин, 2001).

Девиацию параметров биосферы можно рассматривать не только с относительно простой точки зрения об акселерации статистических полей, но применить закономерности, описывающие драйверы процесса, например, используя проверенный аппарат математической физики. С этой точки зрения можно рассуждать об очевидной суперпозиции собственно процессов переноса вещества, описываемых параболическими уравнениями, и колебательных процессов, описываемых гиперболическими уравнениями, как результате взаимодействия частных потоков переноса вещества. Но построить такого рода математическую модель, тем более, составить алгоритм и хотя бы с минимальной степенью приближения решить такого рода задачу в программном продукте не представляется возможным. Потому приходится оперировать искажающими в значительной степени процессы статистическими эмпирическими моделями. В связи с этим не следует удивляться тому, что на каждом этапе познания модели такого рода приходится модернизировать. А то и менять полностью, ввиду слабого соответствия всё новым качествам земных систем. Стоит задача менять бисферные модели поведения воды, транспирации, углекислого газа, его потребления растениями, заново оценить роль устьичного аппарата в регулировании взаимосвязи растительности и климата, даже пересмотреть связанные модели «растительность – климат» (Keenan et al., 2013; Scheff & Frierson, 2014). Необходимость такого рода обусловлена также и тем, что до настоящего времени продолжается игнорирование факта влияния прироста содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере на использование воды растениями (Cook et al., 2015; Dai, 2013).

#### Роботизация

Проблема возобновления энергии пересекается с проблемой роботизации. Современные мобильные роботы на зеркально-симметричном шасси антропоморфного (на двух опорах) или анималоморфного (на четырех и более опорах) типа (Skolkovo Robotics, 2017) обеспечивают некоторую экономию энергии, но, в основном, решают утилитарную задачу освобождения от рутинной деятельности находящегося в стандартных технических решениях непосредственно на мобильном объекте оператора. По сути, они являются не роботами, а автоматизированными автомобилями, тракторами (TDRi robotics, 2017). На пути роботизации известных транспортных средств можно найти только некоторые усовершенствования, причём производители наперёд ставят лишнее робототехнику перспективу ограничение – искать эффективные в терминах времени, труда и энергии пути модернизации в сложившихся рамках, но только не направленные на принципиально новое совершенство решения (Driverless Tractors, 2017). При столь жёстком ограничении, которое, очевидно, следует из запроса заказчика – производителя тракторов и пр., нет возможности получить искомые в робототехнике принципиально новые решения. Именно такие, совершенные, принципиально отличающиеся от достигнутого уровня техники решения только и дадут принципиально новые возможности изменения характера и высокой результативности труда, развития и привлекательности жизни, а не приложения её уникальных возможностей в устаревших сферах утратившей перспективу индустриальной деятельности.

Можно развить тезис о неверном пути современной тенденции роботизации мобильных устройств, реализующих технологические операции в пространственно рассредоточенных системах. Ярким примером являются земельные угодья того или иного назначения. Причём отметим, что один и тот же подход применяют и для автоматизации (именно этот термин полагаем в обсуждаемом контексте более уместным) механизма для заготовки леса, и механизма для обработки сельскохозяйственных земель. В первом случае анималоморфный подход к техническому решению как-то обоснован. Объект работы –

заготавливаемое дерево – имеет значительную массу и техническое средство должно иметь сопоставимую массу, чтобы противостоять массе дерева как элемент динамической системы, которую автоматизированный трактор и дерево образуют при выполнении заданных технологических операций процесса превращения живого дерева в заготовленную древесину. Системная ошибка – стремление к универсальности технического решения – оборачивается избыточностью масштаба механизма во втором случае, когда масса трактора слишком велика в отсутствие технической необходимости противостоять большой массе объекта применения технологии, причем излишней даже при проведении отвальной обработки почвы, являющейся самой энергозатратной операцией в сельском хозяйстве. Тем не менее, по анималоморфному принципу копируют тягло (лошадь, бык), затем к этому сосредоточенному тяглу агрегируют многосекционный плуг, выполняющий однотипными рабочими органами параллельно одни и те же технологические операции, или сеялку – систему, устроенную столь же избыточно, и получают избыточную, так называемую роботизированную систему. В сущности, такая роботизированная система являет собою мобильную автоматизированную стандартную производственную систему с элементами, координированными в пространстве механическими связями. И это робот?!

Подход к созданию первичных элементов истинно робототехнических систем для реализации технологических операций в пространственно рассредоточенных системах продемонстрируем на примере нашего технического решения. Предложена система безлюдного гуманитарного разминирования территории в гуманитарных целях (возможно – в военных), первичным элементом которой является безлюдное мобильное роторное внутрипочвенное устройство, обеспечивающее ударное извлечение и дистанционный подрыв мин (Калиниченко, 2012; Калиниченко, Зармаев, 2012; Калиниченко и др., 2014б). Устройство принципиально отличается от стандартных – ориентировано на воздействие на одиночный минимальный объект выполнения технологии. Согласованную работу группировки новых устройств координируют не механической рамой, а по ГлоНав или GPS, поэтому расчётная удельная масса рабочих элементов системы составляет 50–150 кг на 1 м ширины минного поля. Вместо этого в настоящее время применяют техническое решение безлюдного разминирования в виде стандартного автоматического танка-гральщика, выполненного по английской бойковой технологии (Юфев, 2017). Индивидуальные элементы воздействия на мины в этом устройстве связаны между собой механической системой. Потому масса устройства в зависимости от исполнения может составлять от 5 до 70 т, или, соответственно ширине захвата, от 2 до 25 т на 1 м ширины минного поля. Очевидно, что анималоморфный подход к созданию мобильных роботов является чрезвычайно затратным, по сути, это попытка сохранить в интересах производителей морально устаревшей техники бесперспективный путь развития на базе несостоятельной в XXI веке индустриальной технологической платформы.

#### Продолжительность синтеза информации и принятия решений

Человечество расточительно не только в отношении геосфер, но и времени. Это ещё один пример антропоцентрического подхода – попытка транслировать масштаб времени природы к масштабу собственной короткой жизни, что, очевидно, несопоставимо с действительностью, но, тем не менее, подход продолжают применять. В частности, чех В. Немец (Guest Blog, 2017) разработал и предложил ещё в 1991 году мировому сообществу актуальную для понимания места и роли человечества на Земле концепцию геоэтики, которая развивает представления о ноосфере, заложенные В.И. Вернадским, являющиеся краеугольными для верного понимания проблемы возобновления энергии. Но, как и к учению В.И. Вернадского, которое предпочитают лишь цитировать, но не применять, к концепции В. Немца расточительно долго присматривались, и только в 2016 году Ассоциация продвижению геоэтики (International Association for Promoting Geoethics (IAPG): <http://www.geoethics.org>) в Кейптауне выработала [Cape Town Statement on Geoethics](http://www.geoethics.org/ctsg) (<http://www.geoethics.org/ctsg>), в сущности, просто повторив В. Немца через 25 лет (Di Capua et al., 2017), всё продолжая призывать к тому, чтобы улучшать социальную и окружающую среду, но без намека, что следует реально предпринимать, кроме известного призыва к ясному пониманию значимости взаимодействия человечества и геосфер (Bohle, Erle, 2017).



### Стагнация почвы

Биосфера создана микроорганизмами, которые и в настоящее время являются ее ведущим компонентом. В условиях современного органического земледелия масштаб микробиологической деятельности в почве недостаточен для расширенного воспроизводства плодородия. Фиксация азота из атмосферы происходит только в количестве, обеспечивающем стагнацию сложившегося низкого уровня продуктивности почвы, эксцесс фиксации азота не имеет места (Семенов и др., 2016). Во многом это обусловлено тем, что реально до перехода к органическому земледелию почву много лет эксплуатировали в индустриальной системе земледелия. Потому современные стартовые возможности её биологической эволюции крайне ограничены, она уплотнена, нет условий для развития ризосферы и микробиоты, что и обуславливает стагнацию плодородия в условиях органического земледелия.

Подпахотный слой имеет большую плотность и меньшую водопроницаемость, чем пахотный, происходит флотация и рекомбинация структурных элементов, трансформация минералов в условиях временного переувлажнения почвы при фронтальном прохождении в нее воды. Усиливается дифференциация почвы на расчлененный объем проводящих пор и обширный объем тупиковых пор, которые перекрываются в результате переувлажнения и последующей седиментации. Динамика почвы характерна стагнацией системы на низком уровне продуктивности и устойчивости.

### Индустриальная технологическая платформа

Востребование энергии на Земле на текущем этапе эволюции следует рассматривать в фокусе развития технологий человечества, только в этих технологиях применимы современные энергетические возможности. Но это жестко ограничено перманентным конфликтом развития биосферы, приводящим к её неустойчивой стадийности, и конфликтом «технология – потребление – экосфера» – результатом неверной постановки стратегии развития человечества. Поэтому энергетические возможности оборачиваются усиливающимся действием энергетического пресса на биосферу и техносферу.

Индустриальная технологическая платформа, как и её очередные технологические уклады (Глазьев, 2013), неверно ориентированы на увеличение любой ценой потребления искомым современной цивилизацией благ, которые в своем большинстве ложные. Ложный посыл определяет ложный путь развития. Несмотря на то, что уже наступило осознание необходимости сменить парадигму развития с учетом разрушения экосферы, всё наращиваются усилия продолжить старый путь имитационного развития, получить на нем «доселе неведомые результаты» в отдаленном будущем (Roco and Bainbridge, 2002; Ковальчук и др., 2013). Увы, откатанная в прошлом схема отсроченных обещаний может уже и не сработать. Это ввиду того что опасность современных технологий, воспроизводящих свойственные всем предыдущим этапам индустриального развития и всем технологическим укладам стремление коряво скопировать какую-то небольшую часть явлений природы и ожидать за это от природы одобрения в виде потребительских предпочтений, уже обуславливает нарушение искомого ассонанса. И этот диссонанс – вовсе не некоторые частные случаи нарушения технологий. Продолжение сложившейся практики развития приведёт к неблагоприятным политическим, экономическим и общественным последствиям. Нужны не косметические меры модернизации действующих технологий (Алексеев, 2014), хотя этот путь очень прельщает нынешних крупных пользователей, а генеральная смена парадигмы развития (Указ Президента РФ № 642, 2016). Применение устаревших технологий природопользования опасно для текущей и длительной перспективы обоих атрибутов государственности:

- земель, которые нечем будет заменить,
- народа, которому следует обеспечить наилучшие условия жизни, творческого эффективного и безопасного труда.

На имеющейся технической и технологической базе реализовать устойчивую стратегию развития невозможно. Всё большее использование энергии в рамках старой парадигмы развития будет давать всё меньший производственный и потребительский результат.



Что происходит сейчас:

- ✓ наземные и водные системы деградируют под воздействием устаревших стандартов землепользования, сельского хозяйства, ирригации, переработки отходов;
- ✓ циклы C, P, N, S в биосфере разрушены, биогеохимические равновесия дестабилизированы;
- ✓ период рециркуляции химических веществ в геосфере чрезвычайно удлинён, деформирован, незамкнут;
- ✓ время обратной связи в биосфере слишком велико, опасность разрушительной положительной обратной связи является сильной;
- ✓ возможности утилизации вещества и интенсификации биосферы не используются для замыкания, укорочения и обогащения биогеохимического цикла.

Только при кардинальном подходе возникнет возможность нарастить применение энергии на Земле за счёт оптимизации биогеохимического цикла, повышения качества биосферы, улучшения условий жизни, мотивации применения энергии. Иначе продолжится простая констатация того, что природопользование, состояние почвенного покрова в агрокультуре и при техногенезе, климат негативно влияют на первичную биологическую продукцию, соответственно обуславливая неопределённость отклика на это экосферы и негативный прогноз производства и потребления возобновляемой энергии (Zhang et al., 2014).

В настоящее время просто отсутствуют технические средства, которыми бы можно было реализовать уже сложившиеся научные представления о биогеохимическом цикле углерода, азота, воды, использовании возможностей, которые управление драйверами цикла даёт для развития увеличения содержания углекислого газа в атмосфере (не техногенных аэрозолей, а именно CO<sub>2</sub>), повышение уровня использования CO<sub>2</sub> растительностью. С этой возможностью тесно связаны перспектива экономии пресной воды, возможность нарастить ёмкость и простираемость педосферы и всей биосферы, обеспечение производства дополнительного продовольствия и биотоплива – бесконечно возобновляемого источника энергии, стабилизация климатической системы.

Рассмотрим примеры неприемлемости современных технологий стратегическому развитию человечества в биосфере, возможности смены вектора развития технологии, востребования в ней энергии.

#### Обработка почвы

Обработка почвы в стандартной и мелиоративной агротехнике однолетних культур, винограда, многолетних плодовых, защитных, рекреационных насаждений сводится к рыхлению слоя почвы от 0–5 до 0–120 см орудиями с пассивными рабочими органами (Peries and Gill, 2017; Ripping field, 2017). В результате структура почвы не улучшается, корневая система растения получает только некоторую возможность проникать между блоками почвы, использовать их немного разрыхлённую поверхность для получения элементов питания. Фрезерование верхнего слоя почвы ведёт к развитию эрозии, но, одновременно, дополнительному уплотнению нижележащего слоя почвы. При no-till почва в течение 3-5 лет уплотняется, корневая система не развивается вглубь, урожайность снижается. Транспирация растений усиливается ввиду деградации почв – растение тратит больше энергии на продвижение ризосферы внутрь почвы, добывание воды и питательных веществ из уплотнённой слитой почвы – неблагоприятная положительная обратная связь. Это особенно значимо при ирригации ввиду огромных затрат воды и ресурсов на её проведение.

#### Ирригация

Современные способы полива – поверхностный, дождевание, капельный, внутрипочвенный – построены на просачивании воды в почву – имитация природного гидрологического режима. В результате влажность почвы избыточна для почвы и питания растения, вода испаряется, в виде преференсных потоков стекает в зону аэрации, расход воды на стандартную ирригацию превышает расчётную потребность растений в воде в 4–15 раз (Ильинская, Шкодина, 2009; Ochoa et al., 2014). Уменьшение поливных норм

несостоятельно, поскольку способ поступления воды в почву не меняется, но увлажняется меньший слой почвы – и еще большая часть воды испаряется. Почва в повторяющихся циклах увлажнение – высушивание деградирует. При высокой влажности почвы корневая система растения получает почвенный раствор низкой концентрации, причем тяжелые металлы, канцерогены и пр. свободно поступают в растение, соответственно, в продукцию. Высокая влажность ведет к снижению качества продукции, деградирует почва (субстрат в закрытом грунте) и природно-территориальный комплекс.

#### Утилизация отходов

Утилизация отходов в хвостохранилищах обуславливает утрату вещества из биогеохимического цикла, загрязнение окружающей среды. Утилизация отходов в поверхностном слое почвы обуславливает распространение опасных веществ, загрязнений, инфекций эоловым и водным путем. Утилизация отходов – частный случай биогеохимического цикла Земли. Этот цикл характеризуется тем, что в настоящее время, как и в прошедшие геологические эпохи, основной поток углерода направлен из биосферы в литосферу наземных и водных систем. Оценка этого процесса становится еще более пессимистичной, если принять во внимание закономерности ассоциации ионов в почвенном растворе, где карбонаты не выпадают в осадок, как ранее полагали, но при ионной силе раствора  $I=0,2-1,0$  сохраняют высокую подвижность в виде ассоциированных ионов. Доля ассоциированных ионов в дискретных микробассейнах почвенного раствора достигает 95 %. При каждом очередном цикле промачивания почвы карбонаты беспрепятственно уходят из почвы в зону аэрации, затем – в литосферу (Batukaev et al., 2016a). Имеет место потеря вещества и содержащейся в нем накопленной в биологическом процессе энергии.

Биогеосистемотехника как инструмент баланса энергии и живого вещества в биосфере

Очевидно – доступные меры управления биосферой неработоспособны – позволяют с трудом получить продукты питания, причем ценой антропогенной деградации экосферы.

Обретение принципиально новых технологий промышленности и сельского хозяйства необходимо не только для повышения плодородия почв, но также и для освоения и производства принципиально новой опережающей достигнутой мировой уровень техники и технологии. Это обеспечит не только использование накопленного ресурса плодородия почв, но сбережение почвы, воды, стабильное наращивание ресурсов, причём при снижении затрат.

Нами предложена биогеосистемотехника как новая научно-техническая платформа стратегического развития мира и его технологии, органически связанная с проблемой производства, использования и возобновления энергии на Земле (Kalinitchenko et al., 2016).

Биогеосистемотехника принципиально отличается от современной парадигмы развития тем, что вместо прямой имитации явлений природы предлагает по Аристотелю поиск и продуктивное использование ниш развития, которые Природа оставляет человеку как возможность понять ее замысел и использовать его для гармоничного развития, но не противостоять Природе. На этом пути трансцендентальных (не повторяющих природу напрямую) научно-технических решений успех значительно больше, чем если Природе примитивно противостоять, копировать, не понимая её истинного замысла (Glazko and Sister, 2016; Kalinitchenko et al., 2017).

Биогеосистемотехника принципиально отличается от Sustainable Development, Green Economy, NBIC (Roco and Bainbridge, 2002), НБИКС (Ковальчук и др., 2013) тем, что возможности биогеосистемотехники не только продекларированы, но также обоснованы на современном научном уровне и, что важно, уже показаны в практике (Калиниченко и др., 2014a).

