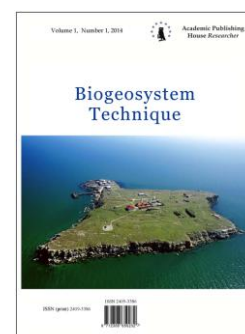


Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 2, No. 2, pp. 100-124, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.2.100

www.ejournal19.com

Relevant Topic

UDC 631.1:631.459 (470.61): 633.1:412:1:001; 001.8

Biogeosystem Technique as a Base of the New World Water Strategy

Valery Kalinichenko

Institute of soil fertility of South Russia, Russian Federation
346493, Rostov region Persianovka, Krivoshlykov, 2
Doctor of Biology, Professor
E-mail: kalinitch@mail.ru

Abstract

The Earth now is in a state of human-induced uncertainty of geospheres, biosphere, climate change, degradation of water systems. Water has become a global deficit, is required a review of the world water policy. Irrigation consumes 95% of fresh water. Irrigation for thousands years is imitated the natural hydrological regime, although the natural hydrological regime is oriented on biological diversity of the biosphere, not to obtain the desired maximum output at the lowest amount of water. This is a systemic defect of currently accepted worldwide as a standard the gravitational simulative frontal continuum-isotropic irrigation paradigm. Using this paradigm we do not solve the problem of transformation of concentrated water flow into the moisture continuum in the soil, dispersed in the soil continuum in the area of plant roots in an amount necessary for plant nutrition with high quality soil solution. Copying natural hydrological regime the obsolete irrigation technologies causes an uncontrollable mass-transfer in the soil continuum and vadose zone, violation of geochemical barriers, degradation of soil and landscape. The crisis is due to the inability to control irrigation biogeosystems. An old irrigation paradigm gives the long-term negative result. Due to systemic irrigation defects in the world ecological humanitarian disasters occur. Modernization of irrigation has been slow and is aimed at partial improvement technology within the old paradigm. Water consumption of standard irrigation is of 5-15 times more than empirically assessed need of plant, in its turn, this calculated water demand is overestimated for 2-3 times concerning the biologically based need of plants for water. Excess water consumption is dangerous because the standard methods of hydrological forecasting now reviewing a fall. The problem of hydrological regime of pedosphere managing as the main component of the Irrigation paradigm and Water Strategy of the world has not yet been solved.

The synthesis requires of a new irrigation technology platform - delete the currently accepted range of irrigation thermodynamic potential of water from 0.0 to -0.03 MPa, providing a range of stomatal regulation of transpiration from -0.2 MPa to -0.5 MPa. For ecologically meaningful management of biosphere is proposed the biogeosystem technique. Within the framework of biogeosystem technique the new intra-soil pulse continuous-discrete irrigation paradigm is proposed, the configuration of artifacts for its implementation too. It provides a controlled dissipation of discrete water volumes inside the soil continuum. The new paradigm excludes irrigation mass-transfer, excessive soil moisture, evaporation, loss of water to the vadose zone, soil degradation, destruction of geochemical barriers. By providing the stomatal regulation of transpiration regime the demand for water for irrigation is less up to 10-30 times compared to standard irrigation. The new paradigm of

irrigation can be implemented on the basis of robotic systems that will save resources and energy for irrigation for 20-30 times. New intra-soil pulse continuous-discrete irrigation paradigm is the basis of a new world water strategy.

Keywords: biosphere; biogeosystem technique; water strategy; intra-soil pulse continuous-discrete irrigation paradigm.

Введение

Современное природопользование является имитационным. Оно опасно для биосферы, повышает природную и антропогенную неопределенность (uncertainty) геосфер и климата Земли [1-4]. Это свидетельствует о том, что человечеству не дано имитировать все многообразие Природы, и продолжать это делать впредь, во-первых, непродуктивно, во-вторых, опасно. Особенно сложной в мире является ситуация с пресной водой. В мире существует острый запрос на новую парадигму развития, но пока все ограничивается предложениями о частичной модернизации современной индустриальной технологической платформы [5-7]. Актуален запрос на новый вектор развития человечества в биосфере, преодоление современного технологического конфликта биосферы и человечества должно быть лейтмотивом мировой стратегии внедрения энергоэффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных (зеленых) технологий и производств. Важно обеспечить непротиворечивое встраивание человечества и его технологий в биосферу [8-12].