Биогеосистемотехника – это принципиально новые природоподобные технические средства и технологии конструирования и обеспечения устойчивой высокопродуктивной эволюции и здоровья почв, сохранения пресной воды, рециклинга отходов, прироста уровня использования ФАР, расширенного воспроизводства ресурсов, ускоренного технологического развития и высокого качества жизни.

Особенности и преимущества технических средств биогеосистемотехники можно узнать в журналах *Biogeosystem Technique* <http://ejournal19.com/>, *International Journal of Environmental Problems* <http://ejournal33.com/>.

Возможности биогеосистемотехники в сравнении со стандартными технологиями следующие:

#### Обработка почвы

Биогеосистемотехника обеспечивает конструирование долговременно устойчивых высокоплодородных почв путем фрезерования слоя 20–45 см. Почва приобретает новые свойства – высокая дисперсность внутреннего обработанного слоя обуславливает формирование устойчивой структуры, благоприятной для развития корневой системы, сбережения воды и питания растений. Апробированный срок действия однократной внутрипочвенной фрезерной обработки – до 40 лет, повышение урожайности 30–50 %, повышение рентабельности производства с 15 до 50 %. Затраты средств и энергии на выполнение новой технологии в течение жизненного цикла много меньше, чем при использовании стандартной технологии (Kalinichenko, 2014a).

#### Увлажнение почвы

Биогеосистемотехника предусматривает принципиально новый импульсный внутрипочвенный континуально-дискретный способ увлажнения почвы. Сущность нового способа увлажнения почвы в том, что подача воды происходит без просачивания сквозь почву, непосредственно в каждый минимальный объем почвы диаметром 2–3 см на глубину от 10 до 40 см импульсом через выдвигной шприцевой элемент. Поверхность почвы не увлажняется, вода не испаряется в атмосферу, не стекает вглубь почвы и зону аэрации. После впрыска из зоны увлажнения вода быстро (2–5 мин) распространяется в прилегающую зону капиллярным путем и перегонкой пара, концентрация почвенного раствора высокая, поэтому устьичный аппарат растения работает в условиях неполного открытия, растение экономит воду. За счет этого функционирует первый биогеохимический барьер «почва – корневая система» – опасные, в основном, малорастворимые соединения, остаются в почве.

Экономия пресной воды по сравнению со стандартными (включая капельный) способами полива от 3 до 20 раз (Калиниченко и др., 2013; Kalinichenko, 2014b). Способ сохраняет почву (в закрытом грунте – субстрат), поскольку исключено переувлажнение.

Практикуют моделирование системы «почва – растение – атмосфера» на основе потенциальной транспирации (Yuan et al., 2014). Но биогеосистемотехника такие, а также и многие другие, модели переводит в разряд неработоспособных, неприменимых. Это поскольку биогеосистемотехника дает возможность кардинально уменьшить норму транспирации за счет управления степенью открытия устьичного аппарата растений, понижая влажность почвы и увеличивая концентрацию углекислого газа в атмосфере, увеличить норму потребления макро- и микроэлементов питания растений из почвы, норму потребления углекислого газа из атмосферы (Rykhlik, Bezuglova, 2017). Биогеосистемотехника позволяет реализовать «растение-центрическую» точку зрения о потенциально значимой возможности практически использовать связь потерь воды, транспирации и соержания углекислого газа в атмосфере для ослабления влияния засухи как противовеса распространенной, но несостоятельной точке зрения о будущем повышении потребности в воде (Swann et al., 2016).

Один из производственных аспектов нового способа увлажнения почвы состоит в полном снятии проблемы доступа техники на орошаемый участок, скота на орошаемое пастбище, поскольку при новой схеме увлажнения нет необходимости ждать, пока почва подсохнет – она находится в таком состоянии уже непосредственно в процессе полива.

Обеспечены: экономия средств химизации, поскольку почвенный раствор не дренируется в виде преференсных потоков, как при стандартных способах полива; экономия пестицидов, поскольку влажность почвы и воздуха небольшая, и нет условий для развития вредителей и болезней; повышение качества продукции, поскольку она выращивается в оптимальных условиях – без переувлажнения, без избытка химикатов и пестицидов; повышение нормы продукции, поскольку при влажности почвы,

соответствующей типичному для нового способа увлажнения потенциалу воды от  $-0,1$  до  $-0,3$  МПа, темп нарастания биомассы растения выше, чем при избыточной влажности; повышение качества продукции. Экономия ресурсов – 30–50 раз – малые затраты на подачу за счет меньшего напора и нормы воды для увлажнения, экономия воды.

#### Рециклинг отходов

Биогеосистемотехника позволяет в процессе внутрипочвенного фрезерования и внутрипочвенного увлажнения применить удобрение почвы, выполнить рециклинг промышленных, бытовых, сельскохозяйственных, биологических (включая опасные за счёт возможности разорвать трофические цепи их распространения) отходов (включая отход газификации) (Kalinichenko, 2015a).

Внутрь почвы в процессе фрезерования слоя 20–45 см, а затем – в процессе внутрипочвенного увлажнения – вносят удобрение и/или отходы, причём вносимое вещество в процессе обработки почвы тщательно перемешивается с почвой. С одной стороны, удобрительные (хотя все удобрения содержат загрязнения из исходных руд) и мелиорирующие вещества, содержащиеся во внесённом в почву материале, благотворно действуют на растения. С другой стороны, загрязнения, рассредоточенные в достаточно глубоком слое почвы, не влияют на развитие молодых растений, а после продвижения корней в глубокий слой почвы работает эффект разбавления загрязнения и избирательный у взрослого растения биогеохимический барьер на границе корень – почвы. Этот барьер особенно эффективно действует в условиях относительно низкой влажности за счёт большой пористости и большой мощности почвы после фрезерования внутреннего слоя. Обеспечивается расширение биологической фазы углерода, уменьшение содержания в атмосфере углекислого газа и метана, вместо опасного секвестра углерода из биосферы.

Биогеосистемотехника – возможность расширения биосферы и её продукта за счёт расширения биолого-почвенной фазы в биогеохимическом цикле углерода, усиления ионизации воздуха в фотосинтезе и осаждения за счёт этого аэрозолей, получения дополнительного продовольствия, сырья, биотоплива, обеспечивается здоровье окружающей среды за счёт утилизации внутри почвы опасных веществ, особенно в форме пыли, достигается здоровье почвы (Семенов, Соколов, 2016).

Биогеосистемотехника является основой роботизации производственной и рекреационной деятельности в биосфере, представляющей собой объект с выраженным простиранием в пространстве, при этом ограниченной мощности. Это позволяет отказаться от применения сосредоточенного тягла машин при внутрипочвенной фрезерной обработке, внутрипочвенном увлажнении, внутрипочвенном рециклинге отходов.

Роботизация технических средств биогеосистемотехники обеспечит:

устойчивые условия развития сельскохозяйственных, плодовых и древесных культур, винограда; кормовую базу для развития животноводства; медико-ветеринарную санитарную безопасность; экономию ресурсов в 10–20 раз, развитие наукоемких технологий и производств.

Биогеосистемотехника – возможность уменьшить постоянную времени биогеохимического цикла и этим обогатить Земли.

Чтобы принять и воспроизвести энергию надо усилить биосферу:

1. В природной системе и стандартной агротехнике на месте в почве остаются мертвые организмы, что ведет к закупорке пористой системы почвы.

2. Для исключения утраты биоматериала и содержащейся в нем энергии следует применять газификацию, особенно в высоких широтах, включая зону вечной мерзлоты, где разложение биологического материала происходит медленно. Это позволит сократить эффект необратимого стока биогеононов, выделения из них в атмосферу парниковых газов  $N_2O$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$ .

3. Перераспределить материал газификации в низкие широты, пустыни.

4. Применять особую систему опреснения воды в целях увлажнения почвы, поскольку для почвы опасны только  $Na^+$  и  $Cl^-$ , а остальные ионы, содержащиеся в морской воде, минерализованной воде гидрографической сети полезны для синтеза технопочвы (Калиниченко и др., 2012).



5. Увеличить долю энергии, получаемой из биотоплива и в результате газификации отходов.

Прирост производства возобновляемой энергии методами биогеосистемотехники одновременно позволит сохранять больше вещества в биосфере, производить больше биологического вещества, максимально извлекать из него энергию. Уменьшится количество энергии, аккумулируемой в геологических депозитах – по сути – прекращается захоронение энергии. Продукт газификации биологического вещества и отходов его использования, возвращаемый в почвообразовательный процесс, увеличивает биологическую и энергетическую производительность биосферы. Уменьшение постоянной времени возврата вещества в биологический процесс позволяет получать больше биологического вещества и энергии при том же ресурсе вещества на Земле. За счет возможности управления драйверами открывается возможность стабилизировать климатическую систему (Kalinichenko, 2015b) и повысить уровень определенности геосфер Земли.

#### 4. Заключение

Текущий коллапс биосферы во многом обусловлен недостаточным использованием накопленной в биомассе за счет фотосинтеза энергии Солнца и теллурических источников. В результате энергия оказывается связанной в опаде наземной биомассы, опаде ризосферы. Чем больше масса этого утраченного продукта, тем больше слой почвы, что представляют благоприятным обстоятельством, но тем больше вещества затем теряется из почвы, и из биологического процесса, которых охватывает слой мощностью существенно менее 1 м, иногда несколько более, только в редких случаях существенно больше – до 8 м.

В результате трансформации минеральной и органической фаз почвы, выщелачивания, лессиважа, иллювиирования, вещество на нижней границе почвы и глубже оказывается на стадии седиментации, затем переходит в состояние геологических отложений. При огромном запасе углерода на Земле сфера жизни все сжимается, поскольку для нее углерода не хватает. Как по профилю почвы, который укорачивается морфологически – внешне, а также за счет формирования иллювиального горизонта, в котором жизнь ослабевает, так и агрофизически ввиду возрастающего в процессе эволюции до 99 % закупоривания пористой дисперсной системы почвы. Последняя в основном перекрыта продуктами, которые являются, по существу, клеями, производными от трансформируемой при почвообразовании минеральной и биогенной фаз почвы. Можно сравнить с ювенильной почвой, которая при мощности всего 3–5 см, но в отсутствие тупиковых пор, имеет продуктивность больше, чем почва мощностью 60–100 см в состоянии стагнации.

Потому возобновление энергии на Земле следует ориентировать, в первую очередь, на извлечение энергии из свежего биологического вещества, из мертвого биологического вещества, ископаемого вещества биологической природы. При этом обращая использованное в биосфере вещество в продукт почвы, возобновляя и расширяя этим веществом биологический процесс по всей глубине почвы, при этом обеспечивая функционирование дисперсной системы почвы, т.е. преодолевая образование тупиковых пор, техническими средствами разрушая тупиковую поровую систему. Это позволит увеличить проникновение активного биологического процесса вглубь почвы и исключить потерю в зону аэрации и глубже, увеличить простирание продуктивных почв, получить увеличенную норму и прирост валового количества продовольствия, сырья, прирост уровня использования ФАР, расширенное воспроизводство жизни на Земле.

Только после этого, если на первом этапе предлагаемого нами пути реновации биосферы энергии для жизни и технологии окажется недостаточно, следует вовлекать в обеспечение жизни дополнительные источники энергии. При этом ориентируясь на критерий вреда таких источников протеканию основного процесса, которым мы полагаем расширение и увеличение биологической емкости биосферы Земли, используя для этого значительную, а не как в настоящее время – мизерную – часть ресурсов Земли.

В этом случае буферность явлений на Земле возрастет, ослабнет влияние паразитных обратных связей за счет рассмотренных возможностей управления драйверами биосферы и климата, возрастет определенность геосфер и климатической системы, при этом усилится



возможность воспроизводства возобновляемых источников энергии в их традиционном понимании, поскольку их ресурс зависит от состояния биосферы.

### Литература

**Акатов, 2013** – Акатов П.В. (2013). Реакция растений на рост концентрации углекислого газа в атмосфере // *Живые и биокосные системы*, № 5.

**Алексеев, 2014** – Алексеев А.В. (2014). Государственные программы: реальный или номинальный инструмент управления экономикой? // *Экономист*, № 6, С. 20–27.

**Борисенков, Пичугин, 2001** – Борисенков Е. П., Пичугин Ю. А. (2001). Возможные негативные сценарии динамики биосферы как результат антропогенной деятельности // *Доклады академии наук*, т. 378, № 6, с. 812–814.

**Велихов и др., 2017** – Велихов Е.П., Ковальчук М.В., Ильгисонис В.И., Игнатъев В.В., Цибульский В.Ф., Андрианова Е.А. (2017). Эволюционное развитие атомной энергетики в направлении крупномасштабной ядерной энергетической системы с реакторами деления и синтеза // *Энергетическая политика*, № 3, С. 12–20.

**Галанин, 2012** – Галанин А.В. (2012). Литобиосфера Земли. <http://ukhtoma.ru/litobiosphere.htm>

**Глазко В, Глазко Т., 2017** – Глазко В.И., Глазко Т.Т. (2017). Доместикация и закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова // *Успехи современной науки*, Том 2, № 9, С. 8–14.

**Глазьев, 2013** – Глазьев С.Ю. (2013). О политике опережающего развития в условиях смены технологических укладов // *Вестник РАН*, Т. 13, № 1, С. 29–35.

**Добровольский, 2012** – Добровольский Г.В. (2012). Педосфера – как оболочка высокой концентрации и разнообразия жизни на планете Земля // VI съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Всероссийская научная конференция с международным участием «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования», Всероссийская молодежная конференция «Знания о почве – развитию страны» 13 – 18 августа 2012 г. Петрозаводск.

**Ильинская, Шкодина, 2009** – Ильинская И.Н., Шкодина О.П. (2009). Нормирование водоотведения – фактор рационального водопользования / *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*. Новочеркасск: РосНИИПМ, вып. 41, С. 74–84.

**Калиниченко, 2012** – Калиниченко В.П. (2012). Патент на изобретение RU №2442946 С1. Устройство для разминирования принудительным подрывом. МПК F41H 11/16. Патентообладатель: Калиниченко В.П. Заявка № 2010135189/11(049977) от 23.08.2010. Опубликовано 20.02.2012. Бюл. №5. 18 с. : 3 ил.

**Калиниченко и др., 2012** – Калиниченко В.П., Ильин В.Б., Ендовицкий А.П., Черненко В.В. (2012). Способ извлечения вещества из тонкодисперсной системы. Патент на изобретение RU № 2464967 С2. МПК Кл. А61J 1/20 (2006.01), А61M 3/00 (2006.01), В03С 5/00 (2006.01). Патентообладатель: ООО Структура К°. Заявка №2011100186/13(000277) от 11.01.2011. Опубликовано 27.10.2012. Бюл. №30. 9 с. : 2 ил.

**Калиниченко, Зармаев, 2012** – Калиниченко В.П., Зармаев А.А. (2012). Устройство для разминирования территорий принудительным подрывом в гуманитарных целях // *Вестник Академии наук Чеченской республики*, № 1, С. 65–75.

**Калиниченко и др., 2013** – Калиниченко В.П., Минкина Т.М., Безуглова О.С., Зармаев А.А., Романов О.В., Ким В.Ч.-Д. (2013). Концепция внутрпочвенной дискретной импульсной ирригации // *Природообустройство*, № 2, С. 6–11.

**Калиниченко и др., 2014a** – Калиниченко В.П., Шаршак В.К., Миронченко С.Ф., Черненко В.В., Ладан Е.П., Геве Е.Д., Илларионов В.В., Удалов А.В., Удалов В.В., Киппель Е.В. (2014). Изменение свойств почв солонцового комплекса через 30 лет после мелиоративных обработок // *Почвоведение*, № 4, С. 490–506, doi:10.7868/So032180X14040029

**Калиниченко и др., 2014б** – Калиниченко В.П., Батукаев А.А., Зармаев А.А. (2014). Патент на полезную модель RU №146371 U1. Устройство для разминирования принудительным подрывом с транспортным модулем. МПК F41H11/16 (2011.01). Патентообладатель(ли): Чеченский государственный университет (RU), Институт

плодородия почв юга России (RU). Заявка № 2014114454 от 11.04.2014. Опубликовано 10.10.2014. Бюл. 28. 14 с. : 7 ил.

**Ковальчук и др., 2013** – Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. (2013). Конвергенция наук и технологий – новый этап научно-технического развития // Вопросы философии, № 3, С. 3–11.

**Семенов и др., 2016** – Семенов А.М., Глинушкин А.П., Соколов М.С. (2016). Органическое земледелие и здоровье почвенной экосистемы // Международная научно-практическая конференция Современные проблемы гербологии и оздоровления почв (21–23 июня 2016 г.). Большие Вяземы, 2016. с. 283–291.

**Семенов, Соколов, 2016** – Семенов А.М., Соколов М.С. (2016). Концепция здоровья почвы: фундаментально-прикладные аспекты обоснования критериев оценки // *Агрехимия*, № 1, С. 3–16.

**Сенькова, 2009** – Сенькова Л.А. (2009). Состояние почв агроландшафтов Южного Урала и пути их рационального использования // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Тюменская государственная сельскохозяйственная академия. Тюмень.

**Указ Президента РФ № 642, 2016** – Указ Президента РФ № 642 от 1 декабря 2016 г «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации».