Сохранение ситуации перманентной ошибки многих десятилетий развития мира, когда главенство отдают не технологии, а экономическим и финансовым инструментам, губительно. Оно неприемлемо с точки зрения геоэтики [13]. Следует напомнить, что развитие определяется технологиями, а экономические и финансовые инструменты предназначены по определению только для обслуживания технологии, технологической платформы. Так было во все времена технологического развития человечества, а современная ситуация временно позволила распространиться противоположной иллюзии. Эта иллюзия мнимого процветания и привела мир к проблемам, из которых выбраться можно вовсе не какой-то частичной модернизацией индустриальной технологической платформы, большей осторожностью в обращении со старыми технологиями, а только осознав необходимость слома устаревшей индустриальной технологической платформы развития, агония которой может похоронить под собой современную цивилизацию.

Н Нами предложено научно-техническое направление «биогеосистемотехника» [12]. Трансцендентальные технические решения, не имеющие аналогов в природе, и базирующиеся на них технологии биогеосистемотехники дают принципиально новые возможности не просто воздействовать на природу с целью извлечения временных предпочтений для цивилизации, которые затем оборачиваются проблемами и катастрофами, а запускать в биосфере трансцендентальные долгосрочные благоприятные в экологическом и индустриальном отношении секвенции. Причем это секвенции, которые не имеют аналогов в природе. Биогеосистемотехника позволяет развивать технику и технологию на уровне технологической платформы ноосферы, дает дополнительную биологическую продукцию, позволяет экономить ресурсы, в том числе воду и энергию, получать дополнительное продовольствие и сырье, восстанавливать ресурсы биосферы, повышать качество экосистем, улучшать условия жизни на Земле.

Проблема пресной воды является важнейшей проблемой современности. До настоящего времени у человечества не было возможностей ее реального решения, поскольку имитационное природопользование, на которых базируются водохозяйственные технологии, порождает только все больше проблем, не давая ответов, как эти проблемы преодолевать. В числе проблем огромный сброс неочищенных и плохо очищенных вод в пресноводные и морские системы, снижения качества пресной воды, огромный расход воды на ирригацию, загрязнение и эвтрофирование водоемов, уменьшение количества рек, стремительное сокращение запасов пресной воды, и многие другие водные проблемы. Они, в силу того, что вода является агентом жизни, отражаются на всех сферах деятельности человечества самым негативным образом. Необходимы принципиально новые решения, как уменьшить затраты воды на производство продовольствия и сырья, как уменьшить огромные потери воды, которые имеют место при ирригации, как уменьшить неопределенность продовольственной, сырьевой, гидрологической, климатической

перспективы человечества. Необходима новая водная стратегия мира.

Материалы и методы **Биогеосистемотехника**

Биогеосистемотехника развивает философию техники [14, 15]. Отличие в том, что философия техники приветствует любые трансцендентальные и даже трансцендентные свершения человеческого разума, превознося их как демонстрацию недоступных другим живым существам возможностей преобразования мира. Но в современных условиях подобный восторг и самолюбование, от которого предупреждал еще Аристотель – недопустимая роскошь. Поэтому в биогеосистемотехнике фокус перенесен с собственно имитации, органопроекции, трансцендентных и трансцендентальных технических решений на трансцендентальное управление эволюцией геосферы. Для этого подходят далеко не любые свершения технического гения, которые могут обеспечить преобразование природы, а только те, в результате применения которых можно обеспечить управляемое контролируемое антропогенное возмущение биосферы с целью получения ее нового экологически безопасного устойчивого состояния, благоприятного для жизни расширенного и экономически выгодного развития технологии без ущерба длительной перспективе биосфере.

О ноосфере как предмете веры, но не науки, ведут речь многие. Биогеосистемотехника это метод синтеза новых технологий, новых биогеосистем, чтобы сделать поведение цивилизации в биосфере органичным и устойчивым, минимизировав экологический ущерб и ненужные мучения. Так ноосфера переходит из области веры в область воспроизводимого научного знания.