**Ушакова, 2014** – Ушакова Н.А. (2014). Перспективы промышленного разведения насекомых на твердых органических отходах, получения кормового белкового продукта и биологически активных веществ // Международная научно-практическая конференция «Биотехнология и качество жизни» 18–20 марта 2014 г. Московский международный конгресс «Биотехнология: состояние и перспективы развития», Москва, С. 414. [www.mosbiotechworld.ru](http://www.mosbiotechworld.ru)

**Шеин и др., 2016** – Шеин Е.В., Скворцова Е.Б., Дембовецкий А.В., Абросимов К.Н., Ильин Л.И., Шнырев Н.А. (2016). Распределение пор по размерам в суглинистых почвах: сравнение микротомографического и капилляриметрического методов определения // Почвоведение, № 3, С. 344–354.

**Юфевев, 2017** – Юфевев С. (2017). Робот-сапёр «Уран-6», <https://topwar.ru/62494-robot-saper-uran-6.html>, access date 2017-12-08

**Armaroli, Balzani, 2016** – *Armaroli Nicola, Vincenzo Balzani* (2016). Solar Electricity and Solar Fuels: Status and Perspectives in the Context of the Energy Transition // *Chemistry – A European Journal*, Vol. 22, Is. 1, pp. 32–57, doi:10.1002/chem.201503580

**Batukaev et al., 2016a** – *Batukaev Abdulmalik A., Anatoly P. Endovitsky, Andrey G. Andreev, Valery P. Kalinichenko, Tatiana M. Minkina, Zaurbek S. Dikaev, Saglara S. Mandzhieva, and Svetlana N. Sushkova* (2016). Ion association in water solution of soil and vadose zone of chestnut saline solonetz as a driver of terrestrial carbon sink // *Solid Earth*, 7, Iss. 2, 415-423, doi:10.5194/se-7-415-2016

**Bohle, Erle, 2017** – *Bohle Martin, Ellis C. Erle* (2017). Furthering Ethical Requirements for Applied Earth Science // *Annals of Geophysics*, 60, Fast Track 7, 2017; doi: 10.4401/ag-7401

**Byerlee et al., 2009** – *Byerlee Derek, Alain de Janvry, and Elisabeth Sadoulet* (2009) Agriculture for Development: Toward a New Paradigm // *Annual Review of Resource Economics*. Vol. 1: 15-31 (Volume publication date May 2009). First published online as a Review in Advance on May 21, 2009 doi:10.1146/annurev.resource.050708.144239

**Cook et al., 2015** – *Cook BI, Ault TR, Smerdon JE* (2015). Unprecedented 21st century drought risk in the American Southwest and Central Plains // *Sci Adv* 1(1):e1400082.

**Cox, 2017** – *Cox David* (2017). NASA's ambitious plan to save Earth from a supervolcano. 17 August, BBC, <http://www.bbc.com/future/story/20170817-nasas-ambitious-plan-to-save-earth-from-a-supervolcano> (access date 2017-12-07)

**Dai, 2013** – *Dai A.* (2013). Increasing drought under global warming in observations and models // *Nat Clim Change* 3(1):52–58.

**Di Capua et al., 2017** – *Di Capua G., Peppoloni S. and Bobrowsky P.T.* (2017). The Cape Town Statement on Geoethics // *Annals of Geophysics*, Vol. 60, Fast Track 7, doi: 10.4401/ag-7553

**Driverless Tractors, 2017** – *Driverless Tractors and Drones to Be among the Key Applications for Agricultural Robots, According to Tractica,*

<http://www.businesswire.com/news/home/20160120005177/en/Driverless-Tractors-Drones-Key-Applications-Agricultural-Robots> (access date 2017-12-07)

**Fetter, 2009** – *Fetter Steve* (2009) How long will the world's uranium supplies last? // *Scientific American*, January 26, <http://www.scientificamerican.com/article/how-long-will-global-uranium-deposits-last/> (access date 2017-12-07)

**FS-UNEP Collaborating Centre, 2016** – *FS-UNEP Collaborating Centre*, Global trends in renewable energy investment (2016), p. 14.

**Ghannoum et al., 2000** – *Ghannoum O., S. von Caemmerer, L.H. Ziska, J.P. Conroy* (2000). The growth respons of C<sub>4</sub> plants to rising atmospheric CO<sub>2</sub> partial pressure: a reassessment // *Plant, Cell and Environment*, 23, pp. 931–942. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3040.2000.00609.x/pdf> (access date 2017-12-07)

**Glazko and Sister, 2016** – *Glazko VI, Sister VG* (2016). Biogeosystem technique as a method to attenuate the conflict between bio-, agri- and techno- spheres // *ISJ Theoretical & Applied Science*, 04 (36): 46–68, doi:<http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2016.04.36.9>

**Glazko V., Glazko T., 2015** – *Glazko Valery I., Tatiana T. Glazko* (2015) Conflicts of Biosphere and Agroecosystems // *International Journal of Environmental Problems*, Vol. (1), Is. 1, pp. 4–16. doi:[10.13187/ijep.2015.1.4](https://doi.org/10.13187/ijep.2015.1.4)

**Guest Blog, 2017** – *Guest Blog: From the President of the International Association for Geoethics*, <https://blogs.egu.eu/network/gfgd/2013/01/28/guest-blog-from-the-president-of-the-international-association-for-geoethics/> (access date 2017-12-07)

**Heidari, Pearce, 2016** – *Heidari, Negin; Pearce, Joshua M.* (2016). A Review of Greenhouse Gas Emission Liabilities as the Value of Renewable Energy for Mitigating Lawsuits for Climate Change Related Damages // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 55C: 899–908. doi:[10.1016/j.rser.2015.11.025](https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.025).

**Hileman, 2017** – *Hileman Bette* (2017). Ice Core Record Extended. Analyses of trapped air show current CO<sub>2</sub> at highest level in 650,000 years // *Chemical & Engineering news*, Vol. 83, No 48, November 28, 2005, p. 7, <http://pubs.acs.org/cen/news/83/i48/8348notw1.html> (access date 2017-12-07)

**Hicklenton and Jolliffe, 1978** – *Hicklenton Peter R. and Peter A. Jolliffe* (1978). Effects of greenhouse CO<sub>2</sub> enrichment on the yield and photosynthetic physiology of tomato plants // *Can. J. Plant Sci.* 58:801-817

**Hurst, 1951** – *Hurst H.E.* (1951). Long-term storage capacity of reservoirs // *Transactions of American Society of Civil Engineers*. 116: 770.

**Jacobson et al., 2015** – *Jacobson Mark Z., Mark A. Delucchi, Guillaume Bazouin, Zack A.F. Bauer, Christa C. Heavey, Emma Fisher, Sean B. Morris, Diniana J. Y. Piekutowski, Taylor A. Vencill and Tim W. Yeskoo* (2015). 100% clean and renewable wind, water, and sunlight (WWS) all-sector energy roadmaps for the 50 United States // *Energy and Environmental Science*. 8:2093–2117. doi:[10.1039/C5EE01283J](https://doi.org/10.1039/C5EE01283J).

**Kalinichenko, 2014a** – *Kalinichenko V.* (2014). Biogeosystem technique as a problem // *Biogeosystem Technique*. No 1, pp. 4–19, doi: [10.13187/bgt.2014.1.4](https://doi.org/10.13187/bgt.2014.1.4)

**Kalinichenko, 2014b** – *Kalinichenko V.* (2014). Biogeosystem technique as a base of the new world water strategy // *Biogeosystem Technique*, No 2 (2), pp 100–124, doi: [10.13187/bgt.2014.2.100](https://doi.org/10.13187/bgt.2014.2.100)

**Kalinichenko, 2015a** – *Kalinichenko Valery P.* (2015). Biogeosystem Technique as a Paradigm of Non-waste Technology in the Biosphere // *Biogeosystem Technique*, Vol. (3), Is. 1, pp. 4–28. doi: [10.13187/bgt.2015.3.4](https://doi.org/10.13187/bgt.2015.3.4)

**Kalinichenko, 2015b** – *Kalinichenko Valery P.* (2015). Biogeosystem technique as the method for Earth's climate stabilizing // *Biogeosystem Technique*, Vol. 4, Is. 2, pp. 104–137. doi: [10.13187/bgt.2015.4.104](https://doi.org/10.13187/bgt.2015.4.104)

**Kalinichenko, 2016a** – *Kalinichenko Valery P.* (2016). Status of the Earth's geochemical cycle in the standard technologies and waste recycling, and the possibilities of its correction by Biogeosystem Technique method (problem-analytical review) // *Biogeosystem Technique*, Vol. (8), Is. 2, pp. 115–144. doi: [10.13187/bgt.2016.8.115](https://doi.org/10.13187/bgt.2016.8.115)

**Kalinichenko, 2016b** – *Kalinichenko Valery P.* (2016). Optimizing the Matter Flow in Biosphere and the Climate of the Earth at the Stage of Technogenesis by Methods of Biogeosystem



Technique (Problem-Analytical Review) // *International Journal of Environmental Problems*, Vol. (4), Is. 2, pp. 99–130. doi: 10.13187/ijep.2016.4.99

[Kalinitchenko, 2016c](#) – Kalinitchenko Valery P. (2016). Soil Dynamics Management // *Biogeosystem Technique*, Vol. (10), Is. 4, pp. 284–316. doi: 10.13187/bgt.2016.10.284

[Kalinitchenko et al., 2016](#) – Kalinitchenko Valery, Abdulmalik Batukaev, Ali Zarmaev, Viktor Startsev, Vladimir Chernenko, Zaurbek Dikaev, Svetlana Sushkova (2016). Biogeosystem technique as the way to certainty of soil, hydrosphere, environment and climate // *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 18, EGU General Assembly. Vienna, EGU2016-3419

[Kalinitchenko et al., 2017](#) – Kalinichenko Valery P., Vladimir G. Sister, Andrei N. Tsedilin, Dmitry A. Makarenkov, Vyacheslav I. Nazarov, Valerie A. Chaika (2017). Biogeosystem Technique – dispersed soil system creation, intra-soil moistening, intra-soil waste recycling – priority conditions for the humic substances synthesis and stability // Fourth International Conference of CIS IHSS on Humic Innovation Technologies “From molecular analysis of humic substances – to nature-like technologies” (HIT-2017), October 15 – 21, MSU, Moscow, Russia, pp. 11–15.

[Keenan et al., 2013](#) – Keenan, T. F., Hollinger, D. Y., Bohrer, G., Dragoni D, Munger JW, Schmid HP & Richardson AD (2013). Increase in forest water-use efficiency as atmospheric carbon dioxide concentrations rise, *Nature*, 499(7458):324-7, doi: 10.1038/nature12291

[Le et al., 2011](#) – Le Phong V. V., Praveen Kumar, and Darren T. Drewry (2011). Implications for the hydrologic cycle under climate change due to the expansion of bioenergy crops in the Midwestern United States // *PNAS* 108 (37) 15085-15090; published ahead of print August 29, 2011, doi:10.1073/pnas.1107177108

[Major, 2010](#) – Major Julie (2010). Guidelines on Practical Aspects of Biochar Application to Field Soil in Various Soil Management International Biochar Initiative Systems. Document Version Information: Ver. 1.0, 9 November 2010. [http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI\\_Biochar\\_Application.pdf](http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI_Biochar_Application.pdf) (access date 2017-12-07)

[Mathiesen et al., 2015](#) – Mathiesen B.V., H. Lund, D. Connolly, H. Wenzel, P.A. Ostergaard, B. Möller, S. Nielsen, I. Ridjan, P. Karnoe, K. Sperling, F.K. Hvelplund (2015). Smart Energy Systems for coherent 100% renewable energy and transport solutions // *Applied Energy*. 145: 139–154. doi:10.1016/j.apenergy.2015.01.075.

[Nishawala & Ostoja-Starzewski, 2017](#) – Nishawala Vinesh V. & Martin Ostoja-Starzewski (2017). Acceleration waves on random fields with fractal and Hurst effects // *Wave Motion*, Vol. 74, pp. 134–150, <https://doi.org/10.1016/j.wavemoti.2017.07.004>

[Ochoa et al., 2014](#) – Ochoa Carlos, Steve Guldán, Alexander Fernald, Vince Tidwell, Emile Elias, Karina Gutierrez, and Mike Borman (2014). Surface water and shallow groundwater interactions in semiarid agroecosystems of the western USA // *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 16, EGU2014-3161.

[Peries and Gill, 2017](#) – Peries R and J S Gill (2017). Subsoil manuring in the high rainfall zone: a practice for ameliorating subsoils for improved productivity // Proceedings of the 17th ASA Conference, 20–24 September 2015, Hobart, Australia. Web site [www.agronomy2015.com.au](http://www.agronomy2015.com.au) <http://www.agronomy2015.com.au/papers/agronomy2015final00282.pdf> (access date 2017-12-07)

[Reid et al., 2005](#) – Reid Walter V. et al. (2005). Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being – Synthesis, 155 p. ISBN: 1-59726-040-1.

[Ripping field, 2017](#) – Ripping field 4 DEEP SIX <https://www.youtube.com/watch?v=88IEQuSvAoE> Access date 2017-12-07

[Roco and Bainbridge, 2002](#) – Roco Mihail C. and Bainbridge William Sims, eds. (2002). Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science. U.S. National Science Foundation. [http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC\\_report.pdf](http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf) (access date 2017-12-07)

[Rykhlik, Bezuglova, 2017](#) – Rykhlik Artyom E., Olga S. Bezuglova (2017). Method of Intra-Soil Pulse Continuous-Discrete Moistening (Model Experiment) // *Biogeosystem Technique*, 2017, 4(1): 39-65, doi: 10.13187/bgt.2017.1.39

[Scheff & Frierson, 2014](#) – Scheff J, Frierson DMW (2014). Scaling potential evapotranspiration with greenhouse warming // *J Clim* 27(4):1539–1558.

- [Skolkovo Robotics, 2017](https://sk.ru/news/b/articles/archive/2016/05/05/skolkovo-robotics-2016-zhit-i-rabotat-s-robotami.aspx) – *Skolkovo Robotics 2016*, <https://sk.ru/news/b/articles/archive/2016/05/05/skolkovo-robotics-2016-zhit-i-rabotat-s-robotami.aspx> (access date 2017-12-07)
- [SeaWiFS, 2017](https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Featured_picture_candidates/SeaWiFS_Global_Biosphere) – *SeaWiFS Global Biosphere September 1997 – August 1998* [https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Featured\\_picture\\_candidates/SeaWiFS\\_Global\\_Biosphere](https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Featured_picture_candidates/SeaWiFS_Global_Biosphere) (access date 2017-12-07)
- [Swann et al., 2016](#) – *Swann Abigail L.S., Forrest M. Hoffman, Charles D. Koven, and James T. Randerson* (2016). Plant responses to increasing CO<sub>2</sub> reduce estimates of climate impacts on drought severity // *PNAS*, Vol. 113, No 36, pp. 10019–10024, doi: 10.1073/pnas.1604581113
- [TDRi robotics, 2017](#) – *TDRi robotics*, [http://tdri.se/?gclid=EAIaIQobChMI5pWh1\\_L31wIVjcwZCh3uzgoyEAEYASAAEgKDv\\_D\\_BwE](http://tdri.se/?gclid=EAIaIQobChMI5pWh1_L31wIVjcwZCh3uzgoyEAEYASAAEgKDv_D_BwE) (access date 2017-12-07)
- [TehTab, 2017](#) – *TehTab.ru* <http://tehtab.ru/Guide/GuideMedias/CO2/CO2acceptableLevels/> (access date 2017-12-07)
- [Thayer, 2017](#) – *Thayer Roger H.*, (2017). Carbon Dioxide Enrichment Methods. Hydrofarm // *Eco Enterprises*, [https://www.hydrofarm.com/resources/articles/co2\\_enrichment.php](https://www.hydrofarm.com/resources/articles/co2_enrichment.php) (access date 2017-12-07)
- [Urpelainen, 2012](#) – *Urpelainen Johannes* (2012). Geoengineering and global warming: a strategic perspective // *J. Int Environ Agreements* (2012) 12: 375. <https://doi.org/10.1007/s10784-012-9167-0>
- [Uranium 2012 Uranium 2012](#) – *Uranium 2012: Resources, Production and Demand*. OECD World Nuclear Agency and International Atomic Energy Agency. 2012. p. 15.
- [Wittwer & Strain, 2008](#) – *Sylvan H. Wittwer & Boyd R. Strain* (2008). Carbon dioxide levels in the biosphere: Effects on plant productivity // *Critical Reviews in Plant Sciences*, Vol. 2, 1985, Is. 3, pp. 171–198. <http://dx.doi.org/10.1080/07352688509382195>
- [World Proved Reserves, 2017](#) – *World Proved Reserves of Oil and Natural Gas, Most Recent Estimates*. Energy Information Administration. Access date 2017-12-06.
- [Yuan et al., 2014](#) – *Yuan, X., E. F. Wood, and M. Liang* (2014). Integrating weather and climate prediction: towards seamless hydrologic forecasting // *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1002/2014GL061076.
- [Zhang et al., 2014](#) – *Yulong Zhang, Conghe Song, Kerong Zhang, Xiaoli Cheng, Lawrence E. Band, Quanfa Zhang* (2014). Effects of land use/land cover and climate changes on terrestrial net primary productivity in the Yangtze River Basin, China, from 2001 to 2010 // *Journal of Geophysical Research. Geosciences*, Vol. 119, Is. 6, June 2014, pp. 1092–1109, doi 10.1002/2014JG00261

## References

- [Akatov, 2013](#) – *Akatov P.V.* (2013). The reaction of plants to the growth of the concentration of carbon dioxide in the atmosphere, *Live and biocose systems*, No 5.
- [Alekseev, 2014](#) – *Alekseev AV* (2014). Government programs: real or nominal economic management tool? *Economist*, No 6, pp. 20-27.
- [Borisenkov, Pichugin 2001](#) – *Borisenkov E.P., Yu.A. Pichugin* (2001). Possible negative scenarios of the dynamics of the biosphere as a result of human activities, *Proceedings of the Russian Academy of Sciences*, Vol. 378, No 6, pp. 812–814.
- [Velikhov et al., 2017](#) – *Velikhov EP, Kovalchuk MV, Ilgisonis VI, Ignatiev VV, Tsibulsky VF, Andrianova EA* (2017). Evolutionary development of nuclear energy in the direction of a large-scale nuclear power system with fission and synthesis reactors, *Energeticheskaya politika*, No 3, pp. 12–20.
- [Galanin, 2012](#) – *Galanin AV* (2012). Lito-biosphere of the Earth. <http://ukhtoma.ru/litobiosphere.htm>
- [Glazko V., Glazko T., 2017](#) – *Glazko VI, Glazko TT* (2017). Domestication and the law of Vavilova on homological series in hereditary variability, *Advances in Modern Science*, Vol. 2, No. 9, pp. 8-14.
- [Glazyev, 2013](#) – *Glazyev SY* (2013). On the policy of advanced development in conditions of technological structures change, *Bulletin of Natural Sciences*, Vol. 13, No 1, pp. 29–35.
- [Dobrovolsky, 2012](#) – *Dobrovolsky GV* (2012). Pedosphere – the shell of high concentration and diversity of life on Earth // VI Congress of the Soil Science Society of VV Dokuchaev, Scientific



Conference with international participation "Soil Russia: current status and prospects of the study and use of" All-Russian Youth Conference "Knowledge of the soil – the country's development" 13 – 18 August 2012. Petrozavodsk.

[Il'inskaya, Shkodina, 2009](#) – *Il'inskaya I.N., Shkodina O.P.* (2009). Rationing of water use – a factor of water management // *Ways of efficiency irrigated agriculture*. Vol. 41, Novocherkassk: RosNIIPM, pp. 74–84.

[Kalinichenko, 2012](#) – *Kalinichenko V.P.* (2012). Patent for invention RU No. 2442946 C1. Device for forced demining. IPC F41H 11/16. The patentee: Kalinichenko V.P. Application No 2010135189/11 (049977) of August 23, 2010. Posted on 02/20/2012. Bul. No 5. 18 p. : 3 fig.

[Kalinichenko et al., 2012](#) – *Kalinichenko V.P., Il'in V.B., Endovitsky A.P., Chernenko V.V.* (2012). Method for extraction of substances from the fine system. Patent for an invention RU № 2464967 C2. IPC Cl. A61J 1/20 (2006.01), A61M 3/00 (2006.01), B03C 5/00 (2006.01). Patent holder: Company Structure K °. Application № 2011100186/13 (000277) on 11.01.2011. Posted on 27.10.2012. Bull. No 30. 9 p. : 2 fig.

[Kalinichenko, Zarmaev, 2012](#) – *Kalinichenko VP, Zarmaev AA* (2012). Device for forced mine clearing for humanitarian undermine purposes // *Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic*, No 1, pp. 65–75.

[Kalinichenko et al., 2013](#) – *Kalinichenko VP, Minkina TM, Bezuglova OS, Zarmaev AA, Romanov OV, Kim V.CH.-D.* (2013). Concept of subsurface discrete pulse irrigation, *Environmental Engineering*, No 2, pp. 6–11.

[Kalinichenko et al., 2014a](#) – *Kalinichenko, V.P., Sharshak, V.K., Mironchenko, S.F., Chernenko, V.V., Ladan, E. P., Genev, E.D., Illarionov, V.V., Udalov, A.V., Udalov, V.V., Kippel, E.V.* (2014). Changes in the properties of soils in a solonetz soil complex thirty years after reclamation, *Eurasian Soil Science*, Vol. 47, Is. 4, pp. 319–333, doi:10.1134/S1064229314040024

[Kalinichenko et al., 2014b](#) – *Kalinichenko, Zarmaev, 2014 – Kalinichenko V.P., Batukaev A.A., Zarmaev A.A.* (2014). Utility model patent RU №146371 U1. Device for forced demining with transport module. IPC F41H11/16 (2011.01). Patentees: Chechen State University.(RU), Institute of Soil Fertility of South Russia. (RU). Application number 2014114454 from 11.04.2014. Published 10.10.2014. Bul. No 28. 14 p : 7 fig

[Kovalchuk et al., 2013](#) – *Kovalchuk MV, Naraikin OS, Yatsishina E.B.* (2013). Convergence of science and technology – a new stage of technological progress, *Problems of Philosophy*, No 3, pp. 3–11.

[Semenov et al., 2016](#) – *Semenov AM, Glinushkin AP, Sokolov MS* (2016). Oranic agriculture and soil ecosystem health // International Scientific and Practical Conference MODERN PROBLEMS OF HERBOLYLOGY AND SURFACE IMPROVEMENT (June 21–23, 2016). Great Vyazemy, 2016. pp. 283–291.

[Semenov, Sokolov, 2016](#) – *Semenov AM, Sokolov MS* (2016). Concept of soil health: fundamental and applied aspects of the study evaluation criteria, *Agrochemistry*, No 1, pp. 3–16.

[Senkova, 2009](#) – *Senkova LA* (2009). Status of soil agricultural landscapes of the Southern Urals and the ways of their rational use, Abstract of dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences, Tyumen State Agricultural Academy. Tyumen.

[Decree of the President of the Russian Federation. № 642, 2016](#) – *Decree of the President of the Russian Federation № 642 of December 1, 2016* "Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation".

[Ushakova, 2014](#) – *Ushakova NA* (2014). Prospects for industrial breeding of insects on solid organic waste from feed protein product and biologically active substances// International scientific-practical conference " BIOTECHNOLOGY AND QUALITY OF LIFE "18–20 March 2014 Moscow International Congress" Biotechnology: state and development prospects. " Moscow. 2014. 414 pp. (in Russian) www.mosbiotechworld.ru

[Shein EV et al., 2016](#) – *Shein EV, EB Skvortsova, Dembovetsky AV Abrosimov KN, Ilyin LI, NA Shnyrev* (2016). Pore size distribution in the loamy soils: a comparison of tomographic and micro-capillaries methods of the metric determining, *Soil Science*, No 3, pp. 344–354.

[Yuferev, 2017](#) – *Yuferev Sergey* (2017). Robot-sapper "Uran–6", <https://topwar.ru/62494-robot-saper-uran-6.html>, access date 2017-12-08

**Armaroli, Balzani, 2016** – *Armaroli Nicola, Vincenzo Balzani* (2016). Solar Electricity and Solar Fuels: Status and Perspectives in the Context of the Energy Transition, *Chemistry – A European Journal*, Vol. 22, Is. 1, pp. 32–57, doi:10.1002/chem.201503580

**Batukaev et al., 2016a** – *Batukaev Abdulmalik A., Anatoly P. Endovitsky, Andrey G. Andreev, Valery P. Kalinichenko, Tatiana M. Minkina, Zaurbek S. Dikaev, Saglara S. Mandzhieva, and Svetlana N. Sushkova* (2016). Ion association in water solution of soil and vadose zone of chestnut saline solonetz as a driver of terrestrial carbon sink, *Solid Earth*, 7, Iss. 2, 415-423, doi:10.5194/se-7-415-2016

**Bohle, Erle, 2017** – *Bohle Martin, Ellis C. Erle* (2017). Furthering Ethical Requirements for Applied Earth Science, *Annals of Geophysics*, 60, Fast Track 7, 2017; doi: 10.4401/ag-7401

**Byerlee et al., 2009** – *Byerlee Derek, Alain de Janvry, and Elisabeth Sadoulet* (2009). Agriculture for Development: Toward a New Paradigm, *Annual Review of Resource Economics*. Vol. 1: 15-31 (Volume publication date May 2009). First published online as a Review in Advance on May 21, 2009 doi:10.1146/annurev.resource.050708.144239

**Cook et al., 2015** – *Cook BI, Ault TR, Smerdon JE* (2015). Unprecedented 21st century drought risk in the American Southwest and Central Plains // *Sci Adv* 1(1):e1400082.

**Cox, 2017** – *Cox David* (2017). NASA's ambitious plan to save Earth from a supervolcano. 17 August, BBC, <http://www.bbc.com/future/story/20170817-nasas-ambitious-plan-to-save-earth-from-a-supervolcano> (access date 2017-12-07)

**Dai, 2013** – *Dai A.* (2013). Increasing drought under global warming in observations and models, *Nat Clim Change* 3(1):52–58.

**Di Capua et al., 2017** – *Di Capua G., Peppoloni S. and Bobrowsky P.T.* (2017). The Cape Town Statement on Geoethics, *Annals of Geophysics*, Vol. 60, Fast Track 7, doi: 10.4401/ag-7553

**Driverless Tractors, 2017** – *Driverless Tractors and Drones to Be among the Key Applications for Agricultural Robots, According to Tractica*, <http://www.businesswire.com/news/home/20160120005177/en/Driverless-Tractors-Drones-Key-Applications-Agricultural-Robots> (access date 2017-12-07)

**Fetter, 2009** – *Fetter Steve* (2009). How long will the world's uranium supplies last? *Scientific American*, January 26, <http://www.scientificamerican.com/article/how-long-will-global-uranium-deposits-last/> (access date 2017-12-07)

**FS-UNEP Collaborating Centre, 2016** – *FS-UNEP Collaborating Centre*, Global trends in renewable energy investment (2016), p. 14.

**Ghannoum et al., 2000** – *Ghannoum O., S. von Caemmerer, L.H. Ziska, J.P. Conroy* (2000). The growth respons of C<sub>4</sub> plants to rising atmospheric CO<sub>2</sub> partial pressure: a reassessment, *Plant, Cell and Environment*, 23, pp. 931–942. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3040.2000.00609.x/pdf> (access date 2017-12-07)

**Glazko and Sister, 2016** – *Glazko VI, Sister VG* (2016). Biogeosystem technique as a method to attenuate the conflict between bio-, agri- and techno- spheres, *ISJ Theoretical & Applied Science*, 04 (36): 46–68, doi:http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2016.04.36.9

**Glazko V., Glazko T., 2015** – *Glazko Valery I., Tatiana T. Glazko* (2015). Conflicts of Biosphere and Agroecosystems, *International Journal of Environmental Problems*, Vol. (1), Is. 1, pp. 4–16. doi:10.13187/ijep.2015.1.4

**Guest Blog, 2017** – *Guest Blog: From the President of the Interntional Association for Geoethics* <https://blogs.egu.eu/network/gfgd/2013/01/28/guest-blog-from-the-president-of-the-international-association-for-geoethics/> (access date 2017-12-07)

**Heidari, Pearce, 2016** – *Heidari, Negin; Pearce, Joshua M.* (2016). A Review of Greenhouse Gas Emission Liabilities as the Value of Renewable Energy for Mitigating Lawsuits for Climate Change Related Damages, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 55C: 899–908. doi:10.1016/j.rser.2015.11.025.

**Hileman, 2017** – *Hileman Bette* (2017). Ice Core Record Extended. Analyses of trapped air show current CO<sub>2</sub> at highest level in 650,000 years, *Chemical & Engineering news*, Vol. 83, No 48, November 28, 2005, p. 7, <http://pubs.acs.org/cen/news/83/i48/8348notw1.html> Access date 2017-12-07

**Hicklenton and Jolliffe, 1978** – *Hicklenton Peter R. and Peter A. Jolliffe* (1978). Effects of greenhouse CO<sub>2</sub> enrichment on the yield and photosynthetic physiology of tomato plants, *Can. J. Plant Sci.* 58:801-817

Hurst, 1951 – Hurst H.E. (1951). Long-term storage capacity of reservoirs // *Transactions of American Society of Civil Engineers*. 116: 770.

Jacobson et al., 2015 – Jacobson Mark Z., Mark A. Delucchi, Guillaume Bazouin, Zack A.F. Bauer, Christa C. Heavey, Emma Fisher, Sean B. Morris, Diniana J. Y. Piekutowski, Taylor A. Vencill and Tim W. Yeskoo (2015). 100 % clean and renewable wind, water, and sunlight (WWS) all-sector energy roadmaps for the 50 United States, *Energy and Environmental Science*. 8:2093–2117. doi:10.1039/C5EE01283J.

Kalinichenko, 2014a – Kalinichenko V. (2014). Biogeosystem technique as a problem, *Biogeosystem Technique*. No 1, pp. 4–19, doi: 10.13187/bgt.2014.1.4

Kalinichenko, 2014b – Kalinichenko V. (2014). Biogeosystem technique as a base of the new world water strategy, *Biogeosystem Technique*, No 2 (2), pp 100–124, doi: 10.13187/bgt.2014.2.100

Kalinichenko, 2015a – Kalinichenko Valery P. (2015). Biogeosystem Technique as a Paradigm of Non-waste Technology in the Biosphere, *Biogeosystem Technique*, Vol. (3), Is. 1, pp. 4–28. doi: 10.13187/bgt.2015.3.4

Kalinichenko, 2015b – Kalinichenko Valery P. (2015). Biogeosystem technique as the method for Earth's climate stabilizing, *Biogeosystem Technique*, Vol. 4, Is. 2, pp. 104–137. doi: 10.13187/bgt.2015.4.104

Kalinichenko, 2016a – Kalinichenko Valery P. (2016). Status of the Earth's geochemical cycle in the standard technologies and waste recycling, and the possibilities of its correction by Biogeosystem Technique method (problem-analytical review), *Biogeosystem Technique*, Vol. (8), Is. 2, pp. 115–144. doi: 10.13187/bgt.2016.8.115

Kalinichenko, 2016b – Kalinichenko Valery P. (2016). Optimizing the Matter Flow in Biosphere and the Climate of the Earth at the Stage of Technogenesis by Methods of Biogeosystem Technique (Problem-Analytical Review), *International Journal of Environmental Problems*, Vol. (4), Is. 2, pp. 99–130. doi: 10.13187/ijep.2016.4.99

Kalinichenko, 2016c – Kalinichenko Valery P. (2016). Soil Dynamics Management, *Biogeosystem Technique*, Vol. (10), Is. 4, pp. 284–316. doi: 10.13187/bgt.2016.10.284

Kalinichenko et al., 2016 – Kalinichenko Valery, Abdulmalik Batukaev, Ali Zarmaev, Viktor Startsev, Vladimir Chernenko, Zaurbek Dikaev, Svetlana Sushkova (2016). Biogeosystem technique as the way to certainty of soil, hydrosphere, environment and climate // *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 18, EGU General Assembly. Vienna, EGU2016-3419

Kalinichenko et al., 2017 – Kalinichenko Valery P., Vladimir G. Sister, Andrei N. Tsedilin, Dmitry A. Makarenkov, Vyacheslav I. Nazarov, Valerie A. Chaika (2017). Biogeosystem Technique – dispersed soil system creation, intra-soil moistening, intra-soil waste recycling – priority conditions for the humic substances synthesis and stability // Fourth International Conference of CIS IHSS on Humic Innovation Technologies “From molecular analysis of humic substances – to nature-like technologies” (HIT-2017), October 15 – 21, MSU, Moscow, Russia, pp. 11–15.

Keenan et al., 2013 – Keenan, T. F., Hollinger, D. Y., Bohrer, G., Dragoni D, Munger JW, Schmid HP & Richardson AD (2013). Increase in forest water-use efficiency as atmospheric carbon dioxide concentrations rise, *Nature*, 499(7458):324-7, doi: 10.1038/nature12291

Le et al., 2011 – Le Phong V. V., Praveen Kumar, and Darren T. Drewry (2011). Implications for the hydrologic cycle under climate change due to the expansion of bioenergy crops in the Midwestern United States, *PNAS* 108 (37) 15085-15090; published ahead of print August 29, 2011, doi:10.1073/pnas.1107177108

Major, 2010 – Major Julie (2010). Guidelines on Practical Aspects of Biochar Application to Field Soil in Various Soil Management International Biochar Initiative Systems. Document Version Information: Ver. 1.0, 9 November 2010. [http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI\\_Biochar\\_Application.pdf](http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI_Biochar_Application.pdf) (access date 2017-12-07)

Mathiesen et al., 2015 – Mathiesen B.V., H. Lund, D. Connolly, H. Wenzel, P.A. Ostergaard, B. Möller, S. Nielsen, I. Ridjan, P. Karnoe, K. Sperling, F.K. Hvelplund (2015). Smart Energy Systems for coherent 100% renewable energy and transport solutions, *Applied Energy*. 145: 139–154. doi:10.1016/j.apenergy.2015.01.075.



**Nishawala & Ostoja-Starzewski, 2017** – Nishawala Vinesh V. & Martin Ostoja-Starzewski (2017). Acceleration waves on random fields with fractal and Hurst effects, *Wave Motion*, Vol. 74, pp. 134–150, <https://doi.org/10.1016/j.wavemoti.2017.07.004>

**Ochoa et al., 2014** – Ochoa Carlos, Steve Guldán, Alexander Fernald, Vince Tidwell, Emile Elias, Karina Gutierrez, and Mike Borman (2014). Surface water and shallow groundwater interactions in semiarid agroecosystems of the western USA, *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 16, EGU2014-3161.

**Peries and Gill, 2017** – Peries R and J S Gill (2017). Subsoil manuring in the high rainfall zone: a practice for ameliorating subsoils for improved productivity, Proceedings of the 17th ASA Conference, 20–24 September 2015, Hobart, Australia. Web site [www.agronomy2015.com.au](http://www.agronomy2015.com.au) <http://www.agronomy2015.com.au/papers/agronomy2015final00282.pdf> (access date 2017-12-07)

**Reid et al., 2005** – Reid Walter V. et al. (2005) Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being – Synthesis, 155 p. ISBN: 1-59726-040-1.

**Ripping field, 2017** – Ripping field 4 DEEP SIX <https://www.youtube.com/watch?v=88IEQuSvAoE> (access date 2017-12-07)

**Roco and Bainbridge, 2002** – Roco Mihail C. and Bainbridge William Sims, eds. (2002). Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science. U.S. National Science Foundation. [http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC\\_report.pdf](http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf) (access date 2017-12-07)

**Rykhlik, Bezuglova, 2017** – Rykhlik Artyom E., Olga S. Bezuglova (2017). Method of Intra-Soil Pulse Continuous-Discrete Moistening (Model Experiment) // *Biogeosystem Technique*, 2017, 4(1): 39-65, doi: 10.13187/bgt.2017.1.39

**Scheff & Frierson, 2014** – Scheff J, Frierson DMW (2014). Scaling potential evapotranspiration with greenhouse warming, *J Clim* 27(4):1539–1558.

**Skolkovo Robotics, 2017** – Skolkovo Robotics 2016, <https://sk.ru/news/b/articles/archive/2016/05/05/skolkovo-robotics-2016-zhit-i-rabotat-s-robotami.aspx> (access date 2017-12-07)

**SeaWiFS, 2017** – SeaWiFS Global Biosphere September 1997 – August 1998 [https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Featured\\_picture\\_candidates/SeaWiFS\\_Global\\_Biosphere](https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Featured_picture_candidates/SeaWiFS_Global_Biosphere) (access date 2017-12-07)

**Swann et al., 2016** – Swann Abigail L.S., Forrest M. Hoffman, Charles D. Koven, and James T. Randerson (2016). Plant responses to increasing CO<sub>2</sub> reduce estimates of climate impacts on drought severity, *PNAS*, Vol. 113, No 36, pp. 10019–10024, doi: 10.1073/pnas.1604581113

**TDRi robotics, 2017** – TDRi robotics, [http://tdri.se/?gclid=EAIaIQobChMI5pWh1\\_L31wIVjcwZCh3uzgoyEAHEYASAAEgKdv\\_D\\_BwE](http://tdri.se/?gclid=EAIaIQobChMI5pWh1_L31wIVjcwZCh3uzgoyEAHEYASAAEgKdv_D_BwE) Access date 2017-12-07

**TehTab, 2017** – TehTab.ru <http://tehtab.ru/Guide/GuideMedias/CO2/> CO<sub>2</sub>acceptable Levels/ Access date 2017-12-07

**Thayer, 2017** – Thayer Roger H., (2017). Carbon Dioxide Enrichment Methods. Hydrofarm, Eco Enterprises, [https://www.hydrofarm.com/resources/articles/co2\\_enrichment.php](https://www.hydrofarm.com/resources/articles/co2_enrichment.php) (access date 2017-12-07)

**Urpelainen, 2012** – Urpelainen Johannes (2012). Geoengineering and global warming: a strategic perspective, *J. Int Environ Agreements* (2012) 12: 375. <https://doi.org/10.1007/s10784-012-9167-0>

**Uranium 2012 Uranium 2012** – Uranium 2012: Resources, Production and Demand. OECD World Nuclear Agency and International Atomic Energy Agency. 2012. p. 15.

**Wittwer, Strain, 2008** – Sylvan H. Wittwer & Boyd R. Strain (2008). Carbon dioxide levels in the biosphere: Effects on plant productivity, *Critical Reviews in Plant Sciences*, Vol. 2, 1985, Is. 3, pp. 171–198. <http://dx.doi.org/10.1080/07352688509382195>

**World Proved Reserves, 2017** – World Proved Reserves of Oil and Natural Gas, Most Recent Estimates. Energy Information Administration. (access date 2017-12-07)

**Yuan et al., 2014** – Yuan, X., E. F. Wood, and M. Liang (2014). Integrating weather and climate prediction: towards seamless hydrologic forecasting, *Geophys. Res. Lett*, doi:10.1002/2014GL061076.

**Zhang et al., 2014** – Yulong Zhang, Conghe Song, Kerong Zhang, Xiaoli Cheng, Lawrence E. Band, Quanfa Zhang (2014). Effects of land use/land cover and climate changes on terrestrial net



primary productivity in the Yangtze River Basin, China, from 2001 to 2010, *Journal of Geophysical Research. Geosciences*, Vol. 119, Is. 6, June 2014, pp. 1092–1109, doi 10.1002/2014JG00261

## Возобновление энергии и жизни в биосфере

Валерий Петрович Калиниченко <sup>a, b, \*</sup>

<sup>a</sup> Институт плодородия почв юга России, Российская Федерация

<sup>b</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Российская Федерация

**Аннотация:** Возобновление энергии следует ориентировать не столько на основного потребителя энергии – человека, сколько на геосферы Земли. Свойства источников, потоков и стоков энергии рассмотрены в фокусе потребителя энергии и объекта его пребывания с позиции создания долгосрочных приоритетных условий жизни человека и обеспечения буферных параметров геосфер. Рассмотрена эволюция биосферы и педосферы, показана значимость использования и возобновления энергии углеводов в биогеохимическом цикле Земли. Востребование энергии на Земле рассмотрено в фокусе текущего конфликта «технология – потребление – экосфера» как результата неверной стратегии технологического развития в рамках устаревшей индустриальной технологической платформы. Нарастить применение и возобновление энергии на Земле возможно за счёт оптимизации биогеохимического цикла, повышения качества биосферы, улучшения условий жизни, мотивации применения энергии. Предложена биогеосистемотехника как новая научно-техническая платформа стратегического развития мира и его технологии, органически связанная с проблемой производства, использования, возобновления энергии на Земле. Биогеосистемотехника вместо прямой имитации явлений природы предлагает использование ниш развития, которые Природа оставляет человеку как продуктивную возможность понять ее замысел и использовать это для гармоничного развития, но не противостоять Природе. Биогеосистемотехника предусматривает: конструирование долговременно устойчивых высокоплодородных почв путем фрезерования слоя 20-45 см, что повышает биологическую продуктивность на 30-50 % на срок до 40 лет; увлажнение почвы без просачивания импульсом воды через выдвижной шприцевой элемент непосредственно в дискретный объем почвы диаметром 2-3 см на глубину от 10 до 40 см, обеспечивает экономию пресной воды по сравнению со стандартными способами полива от 3 до 20 раз, сохранение почвы, устойчивый биогеохимический барьер «почва – корневая система»; рециклинг промышленных, бытовых, сельскохозяйственных, биологических (включая опасные за счёт возможности разорвать трофические цепи их распространения) отходов (включая отход газификации) в процессе внутрпочвенного фрезерования и внутрпочвенного полива для удобрения и улучшения почвы, исключая загрязнение продукции. Открыта возможность экспансии биосферы и наращивания её продукта за счет расширения биолого-почвенной фазы биогеохимического цикла углерода, усиления ионизации воздуха в фотосинтезе и осаждения аэрозолей, получения дополнительного продовольствия, сырья, биотоплива, утилизации внутри почвы опасных веществ, особенно в форме пыли. Достигается здоровье почвы, здоровье окружающей среды, здоровье человека. Метод биогеосистемотехники позволит сохранять больше вещества в биосфере, производить больше биологического вещества, максимально извлекать из него и использовать возобновляемую энергию, одновременно нарастить буферные свойства геосфер и стабильность климатической системы Земли.

**Ключевые слова:** биосфера, педосфера, биогеохимический цикл углерода, биогеосистемотехника, конструирование почвы, увлажнение, рециклинг, прирост производства биологического вещества, возобновляемая энергия

\* Корреспондирующий автор

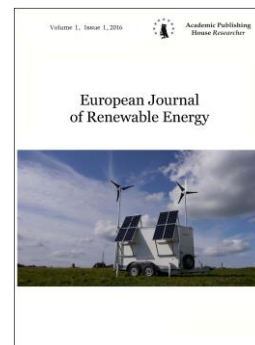
Адрес электронной почты: [kalinitch@mail.ru](mailto:kalinitch@mail.ru) (В.П. Калиниченко)

Copyright © 2017 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic  
European Journal of Renewable Energy  
Has been issued since 2016.  
E-ISSN 2454-0870  
2017, 2(1): 29-35

DOI: 10.13187/ejore.2017.1.29  
[www.ejournal51.com](http://www.ejournal51.com)



## Ecological Ferry "Texelstroom" with Hybrid Power Plant

Aleksandr F. Mitrofanov<sup>a</sup>

<sup>a</sup> International Network Center for Fundamental and Applied Research, Russian Federation

### Abstract

The ferry "Texelstroom" was created for operation on the Frisian archipelago of the coast of the Netherlands, where the nature protection zone was created. In this regard, when designing and building a ferry, much attention is paid to its environmental friendliness. Therefore, the ferry is equipped with a hybrid power plant – diesel and electric motors, and as a fuel, gaseous fuel is used, which makes the ship unique. In addition, ship-based discharges into the water on a ferry are reduced to zero. All this makes the ferry "Texelstroom" a unique example of an ecological transport.

**Keywords:** The Netherlands, ecology, ferries, hybrid ship's propulsion, ship's design.

### 1. Введение

Архипелаг Фризских островов, протянувшийся вдоль побережья Нидерландов, Германии и Южной Дании, является уникальным уголком природы и поэтому внесен ЮНЕСКО в список Природного наследия человечества. А так как острова находятся неподалеку от крупных европейских промышленных центров и в районе интенсивного судоходства, то их защита от влияний загрязнения окружающей среды стоит особенно остро. Поэтому в 2002 году был создан Национальный парк дюн острова Тексель площадью 43 км<sup>2</sup>.

Согласно международной конвенции МАРПОЛ и Директиве Евросоюза "EU Sulphur Directive 2005/33/EC" все суда находящиеся в этом районе должны использовать топливо с содержанием серы не более 0,1 %, лимитируется также эмиссия окислов азота NO<sub>x</sub>. Эти требования распространяются на всю зону ECA (Emission Control Area), в которую входят Северное море и пролив Ла-Манш.

Для жителей многих островов архипелага единственной связью с «большой землей» являются курсирующие здесь паромы. Так и 13,5 тысяч жителей острова Тексель (Texel) связывает с остальной Голландией, а точнее с городом Den Helder, только паромная переправа через пролив Marsdiep шириной около 4 км. Кроме того, эти места ежегодно привлекают множество туристов.

### 2. Результаты

С 1934 года паромную линию Тексель-Ден Хелдер обслуживает компания Royal Texels Eigen Stoomboot Onderneming (TESO). Ежегодно ее паром перевозит не менее 3,5 миллионов пассажиров и около 1,4 миллиона автомобилей. В 2012 году TESO заключила контракт с фирмой C-Job Naval Architects на проектирование нового парома, который соответствовал бы самым жестким международным и национальным требованиям в области охраны окружающей среды и был бы достаточно экономичным в эксплуатации.

Перед проектантами были поставлены следующие основные задачи: энергоэкономичность нового судна должна быть на четверть выше, чем на эксплуатирующемся пароме “Dokter Wagemaker” (2005 года постройки), количество перевозимых автомобилей выше не менее, чем на 10 % при сопоставимых главных размерениях, что позволило бы использовать существующие причалы.

Особое внимание было уделено экстерьеру и интерьеру будущего парома, который не только обеспечивал бы удобство и комфорт для пассажиров, но и органически вписывался бы в неброский, но прекрасный ландшафт архипелага. Разработка дизайна была поручена голландской компании Vgrak, имеющей большой опыт в этой области, и их испанским коллегам из Oliver Design.

В ходе проектных работ были также рассмотрены более 600 предложений, касающихся конструкции судна и его эксплуатации, поступивших от плавсостава, береговых работников и акционеров TESO, пассажиров парома и даже студентов.

Для анализа проекта C-Job Naval Architects с точки зрения оптимизации обводов подводной части корпуса и его надводной части с учетом господствующих в районе плавания ветров была приглашена консалтинговая (в области судовой архитектуры) компания Van Oossanen.



**Рис. 1.** Внешний вид парома “Texelstroom”

Работы по созданию судна продвигались быстрыми темпами. Уже в мае 2014 года был заключен контракт на его строительство с испанской судовой верфью в Бильбао Astilleros Navales del Norte (LaNaval). Закладка киля состоялась 30 декабря 2014 года, а в июле следующего года паром, получивший название “Texelstroom”, был спущен на воду. После достройки в Бильбао и в Амстердаме на верфи Damen Shiprepair Amsterdam (DSAm) в июне 2016 года “Texelstroom” был сдан заказчику.

**Главные технические характеристики парома “Texelstroom”**

Тип судна: **Double-ended ROPAX Ferry**

Длина наибольшая, м .....	135,40
Ширина максимальная, м .....	27,90
Осадка конструктивная, м .....	4,05
Осадка максимальная, м .....	4,40
Высота нижней автомобильной палубы, м .....	7,18
Высота верхней автомобильной палубы, м .....	12,37
Грузоподъемность, т .....	1684
Валовая вместимость, БРТ .....	16400
Скорость, узл. ....	15,4
Пассажировместимость, чел. ....	1750
Количество перевозимых автомобилей .....	350
Мощность главных дизель-генераторов, кВт .....	2 x 2081, 2 x 2130
Мощность гребных электродвигателей, кВт .....	4 x 1800
Емкость аккумуляторных батарей, кВт-ч .....	1500
Суммарная мощность солнечных батарей, кВт .....	150
Запас сжатого природного газа, м <sup>3</sup> .....	63
Запас дизельного топлива, м <sup>3</sup> .....	349
Запас пресной воды, т .....	85

Класс Регистра Ллойда:

**+100A1Passenger/Vehicle Ferry, Extended Protected Waters Service from Texel,  
EU (B) + LMC, UMS, PSMR, IFP, PCA2.2**

Корпус нового парома получил ледовые подкрепления и соответствующий класс Регистра Ллойда. Уровень комфорта помещений для экипажа и пассажиров (Passenger and Crew Accommodation Comfort - PCAC) парома был также отмечен в описании Класса.



**Рис. 2.** Панели солнечных батарей



В продольном сечении корпус имеет форму «Т» со сквозными автомобильными палубами, его оконечности симметричны (double-ended), что исключает необходимость разворота судна в конечных точках маршрута. Корпус полностью выполнен из стали. Увеличение автомобилеместимости на 14 % по сравнению с эксплуатирующимся паромом “Dokter Wagemaker” при почти идентичных главных размерениях было достигнуто путем увеличения ширины корпуса в его верхней части (несколько выше уровня используемого причала) на 5 метров, что позволило использовать существующие портовые сооружения.

“Texelstroom” имеет две автомобильные палубы, нижняя из которых может вместить 171 легковой автомобиль или 34 грузовика и 52 легковых автомобиля, верхняя – до 209 легковых автомобилей. Ворота автомобильных палуб делятся в вертикальной плоскости на две части весом по 8,5 каждая и имеют гидравлический привод. Время открытия-закрытия ворот составляет от 15 до 30 секунд. Третья палуба предназначена для велосипедов и мотоциклов. Внутренние ramпы для связи между этими палубами не предусмотрены и погрузка-выгрузка транспортных средств производится только с помощью береговых аппарелей.

Еще выше находится салонная палуба площадью 4000 м<sup>2</sup>, где расположены места отдыха пассажиров с верандами и открытыми террасами, детская площадка, ресторан, кафе, магазин, а также служебные и бытовые помещения экипажа. Здесь использованы современные материалы, соответствующие самым жестким требованиям ИМО, Регистра Ллойда и голландской морской администрации: нержавеющая сталь, алюминий, стеклопластик, синтетическая резина, закаленное стекло.



**Рис. 3.** Паром во время достройки в Амстердаме

Дизайнеры фирм Vripac и Oliver Design старались превратить эту палубу в некое подобие Фризских островов. Бело-желто-зеленая гамма цветов интерьера в сочетании со сплошным бортовым остеклением создала иллюзию покрытых растительностью песчаных дюн Текселя. Этому способствуют и подсвеченные декоративные панели со сценами жизни

местных птиц. Выполненное из бесшовной резины с вкраплением раковин, собранных на берегах Текселя, покрытие палубы детской площадки делают ее подобием морского пляжа.

Главная силовая установка парома дизель-электрическая, располагается в двух машинных отделениях, симметрично расположенных в оконечностях судна. В кормовом машинном отделении расположены два двухтопливных (природный газ – дизельное топливо) дизеля производства Англо-Бельгийской корпорации (АВС) типа 12VDZD-1000-125 мощностью по 2081 кВт при 1000 об/мин, работающие на генераторы марки GBLF0906 (2300 кВА, 500 В) производства испанской фирмы Ingeteam/Indar. Переход с одного вида топлива на другое занимает всего две минуты. При работе на газе расход дизельного топлива составляет всего 7–10 % от номинального (только «запальная» доза). В носовом машинном отделении установлены два обычных дизеля 12VDZC-750-176 (2130 кВт при 750 об/мин) с генераторами GBLF1008 (2300 кВА, 500 В). Мощности дизель-генераторов одного из машинных отделений достаточно для обеспечения нормальной службы парома при силе ветра до 9 баллов.

Дизель-генераторы снабжают энергией четыре азимутальных движителя мощностью по 1800 кВт производства фирмы Роллс-Ройс с четырехлопастными винтами диаметром 2300 мм, расположенными попарно в носовой и кормовой части судна. Они обеспечивают эксплуатационную экономическую скорость 10 узлов и полную – 15,4 узла. В движителях использованы асинхронные электродвигатели (1000 об/мин, 690 В), для изменения частоты вращения которых служат четыре преобразователя частоты “Multidrive LV400”.

При проектировании парома рассматривались два варианта хранения и снабжения дизелей газом – сжиженным или сжатым природным газом. Был выбран последний из вариантов как наиболее экономичный и простой. Газ хранится под давлением 200–250 кг/см<sup>2</sup> в двух группах баллонов по 35 шт. в каждой, установленных на верхней палубе. Баллоны изготовлены из композитных материалов немецкой фирмой Xperion Energy & Environmental. Каждая группа баллонов обеспечивает работу парома в течение одного дня.

Заправка баллонов производится во время стоянки парома в ночное время. Для этого с материка на Тексель был проложен семикилометровый газопровод и построена компрессорная станция.

Использование природного газа взамен дизельного топлива позволило уменьшить выброс CO<sub>2</sub> на 20 %, CO<sub>x</sub> – на 90 %, NO<sub>x</sub> – на 80 % и сажи – на 90 %.

Другим источником электроэнергии являются четыре группы литий-ионных аккумуляторных батарей (всего 252 аккумулятора типа AT6500 48V производства канадской компании Corvus Energy). Их суммарная емкость составляет 1638 кВт-ч, напряжение – 932 В. Батареи позволяют «сглаживать» пиковые нагрузки главной силовой установки и других судовых потребителей. Благодаря этому 80 % времени используется только один дизель-генератор в газовом режиме. При отказе дизель-генераторов батареи позволяют парому дойти до порта. Зарядка аккумуляторных батарей производится от судовых дизель-генераторов во время грузовых операций, солнечных батарей и от береговой сети при ночной стоянке парома. Автоматическое распределение электроэнергии между потребителями и ее источниками (дизель-генераторами, аккумуляторными и солнечными бата-реями) осуществляется системой Ingeship EMS (Energy Management System) производства испанской фирмы Ingeteam.

На верхней палубе располагаются 462 панели солнечных батарей общей площадью 700 м<sup>2</sup> и средней мощностью 150 кВт, расположенные под углом 15° к палубе. Они сконструированы и установлены фирмами Alusín Solar и Bikote Solar (Испания), при этом особое внимание было уделено стойкости к коррозии и ураганным ветрам, столь частым в районе эксплуатации парома. Генерируемая панелями электроэнергия обеспечивает до 50 % ее потребностей на обслуживание пассажиров («отельные» нужды).

При создании парома были предусмотрены и другие методы снижения энергозатрат:

- снижение гидро- и аэродинамического сопротивления корпуса путем выбора его оптимальной формы;

- система рекуперации тепла охлаждающей воды дизель-генераторов. Она представляет собой цистерну объемом 90 м<sup>3</sup>, вода в которой при работе дизелей нагревается до 85°C и используется для обогрева помещений судна и других нужд, в том

числе и при ночной стоянке парома, благодаря чему судовой котел предполагается использовать только при отрицательной температуре наружного воздуха;

- естественная вентиляция нижней автомобильной палубы летом на ходу судна;
- использование энергосберегающих ламп (более 2400 шт.) и автоматических регуляторов освещения.

Для предотвращения загрязнения водной среды судно оборудовано сепаратором льяльных вод и установкой по обработке сточно-фекальных вод. Паром оснащен различными системами пожаротушения, включая стационарную систему пенотушения автомобильных палуб и волоконно-оптической системой пожарной сигнализации. Салонная палуба в случае пожара может разделяться на три зоны двумя противопожарными занавесями высотой 2,5 м и длиной 8 м.

Спасательные средства для пассажиров и членов экипажа состоят из спасательных нагрудников типа Crewsaver SOLAS 275N и Crewsaver Premier 2010 SOLAS 150N и спасательного катера Zodiac SOLAS Ribo 450 с подвесным мотором мощностью 25 л. с.

В обеих оконечностях судна имеются две одинаковые ходовые рубки с интегрированным оборудованием типа AlphaBridge разработки компаний JRC и Alphasron Marine. Их оснащение обеспечивает безопасную навигацию, внешнюю и внутрисудовую связь, наблюдение за наружной обстановкой и внутренними помещениями (32 телекамеры с тремя станциями управления), дистанционное измерение дистанции до причала впереди и по бортам судна при швартовке с помощью ультразвуковых датчиков (Alphasron Mooring Distance System). Капитан может управлять “Texelstroom” не вставая с кресла – в его подлокотники встроены джойстики управления азимутальными движителями и другие «гаджеты», а само кресло может перемещаться по мостику вдоль направляющих. Здесь же оборудован пульт дистанционного управления балластными операциями и т.д.

#### 4. Заключение

“Texelstroom” заменит ранее эксплуатировавшийся на линии Ден Хелдер – Тексель паром “Dokter Wagemaker”, который предполагается использовать в качестве резервного. Паромная переправа действует с 06:00 до 22:00, в течение этого времени “Texelstroom” совершает 16 круговых рейсов через пролив Marsdiep шириною немногим более двух морских миль. Для сокращения времени швартовки на паромных терминалах установлена система MoorMaster швейцарской фирмы Savotec, которая с помощью вакуумных «присосок» надежно удерживает паром в нужном положении во время грузовых операций.

#### Литература

[Arbex, 2016](#) – Juan Carlos Arbex. *Un ferry de LaNaval para el siglo XXI*. Marina Civil, 118/2016

[Sustainable ferry](#) – Sustainable ferry project “Texelstroom”. Материалы конференции “Interferry Conference” (06.10.2015, Копенгаген)

[www.ship-technology.com](http://www.ship-technology.com)

[www.c-job.eu](http://www.c-job.eu)

[www.oliverdesign.es](http://www.oliverdesign.es)

#### References

[Arbex, 2016](#) – Juan Carlos Arbex. *Un ferry de LaNaval para el siglo XXI*. Marina Civil, 118/2016

[Sustainable ferry](#) – Sustainable ferry project “Texelstroom”. Materialy konferentsii “Interferry Conference” (06.10.2015, Kopenhagen)

[www.ship-technology.com](http://www.ship-technology.com)

[www.c-job.eu](http://www.c-job.eu)

[www.oliverdesign.es](http://www.oliverdesign.es)

## **Экологический паром “Texelstroom” с гибридной силовой установкой**

Александр Федорович Митрофанов <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Международный сетевой центр фундаментальных и прикладных исследований, Российская Федерация

**Аннотация.** Паром “Texelstroom” создавался для эксплуатации на Фризском архипелаге у побережья Нидерландов, где создана природоохранная зона. В связи с этим при проектировании и строительстве парома большое внимание уделено его экологичности. Поэтому паром снабжен гибридной силовой установкой – дизель и электромоторы, а в качестве горючего используется газообразное топливо, что делает судно уникальным. Кроме того, обычные для судов сбросы в воду на пароме сведены к нулю. Все это делает паром “Texelstroom” уникальным примером экологического транспорта.

**Ключевые слова:** Нидерланды, экология, паромы, гибридные судовые силовые установки, художественный дизайн судов.

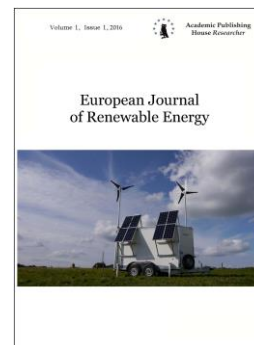


Copyright © 2017 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic  
European Journal of Renewable Energy  
Has been issued since 2016.  
E-ISSN 2454-0870  
2017, 2(1): 36-43

DOI: 10.13187/ejore.2017.1.36  
[www.ejournal51.com](http://www.ejournal51.com)



## Optimization of Electricity Losses in Distribution Networks

R.R. Sadrislamov <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Udmurt State University, Russian Federation

### Abstract

This article explores the theoretical aspects of three-phase distribution networks in asymmetric modes, including the causes of the unbalance and its influence on the constituent elements of the network and the power losses in the networks. It is indicated that these indicators of power quality, like voltage unbalance and deviation of the stress cannot be considered separately. There would also be the simplest circuit simulation circuit of three-phase AC single-ended modes in OrCAD, and the impact of the neutral wire on the magnitude of phase voltage VC. Indicate the waveforms of currents and voltages in three-phase network with uneven loading of the phases. It will be shown that the asymmetry of the currents in the network takes place in the absence of the neutral wire and, if equipped.

**Keywords:** energy loss, energy efficiency, optimization of losses.

### 1. Введение

Устранение не симметрии токов и напряжения в распределительных сетях как один из методов оптимизация потерь электроэнергии в распределительных сетях. Электрические распределительные сети напряжением 0,4 – 10 кВ отличаются от электрических сетей более высоких классов напряжений: по своему составу; неоднородности размещения электроприемников (ЭП) различных категорий; по типам коммутационных аппаратов, по уровню резервирования. Этими сетями обслуживаются потребители электроэнергии, которых можно условно разделить на следующие группы: коммунально-бытовые; промышленные; электрифицированный транспорт; производственные потребители сельского хозяйства; прочие потребители. Сюда попадает основная категория ЭП, обеспечивающие жизнедеятельность человека, что налагает огромную ответственность, которая возложена на распределительные сети данного диапазона. Эти отличия ставят распределительные сети в разряд простейших и одновременно достаточно сложных для обеспечения требуемой надежности функционирования электроустановок.

Все это обуславливает необходимость обеспечения требуемого качества электроэнергии. Оно характеризуется рядом показателей, одним из которых является несимметрия напряжения (ГОСТ 13109-97). Несимметрия напряжений появляется из-за несимметрии токов, то есть токов нагрузки, протекающих по элементам системы электроснабжения.

Исходя вышесказанного, можно сделать вывод, что исследование влияния несимметрии токов и напряжения на электрические сети 0,4 – 10 кВ представляет научный и практический интерес, и уменьшение этого явления также позволит уменьшить и оптимизировать потери электроэнергии в распределительных сетях.

## 2. Обсуждение и результаты

### Оптимизация потерь электроэнергии в распределительных сетях

Устранение несимметрии токов и напряжения в распределительных сетях как один из методов оптимизации потерь электроэнергии в распределительных сетях. Электрические распределительные сети напряжением 0,4 – 10 кВ отличаются от электрических сетей более высоких классов напряжений: по своему составу; неоднородности размещения электроприемников (ЭП) различных категорий; по типам коммутационных аппаратов, по уровню резервирования. Этими сетями обслуживаются потребители электроэнергии, которых можно условно разделить на следующие группы: коммунально-бытовые; промышленные; электрифицированный транспорт; производственные потребители сельского хозяйства; прочие потребители. Сюда попадает основная категория ЭП, обеспечивающие жизнедеятельность человека, что налагает огромную ответственность, которая возложена на распределительные сети данного диапазона. Эти отличия ставят распределительные сети в разряд простейших и одновременно достаточно сложных для обеспечения требуемой надежности функционирования электроустановок.

Все это обуславливает необходимость обеспечения требуемого качества электроэнергии. Оно характеризуется рядом показателей, одним из которых является несимметрия напряжения (ГОСТ 13109-97). Несимметрия напряжений появляется из-за несимметрии токов, то есть токов нагрузки, протекающих по элементам системы электроснабжения.

Исходя вышесказанного, можно сделать вывод, что исследование влияния несимметрии токов и напряжения на электрические сети 0,4 – 10 кВ представляет научный и практический интерес, и уменьшение этого явления также позволит уменьшить и оптимизировать потери электроэнергии в распределительных сетях.

Источниками несимметрии напряжений являются: в сетях 0,4 кВ – бытовые однофазные ЭП; в сетях более высоких напряжений – однофазные ЭП промышленного назначения, тяговые подстанции, а также трехфазные ЭП с неодинаковым потреблением электроэнергии по фазам (дуговые сталеплавильные печи) (ГОСТ Р 54149-2010). Но основной причиной появления чрезмерных отклонений величины напряжения от номинального является обрыв нулевого провода. При этом согласно (Нормы качества, 1998) недопустимые повышения напряжения возможны и при необходимом качестве заземления данной линии.

На стадии проектирования электрических сетей закладываются нормы несимметрии напряжения, которые принимаются согласно вышеупомянутой ГОСТ. Однако в процессе эксплуатации сетей и подключением к нему все больше потребителей с однофазной и трехфазной нагрузкой, вероятность возникновения несимметричной работы возрастает, а соответственно возрастают и потери электроэнергии. Различают систематическую и вероятностную несимметрию (ГОСТ Р 54149-2010). Систематическая несимметрия характеризуется постоянной перегрузкой одной из фаз, в то время как, вероятностная несимметрия – попеременной перегрузкой то одной, то другой фазы. Оба вида несимметрии, при их превышении заданных значений, являются следствием аварийной работы распределительной сети. Данные для расчета показателей качества электроэнергии обычно берутся путем измерения.

Несимметрия напряжения в трехфазной сети в свою очередь приводит к ухудшению еще одного показателя электроэнергии, как отклонение напряжения, который наблюдается в его фазах, и увеличению потерь электроэнергии. Отклонение напряжения – это отличие фактического напряжения в установившемся режиме работы системы электроснабжения от его номинального значения.

При этом отклонения напряжения у ЭП перегруженной фазы могут превысить допустимые значения. Кроме ухудшения режима напряжения у ЭП, при несимметричном режиме существенно ухудшаются условия работы как самих ЭП, так и всех элементов сети, как релейная защита, коммутационная аппаратура, что ведет к снижению надежности работы электрооборудования и системы электроснабжения в целом. Известно, что значительные токи нулевой последовательности, протекающие через нулевой проводник недостаточного сечения, могут вызвать его сильный нагрев (Железко, 2014). Зарегистрирован ряд случаев возникновения пожаров в зданиях из-за перегрева нулевых

проводников, сечение которых составляло 25 или 50 % фазного провода. Стоит отметить также, что при несимметрии может быть нарушено правильное функционирование счетчиков. Особенно это актуально для систем автоматического контроля энергопотребления, в которых в автоматическом режиме снимаются данные энергопотребления. Неправильные значения могут привести к ошибкам в прогнозе энергопотребления.

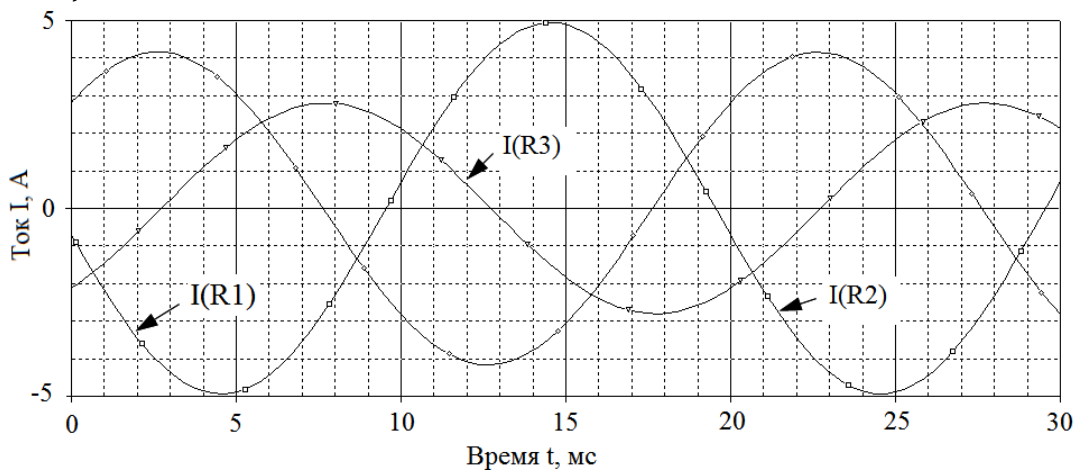
В настоящее время, при разработке объекта широко используются компьютерные системы моделирования. Одной из таких программ является программный пакет схемотехнического моделирования OrCAD, который имеет все возможности для полного исследования электрических схем любой сложности (Кужепов, Гончаров, 2011), в том числе получить данные для расчета показателей несимметрии.

Для практической реализации поставленной задачи были собраны простейшие схемотехнические модели цепи трехфазного переменного тока с активными фазными нагрузками в несимметричных режимах в пакете OrCAD. а также влияния нейтрального провода на величину фазных напряжений электроприемников и потерь электроэнергии в распределительных сетях.

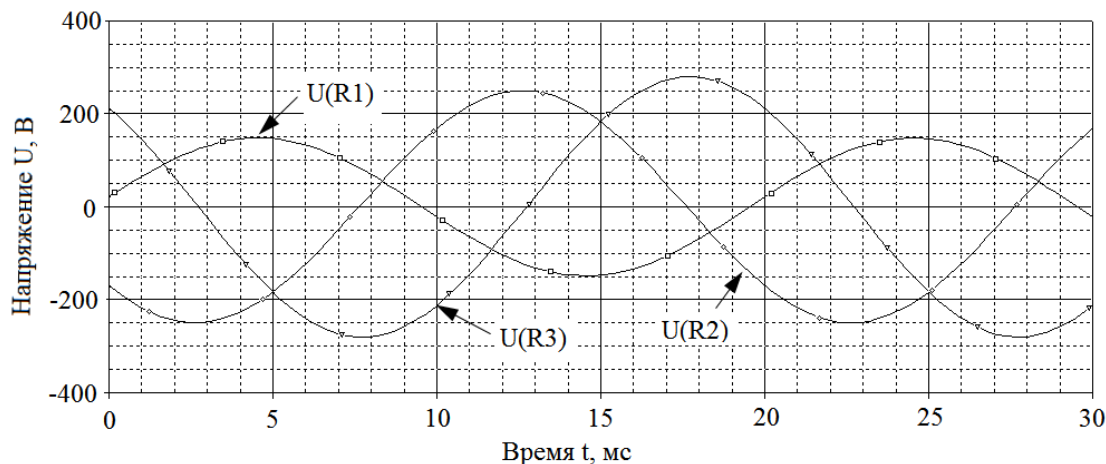
Целесообразно рассмотреть два варианта схем:

1. Исследование распределения фазных токов и напряжений в несимметричной схеме без нулевого провода.
2. Исследование распределения фазных токов и напряжений в несимметричной схеме с нулевым проводом.

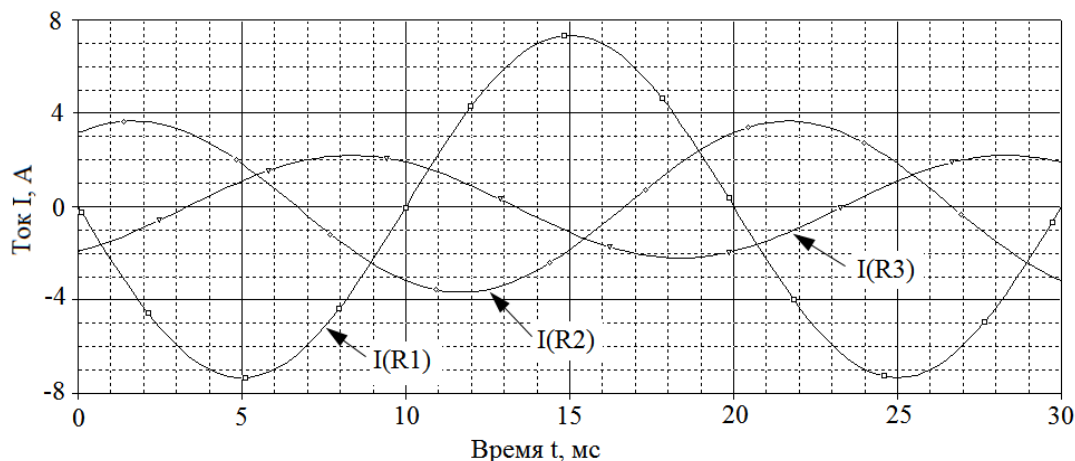
Полученные результаты моделирования приведены на рисунках 1, 2, 3 и 4 (Косоухов, 2001).



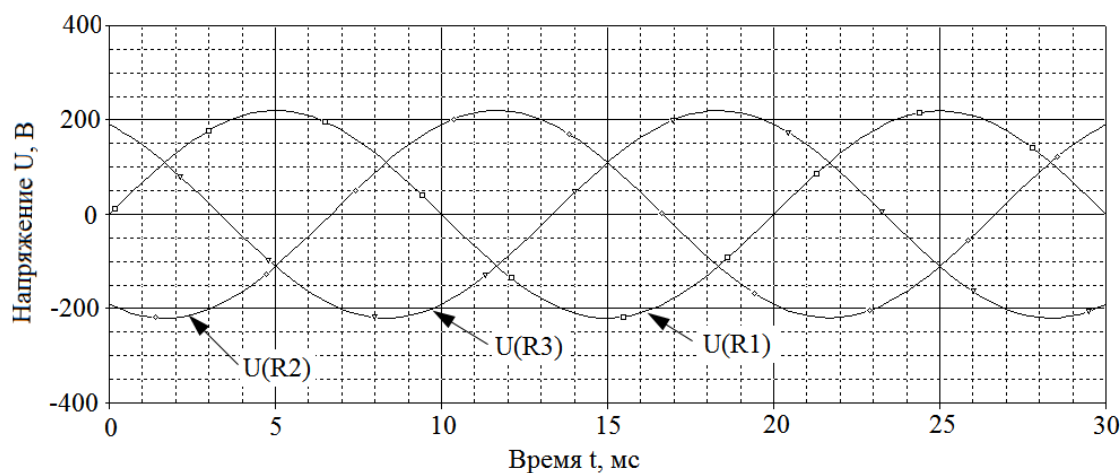
**Рис. 1.** Осциллограммы фазных токов в трехфазной сети при первом варианте схемы



**Рис. 2.** Осциллограммы фазных напряжений в трехфазной сети при первом варианте схемы



**Рис. 3.** Осциллограммы фазных токов в трехфазной сети при втором варианте схемы



**Рис. 4.** Осциллограммы напряжений в трехфазной сети при втором варианте схемы

Как показывает моделирование, отклонение фазных напряжений имеют место при обрыве нулевого провода. Причем амплитуда колебаний напряжения различается по фазам в зависимости от величины нагрузок.

При первом варианте наблюдается несимметрия как токов, так и напряжений в сети. В то время, как во втором варианте несимметрия токов остается, однако значения фазных напряжений стали одинаковыми. Это объясняется тем, что присоединение нейтрали к нулевому проводу эквивалентно непосредственному включению каждого из элементов ЭП параллельно к соответствующему источнику напряжения. По этой причине напряжения на них становятся одинаковыми и равными напряжению источника (Косоухов, 2001).

Способы и технические средства снижения несимметрии нагрузок в распределительных сетях как способ снижения потерь электроэнергии. Симметрирование напряжений в сети сводится к компенсации тока и напряжения обратной последовательности.

При постоянном графике нагрузок уменьшения постоянно повторяющейся несимметрии напряжений в сетях возможно достигнуть выравниванием электрических нагрузок фаз с помощью переключения части питающихся потребителей с перегруженной фазы на ту которая ненагруженную.

Рациональное и правильное распределение электрических нагрузок не всегда дает возможность уменьшить коэффициент несимметрии напряжений до необходимого значения (к примеру, когда часть мощных 1-ф ЭП работает по условиям технологии не все время, а также при капитальных и профилактических видах ремонтов). В таких случаях надо использовать специальные симметрирующие устройства (СУ).



Имеется существенное число схем СУ, часть из них выполнена в зависимости от характеристики графика электрических нагрузок.

Для симметрирования 1-ф электрических нагрузок и снижения потерь электроэнергии применяется схема, которая состоит из емкости и индуктивности. Нагрузка и емкость, параллельно с ней включенная, включаются на линейное напряжение. На два остальных линейных напряжения включаются еще и индуктивность и еще одна емкость.

Для симметрии двух- и трехфазных несимметричных электрических нагрузок применяется схема с разными мощностями батарей статических конденсаторов, включенных по схеме «треугольник». Также применяют СУ со специальными трансформаторами (Наумов, 2012).

Поскольку СУ имеет в своем составе батареи конденсаторов (БК), рационально применять данные схемы, те которые одновременно и симметрируют режим и генерируется  $Q$  (реактивную мощность) с целью ее компенсации. Устройства для одновременного симметрирования режима, а также компенсации реактивной мощности находятся на стадии разработок.

Снижение потерь и несимметрии в четырехпроводных распределительных сетях 0,4 кВ можно выполнить путем уменьшения токов нулевой последовательности  $I_0$ , а также снижения сопротивления нулевой последовательности  $Z_0$  в элементах распределительной сети.

Уменьшение токов нулевой последовательности  $I_0$  вначале достигается перераспределением электрических нагрузок. Выравнивание электрических нагрузок достигается путем использованием сетей, в которых все или частично трансформаторы работают параллельно по стороне низкого напряжения (сторона НН). Снижение сопротивления нулевой последовательности  $Z_0$  можно просто осуществить для (ВЛ) 0,4 кВ, которые, как правило, строятся в районах с малой плотностью электрических нагрузок. Рациональность уменьшения  $Z_0$  для кабельных линий (КЛ), за счет увеличения сечения нулевого провода, необходима, быть обоснована конкретными технико-экономическими расчетами и доказательствами.

Значительное влияние на не симметрию напряжений и потери электроэнергии в сети оказывает схема соединения обмоток распределительных трансформаторов 6–10/0,4 кВ. Большое число распределительных трансформаторов, которые установлены в сетях, имеют схему звезда — звезда с нулем (У/У<sub>0</sub>). Такие распределительные трансформаторы дешевле своих аналогов, но у них значительно больше сопротивление нулевой последовательности  $Z_0$  (Наумов, 2011).

Для оптимизации потерь электроэнергии и снижения несимметрии напряжений, которое вызывается распределительными трансформаторами, целесообразно использовать схемы соединения звезда—зигзаг (У/З) или треугольник— звезда с нулем (Д/У<sub>0</sub>). Более благоприятно на оптимизацию потерь электроэнергии и снижения не симметрии применяется схема У/З. Трансформаторы с такой схемой соединением существенно дороже, и изготовление их очень затруднительно и трудоемко. Поэтому их необходимо использовать при большой не симметрии, которая обусловлена не симметрией нагрузок и сопротивление нулевой последовательности  $Z_0$  линий.

Мероприятия по оптимизации потерь электроэнергии и снижению несимметрии напряжения (Наумов, 2011):

1. Равномерное распределение электрической нагрузки по всем трем фазам.
2. Применение СУ (сопротивления в фазах СУ подбирать так, что бы компенсировать ток обратной последовательности, генерируемый электрической нагрузкой как источник искажения).

Нормируемым значением несимметрии есть коэффициент обратной последовательности напряжения, который равен отношению напряжения обратной последовательности  $U_2$  к номинальному линейному напряжению участка сети  $U_{ном}$ .

При выходе показателей потерь и качества электроэнергии за установленные пределы увеличиваются расход и потери электроэнергии в системах электроснабжения, также снижается уровень надежности работы всего электрооборудования, появляются нарушения технологических процессов и снижается качество продукции и ее выпуск.

Наиболее распространенными источниками не симметрии напряжения и потерь электроэнергии в распределительных сетях и в трехфазных системах электроснабжения есть те потребители электроэнергии, симметричное многофазное исполнение которых нецелесообразно по технико-экономическим соображениям или же невозможно. К такому роду установкам относятся дуговые и индукционные электрические печи, тяговые нагрузки железных дорог, которые выполнены на переменном токе, специальные однофазные электрические нагрузки электросварочные агрегаты, а также установки освещения (Федулов, 2001).

Несимметричные режимы напряжений в электрических сетях имеют место также в аварийных ситуациях – при обрыве фазы или несимметричных коротких замыканиях.

В статье разобраны теоретические аспекты работы трехфазных распределительных сетей в несимметричных режимах, в том числе причины несимметрии и его влияние на составные элементы сети и потери электроэнергии в сетях. Указано, что такие показатели качества электроэнергии, как несимметрия напряжений и отклонение напряжений, не могут быть рассмотрены по отдельности. Проведено схемотехническое моделирование простейшей цепи трехфазного переменного тока в несимметричных режимах в пакете OrCAD, а также влияния нейтрального провода на величину фазных напряжений ЭП. Указаны осциллограммы токов и напряжений в трехфазной сети при неравномерном нагружении фаз. Показано, что несимметрия токов в сети имеет место как при отсутствии нулевого провода, так и при его наличии.

### 3. Заключение

Снижение и оптимизация потерь электроэнергии как и несимметрия токов и напряжений в сети 0,4 кВ с распределённой нагрузкой не может быть устранено в полной мере только за счет организационными мероприятиями. Для их устранения надо использовать СУ разного конструктивного выполнения. На основе выполненного анализа технических средств и способов симметрирования режимов работы распределительных сетей сделаем заключение, что наиболее эффективным и целесообразным средством и способом является применение шунто симметрирующих устройств, которые имеют минимально возможное сопротивление токов нулевой последовательности. А также произведен анализ изменений показателей качества электрической энергии в действующей распределительных сетях 10-0,4 кВ при использовании СУ, по результатам которого выявлено, что использование симметрирующего устройства позволит повысить качество электроэнергии в 3-6 раз, а потери электроэнергии уменьшить в 2 раза (Дерюшев и др., 2010).

Таким образом, можно сказать, получение данных для расчета показателей и потерь электроэнергии может производиться как путем непосредственных измерений (ГОСТ 13109-97), так и при помощи компьютерного моделирования. Второй способ позволяет рассматривать несимметричные режимы работы трехфазной сети любой сложности еще на стадии проектирования с минимальным количеством допущений, что является очень актуальным с дальнейшим ростом численности населения городов и предприятий, и оптимизация потерь электроэнергии в распределительных сетях.

### Литература

ГОСТ 13109-97 – ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Издательство стандартов, 1998. 31 с.

ГОСТ Р 54149-2010 – ГОСТ Р 54149-2010. «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии (КЭ) в системах электроснабжения общего назначения». М.: Стандартинформ, 2013.

Нормы качества, 1998 – Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения / ГОСТ 13109-97. Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск: Изд-во стандартов, 1998. 30 с.

Железко, 2014 – Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. М.: ЭНАС, 2014. 456 с.: ил.

[Кужепов, Гончаров, 2011](#) – *Кужепов С.К., Гончаров С.В.* Городские электрические цепи. Ростов н/Д, 2011. 255 с.

[Сапунов, 2013](#) – *Сапунов М.В.* Несимметрия трехфазной системы напряжений // *Новости электротехники*. 2013. № 5 (11). С. 35-36.

[Дерюшев и др., 2010](#) – *Дерюшев А.А., Свито И.Л., Беляков В.Б.* Применение САПР Orcad для расчета и проектирования электрических схем: учебное пособие по курсу «Основы автоматизированного проектирования электромеханических систем» для студ. спец. «Информационные технологии и управление в технических системах» всех форм обучения. Мн.: БГУИР, 2010. 66 с.: ил.

[Косоухов, 2001](#) – *Косоухов Ф.Д.* Потери мощности и напряжения в сельских сетях 0,38 кВ при несимметричной нагрузке. // *Техника в сельском хозяйстве*, 2001. № 3. С. 5-8.

[Наумов, 2011](#) – *Наумов И.В.* О качестве электрической энергии и дополнительных потерях мощности в распределительных сетях низкого напряжения России и Германии. // *Электрика*. 2011. № 11. С. 19-22.

[Наумов, 2004](#) – *Наумов И.В.* Способы и технические средства снижения несимметрии токов и потерь электрической энергии в сельских распределительных сетях 0,38 кВ. Дисс. канд. техн. наук. Л., 2004. 227 с.

[Наумов, 2012](#) – *Наумов И.В.* Снижение потерь и повышение качества электрической энергии в сельских распределительных сетях 0,38 кВ с помощью симметрирующих устройств. Дисс. доктора техн. наук. Л., 2012. 315 с.

[Федулов, 2001](#) – *Федулов В.И.* Симметрирование как средство снижения потерь электрической энергии в трёхфазных сетях и повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов республики: тез. докл. республ. науч.-тех. конференции. Ташкент, 2001. 88 с.

## References

[GOST 13109-97](#) – GOST 13109-97 Elektricheskaya energiya. Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya [Electrical energy. Compatibility of technical means is electromagnetic]. Normy kachestva elektricheskoi energii v sistemakh elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya. M.: Izdatel'stvo standartov, 1998. 31 s.

[GOST R 54149-2010](#) – GOST R 54149-2010. «Elektricheskaya energiya. Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya [Electric Energy. Compatibility of technical means is electromagnetic]. Normy kachestva elektricheskoi energii (KE) v sistemakh elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya». M.: Standartinform, 2013.

[Normy kachestva, 1998](#) – Normy kachestva elektricheskoi energii v sistemakh elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya [Norms of quality of electric energy in general-purpose power supply systems]. GOST 13109-97. Mezhhgos. Sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii. Minsk: Izd-vo standartov, 1998. 30 s.

[Zhelezko, 2014](#) – *Zhelezko Yu.S.* (2014). Poteri elektroenergii. Reaktivnaya moshchnost'. Kachestvo elektroenergii: Rukovodstvo dlya prakticheskikh raschetov [Loss of electricity. Reactive power. Quality of electricity: a guide for practical calculations]. M.: ENAS, 456 s.: il.

[Kuzhepov, Goncharov, 2011](#) – *Kuzhepov S.K., Goncharov S.V.* (2011). Gorodskie elektricheskie tsepi [City electric circuits]. Rostov n/D, 255 s.

[Sapunov, 2013](#) – *Sapunov M.V.* (2013). Nesimmetriya trekhfaznoi sistemy napryazhenii [The asymmetry of a three-phase system of voltages]. *Novosti elektrotehniki*. № 5 (11). S. 35-36.

[Deryushev i dr., 2010](#) – *Deryushev A.A., Svitov I.L., Belyakov V.B.* (2010). Primenenie SAPR Orcad dlya rascheta i proektirovaniya elektricheskikh skhem: uchebnoe posobie po kursu «Osnovy avtomatizirovannogo proektirovaniya elektromekhanicheskikh sistem» dlya stud. spets. «Informatsionnye tekhnologii i upravlenie v tekhnicheskikh sistemakh» vsekh form obucheniya [Application CAD Orcad for the calculation and design of electrical circuits: a tutorial on the course "Fundamentals of automated design of electromechanical systems" for stud. specialist. "Information technology and management in technical systems" of all forms of education]. Mn.: BGUIR, 66 s.: il.

[Kosoukhov, 2001](#) – *Kosoukhov F.D.* (2001). Poteri moshchnosti i napryazheniya v sel'skikh setyakh 0,38 kV pri nesimmetrichnoi nagruzke [Loss of power and voltage in rural networks 0.38 kV with unbalanced load]. *Tekhnika v sel'skom khozyaistve*, № 3. S. 5-8.

Naumov, 2011 – Naumov I.V. (2011). O kachestve elektricheskoi energii i dopolnitel'nykh poteryakh moshchnosti v raspredelitel'nykh setyakh nizkogo napryazheniya Rossii i Germanii [On the quality of electrical energy and additional power losses in low voltage distribution networks in Russia and Germany]. *Elektrika*. № 11. S. 19-22.

Naumov, 2004 – Naumov I.V. (2004). Sposoby i tekhnicheskie sredstva snizheniya nesimmetrii tokov i poter' elektricheskoi energii v sel'skikh raspredelitel'nykh setyakh 0,38 kV [Methods and technical means of reducing the asymmetry of currents and losses of electrical energy in rural distribution networks 0.38 kV]. Diss. kand. tekhn. nauk. L., 227 s.

Naumov, 2012 – Naumov I.V. (2012). Snizhenie poter' i povyshenie kachestva elektricheskoi energii v sel'skikh raspredelitel'nykh setyakh 0,38 kV s pomoshch'yu simmetriruyushchikh ustroystv [Reducing losses and improving the quality of electrical energy in rural distribution networks 0.38 kV with the help of balancing devices]. Diss. doktora tekhn. nauk. L., 315 s.

Fedulov, 2001 – Fedulov V.I. (2001). Simmetrirovaniye kak sredstvo snizheniya poter' elektricheskoi energii v trekhfaznykh setyakh i povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya toplivno-energeticheskikh resursov respubliki [Symmetrization as a means of reducing the losses of electrical energy in three-phase networks and increasing the efficiency of the use of fuel and energy resources of the Republic]: tez. dokl. respubl. nauch.-tekh. konferentsii. Tashkent, 88 s.

## Оптимизация потерь электроэнергии в распределительных сетях

Р.Р. Садрисламов <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Удмуртский государственный университет, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье разобраны теоретические аспекты работы трехфазных распределительных сетей в несимметричных режимах, в том числе причины несимметрии и его влияние на составные элементы сети и потери электроэнергии в сетях. Будет указано, что такие показатели качества электроэнергии, как несимметрия напряжений и отклонение напряжений, не могут быть рассмотрены по отдельности. Также будет проведено схемотехническое моделирование простейшей цепи трехфазного переменного тока в несимметричных режимах в пакете OrCAD, а также влияния нейтрального провода на величину фазных напряжений ЭП. Указаны осциллограммы токов и напряжений в трехфазной сети при неравномерном нагружении фаз. Будет показано, что несимметрия токов в сети имеет место как при отсутствии нулевого провода, так и при его наличии.

**Ключевые слова:** потери энергии, энергоэффективность, оптимизация потерь.

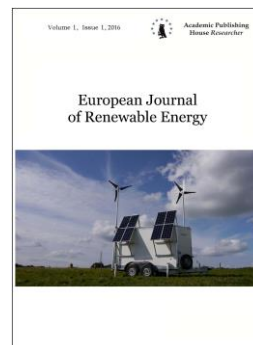


Copyright © 2017 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic  
European Journal of Renewable Energy  
Has been issued since 2016.  
E-ISSN 2454-0870  
2017, 2(1): 44-47

DOI: 10.13187/ejore.2017.1.44  
[www.ejournal51.com](http://www.ejournal51.com)



## Letters to the Editorial Office

### Alternative Energy in Russia

D. Tikhonov <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Udmurt State University, Russian Federation

#### Abstract

The article examines the current situation of alternative energy of the Russian Federation. The causes of inhibition of renewable energy development are considered. There is made the comparison with the most developed countries and there is also shown their impact on the state of the energy market in Russia. The main directions of further development of the power industry are proposed.

**Keywords:** energy supply, renewable energy sources, energy sources, solar power stations, green energy.

История масштабной электрификации России берет свое начало с перспективного плана развития экономики разработанного в 1920 году и принятым правительством РСФСР во главе с В.И. Лениным. В современной России этот план больше известен как «План ГОЭЛРО». Данный проект был рассчитан на 10–15 лет и предусматривал строительство 20 ТЭС и 10 ГЭС, а также объединение их единую централизованную сеть электроснабжения. Так была заложена основа индустриализации в России. Основными энергоносителями на тот момент были уголь, нефть и ее производные.

С момента введения Плана ГОЭЛРО прошло почти 100 лет, прогресс шагает семимильными шагами, и вот уже в новом тысячелетии человечество сталкивается с новыми проблемами. На фоне ухудшения экологической ситуации, связанной с увеличением влияния на окружающую среду предприятий, использующих традиционные энергодобывающие технологии, а также подорожания добычи и транспортировки ископаемых энергоносителей – энергосбережение и использование альтернативных источников электроэнергии становится очень актуальным.

Так, например, Германия, являвшаяся мировым лидером по производству ядерной электроэнергии (140 ТВтч/год), уже к лету 2014 г. получила 50 % экологически чистой электроэнергии, вырабатываемой от солнечных батарей ([Потребители энергии в Германии](#)). Причиной всему этому послужили события, произошедшие в 2011 году на АЭС Фукусима в Японии. Таким образом, с 2011 года в Германии было остановлено восемь электростанций и к 2022 году планируется полностью отказаться от АЭС. Хотя атомная энергетика и принята во всем мире как перспективное направление, все же нельзя отрицать наличия проблем вызванных последствиями утилизации продуктов распада и влияния их на окружающую среду. Тем временем, 8 мая 2016 года в Германии был преодолен важный рубеж в генерации

энергии из альтернативных источников электроэнергии. Солнечная и одновременно ветреная погода имела благоприятное действие и в этот день, суммарная мощность гидро-, био-, ветро- и солнечных электростанций составила 55 ГВт. Потребленная энергия была на уровне 63 ГВт, а это значит, что процентное соотношение выработки альтернативной и традиционной энергии было равно 87/13. Перенасыщение энергосистемы привело к тому, что на несколько часов цены на электроэнергию ушли в минус и уже электроснабжающие организации должны были своим потребителям, а не наоборот.

Такие скачки в производстве электроэнергии в последнее время случаются не столь редко, а наоборот случаются все чаще и чаще, принимая лавинный характер. Европейский рынок электроэнергии больше схож с аукционом, на котором каждая сторона предлагает свой вариант цены за энергоресурс. При избытке электроэнергии поставщикам приходится демпфировать цены, чтобы сбыть излишки ресурса. Тем не менее, производители электроэнергии не остаются в минусе. Способствует этому особая экономическая политика в отношении производителей «зеленой» электроэнергии и субсидирование их государством.

Китай, в связи с катастрофическим положением экологии в стране начинает выбиваться в лидеры по установке солнечных батарей. Официальной позицией государства является желание занять лидирующие позиции в борьбе с изменением климата Земли, а также обеспечить все промышленные предприятия экологически чистой энергией ([К концу года мощность](#)).

Серьезная направленность движения энергетической политики в сторону альтернативных источников энергии в купе с инвестиционными программами, поддерживаемыми государством, привели к тому, что суммарная установленная мощность солнечных панелей с июня по сентябрь 2017 года возросла с 25 ГВт до 42. Темпы наращивания мощности солнечных электростанций уже к концу этого года достигнет уровня 50 ГВт, что в свою очередь составляет 50 % от всей установленной мощности солнечных панелей во всем мире (100 ГВт). Председатель КНР Си Цзиньпин заявил в своей ежегодной речи: «Мы стали той движущей силой, которая приведет все страны мира к экологической цивилизации. Поэтому мы должны придумать новую модель модернизации, которая позволит людям жить в гармонии с природой». В подтверждение этих слов в Государственный совет КНР внесено предложение о запрете производства и продажи автомобилей, использующих традиционные виды топлива, а также субсидировании производства электромобилей.

В то же время в России, изобилующей наличием природных ископаемых, использование возобновляемых источников электроэнергии на весьма низком уровне. Достичь эффективного уровня использования альтернативных источников электроэнергии в районах, обеспеченных централизованным газо- и электроснабжением, с учетом не малой стоимости солнечных панелей и ветряков, без должного субсидирования и налоговых послаблений, довольно проблематично. С другой стороны, в масштабах нашей страны, где даже при довольно высоком уровне развития технологий до сих пор присутствуют места по тем или иным причинам, которые носят экономический или технический характер, труднодоступные для снабжения их энергоносителями ([Альтернативная энергетика](#)). Локальное размещение источников альтернативной энергии решает эту проблему. По данным участников рынка возобновляемых источников энергии, в России на территории частного сектора к 2015 году суммарная мощность установленных солнечных панелей составила 8 МВт. Учитывая экстремальный климат и стоимость доставки энергоресурсов в северные регионы страны, использование «зеленой» электроэнергии уже не кажется убыточным решением. По сравнению с затратами на закупку оборудования и его установкой, затраты на обслуживание данных комплексов ничтожно малы, а если учесть практически минимальное воздействие на экологию, то использование альтернативной энергетики предстает в довольно выгодном свете. Не смотря на низкую заинтересованность государства в альтернативной энергетике, все же существуют довольно перспективные проекты, например, Кош-Агачская солнечная электростанция, введенная в эксплуатацию в 2014 году ([«Хевел» запустила](#)). Данная станция располагается на юге Республики Алтай на высоте около 1800 метров над уровнем моря и занимает площадь в 13 га. Суммарная установленная мощность солнечных панелей на данный момент составляет 10 МВт, но также может быть увеличена, поскольку является модульной системой и предусматривает

возможность наращивания мощности. Еще одним преимуществом является то, что используемые солнечные панели адаптированы для российских климатических условий и вырабатывают электроэнергию даже в пасмурную погоду. Так же не стоит упускать тот факт, что большая часть оборудования произведена на базе российских предприятий электротехнической и металлообрабатывающей промышленности, что существенно повлияло на итоговую стоимость комплектующих.

В рамках Парижского соглашения по борьбе с глобальным потеплением, подписанным Россией в апреле 2016 г., наша страна к 2020 году снизит выбросы парниковых газов на 25 % и в срок до 2030 г. Увеличит этот показатель еще на 5 %. Решение этой проблемы ляжет на плечи предприятий энергетической отрасли. По прогнозам главы министерства энергетики российской Федерации Александра Новака, к 2035 г. доля возобновляемых источников энергии, без учета гидрогенерации, должна будет достигнуть 3-4 %. Хотя и планы не столь грандиозны как например в той же Германии, но тем не менее это положит начало борьбе за улучшение экологической ситуации в стране. Развитие возобновляемых источников энергии в России сопряжено с решением множества технических проблем и индивидуальным подходом к каждому конкретному случаю. Огромная площадь страны и разнообразные климатические условия вызывают определенные сложности в продвижении данного направления. Обсуждение проблемы альтернативной энергетики на мировой арене было вызвано огромным количеством выбрасываемых в атмосферу парниковых газов, образующихся при сжигании топлива, которое используется для выработки тепловой и электроэнергии. Таким образом, избрание пути альтернативной энергетики повлечет за собой не только улучшение экологической ситуации, но и усиление энергонезависимости. И если в пределах России это в интересах определенных регионов, то в мировом плане это вопрос экономической и энергетической независимости. Стремление Европейских стран снизить поставки энергоресурсов из России приведет к снижению стоимости газового и нефтяного сырья, что в свою очередь подтолкнёт к использованию альтернативных, экономически выгодных источников энергии.

Все европейские страны нацелены на использование альтернативных источников энергии и данная тенденция не обойдет стороной и Россию. Постоянно увеличивающийся рост количества потребителей, увеличение мощностей традиционных энергетических комплексов неизбежно ведет к увеличению выбросов вредных и иногда даже опасных веществ в атмосферу, что пагубно влияет не только на положение России в общемировой гонке за использование экологически чистой энергии, но и на здоровье граждан. В своем стремлении предстать инновационным и экономически эффективным государством, Россия должна обеспокоиться проведением исследований по созданию действенных энергетических комплексов на основе возобновляемых источников энергии, а также проводить инвестирование данного направления, что приведет не только к улучшению экологии, но и создаст дополнительные рабочие места. Чопорность государства и низкая стоимость ископаемых ресурсов накладывают свое влияние на развитие «зеленой» энергетики, но, тем не менее, количество традиционных источников энергии неумолимо уменьшается и с ростом потребляемой мощности приведет к коллапсу энергетической системы. Государство предпринимает малоэффективные попытки к развитию отрасли альтернативной энергетики, например, Постановление Правительства РФ №449 от 28.05.2013 г. «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности», но этого мало и следует принимать более серьезные меры ([Солнце прилучили](#)). Чтобы заложить фундамент энергетики свободной от истощающихся ископаемых видов топлива нужно пересмотреть идеологию всей системы энергетики в целом. Решение вопросов регулирования частных энергетических компаний, регулирование продажи избыточной энергии в частный сектор, создание децентрализованных систем местного электроснабжения, несомненно, приведет к переходу на энергетику будущего. Постоянные исследования альтернативных источников энергии ведут к снижению стоимости и увеличению КПД, что в обозримом будущем ведет к использованию экологически чистой энергетики как единственной из рациональных альтернатив.

## Литература

[Альтернативная энергетика](http://altenergiya.ru/apologiya/alternativnaya-energetika-v-rossii-dva-puti.html) – Альтернативная энергетика в России – два пути. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://altenergiya.ru/apologiya/alternativnaya-energetika-v-rossii-dva-puti.html>

[К концу года мощность](https://hightech.fm/2017/10/20/solar-power-records) – К концу года мощность солнечной энергетики Китая достигнет 50 ГВт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://hightech.fm/2017/10/20/solar-power-records>

[Потребители энергии в Германии](https://geektimes.ru/post/275644/) – Потребители энергии в Германии в это воскресенье получали деньги за использованное электричество. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/275644/>

[Солнце прилучили](https://rg.ru/2016/06/06/razvitiu-alternativnoj-energetiki-v-rf-nuzhen-stimul.html) – Солнце прилучили. Генерация снизит вредные выбросы // Российская газета. Спецвыпуск № 6989 (121), 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/2016/06/06/razvitiu-alternativnoj-energetiki-v-rf-nuzhen-stimul.html>

[«Хевел» запустила](https://geektimes.ru/post/246044/) – «Хевел» запустила в промышленную эксплуатацию первый в России завод полного цикла по производству солнечных модулей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/246044/>

## References

[Al'ternativnaya energetika](http://altenergiya.ru/apologiya/alternativnaya-energetika-v-rossii-dva-puti.html) – Al'ternativnaya energetika v Rossii – dva puti [Alternative energy in Russia – two ways]. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <http://altenergiya.ru/apologiya/alternativnaya-energetika-v-rossii-dva-puti.html>

[K kontsu goda moshchnost'](https://hightech.fm/2017/10/20/solar-power-records) – K kontsu goda moshchnost' solnechnoi energetiki Kitaya dostignet 50 GVt [By the end of the year the power of solar energy China reaches 50 GW]. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://hightech.fm/2017/10/20/solar-power-records>

[Potrebiteli energii v Germanii](https://geektimes.ru/post/275644/) – Potrebiteli energii v Germanii v eto voskresen'e poluchali den'gi za ispol'zovannoe elektrichestvo [Consumers energy, in Germany this Sunday received the money for the used electricity]. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://geektimes.ru/post/275644/>

[Solntse priluchili](https://rg.ru/2016/06/06/razvitiu-alternativnoj-energetiki-v-rf-nuzhen-stimul.html) – Solntse priluchili. Generatsiya snizit vrednye vybrosy [The sun priluchili. Generation will reduce harmful emissions]. Rossiiskaya gazeta. – Spetsvypusk № 6989 (121), 2016; [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://rg.ru/2016/06/06/razvitiu-alternativnoj-energetiki-v-rf-nuzhen-stimul.html>

[«Khevel» zapustila](https://geektimes.ru/post/246044/) – «Khevel» zapustila v promyshlennuyu ekspluatatsiyu pervyi v Rossii zavod polnogo tsikla po proizvodstvu solnechnykh modulei ["Hevel" launched the first full-cycle plant for the production of solar modules in Russia]. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: <https://geektimes.ru/post/246044/>

## Альтернативная энергетика в России

Д.О. Тихонов <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Удмуртский государственный университет, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье рассматривается текущее положение альтернативной энергетики Российской Федерации. Рассмотрены причины торможения развития возобновляемой энергетики. Произведено сравнение с наиболее развитыми государствами, а также их влияние на состояние рынка энергоресурсов в России. Предложены основные направления дальнейшего развития энергетики.

**Ключевые слова:** энергоснабжение, возобновляемые источники электроэнергии, источники энергии, солнечные электростанции, ветряные электростанции, зелёная энергетика.