Исключается противостояние Человечества, Технологии, Биосферы. Достигается Гармонию Ноосферы, развитие наукоемкой техники и зеленой экономики, но самое важное – привлекательность для человечества жизни на Земле [16].

Обсуждение **Водная стратегия мира**

Современную водную стратегию мира отличает двойственность. С одной стороны, декларации о том, что пресная вода – глобальный дефицит. С другой стороны, применение расточительных технологий использования воды, неизменных тысячами лет.

В настоящее время уделяют большое внимание парниковому эффекту, парниковым газам как опасности для цивилизации. В связи с этим напомним, что самым опасным парниковым газом является водяной пар, вклад которого в парниковый эффект на Земле оценивают в 70%. Так что водная стратегия мира должна быть ориентирована не только на сбережение воды, но и на сокращение ее избыточно испарения в атмосферу.

Ведущим потребителем пресной воды на Земле является ирригация, до 95 %.

Причем если в США налажен учет воды, подаваемой для ирригации [17], то в мире в целом ситуация значительно хуже. В Индии, например, мониторинг подачи воды для орошения, учет засоленных почв вообще не ведут.

Аппетит ирригации можно обосновать благородной целью обеспечения земель продовольствием, но, коль скоро в ирригации за последние несколько тысяч лет ничего принципиально не изменилось, есть необходимость проанализировать возможности модернизации, изменения мировой водной стратегии в аспекте основного потребителя пресной воды – ирригации.

Гидрологический режим биосферы и парадигма ирригации

Вода является источником жизни на Земле, фактором эволюции почвенного покрова.

Источником воды на суше чаще всего являются атмосферные жидкие и твердые осадки, важный источник воды грунтовые воды, часть воды поступает в почву в форме сконденсированной парообразной влаги. Разнообразие биосферы суши Земли определяется пространственным варьированием гидрометеорологического, гидрологического, гидрогеологического режимов. Увлажнение почвенного континуума различается, формируются разные почвы. Плодородие почв прямо зависит от их увлажнения.

Большинство почв мира имеют недостаточное по норме и, особенно, распределению во времени увлажнение с точки зрения получения максимальной нормы биологического продукта в данных биоклиматических условиях. Потому управление водным режимом почвы вошло в практику цивилизации в виде ирригации, посредством которой имитируют природные гидрометеорологические, гидрологические, гидрогеологические процессы.

Имитация обуславливает копирование следствий гидрологического режима.

Важным свойством гидрометеорологических, гидрологических, гидрогеологических явлений на Земле является их масштабность, фронтальный характер.

Еще одним свойством является движение воды в виде обусловленных действием гравитации согласно градиенту уклона свободной водной поверхности или термодинамического потенциала стохастических распределенных по поверхности почвы и в пространстве континуума почв сосредоточенных потоков. Формируется индивидуальный гидрологический режим элемента почвенно-географического пространства – количество, способ поступления и перераспределения воды в виде потока, распределение воды между почвами и внутри почвы [18]. Потому увлажнение почвенного континуума дифференцировано, формируются разные почвы, их мощность лежит в пределах от 0.1 до 8 м, гидрологический режим суши разнообразен.

Единственным доступным природе способом снабжения водой почвы и биологических объектов внутри нее, растений, получающих воду из почвы, является просачивание воды. Вода может просачиваться в почву с поверхности, частично попадая внутрь почвы сквозь трещины, или поступать из грунтовых вод, просачиваясь в виде восходящего потока. Особенность процесса состоит в его фронтальном протекании соответственно природному масштабу потока воды к почве. Этот масштаб значительно больше в сравнении с мощностью почвы, потому в ареале распространения определенной почвы распределение воды в этом ареале можно полагать с известной долей приближения изотропным.

Имитация нисходящего фронтального гравитационного режима промачивания почвы обуславливает избыточное длительное переувлажнение почвенного континуума на уровне предельной полевой влагоемкости (ППВ), наименьшей влагоемкости (НВ), а часто – полной влагоемкости (ПВ).

Для передвижения воды внутрь почвы необходим градиент потенциала воды. Потому вода поступит в n -й слой почвы только после того, как увлажняется ее $n-1$ -й слой. В результате вода, с одной стороны, источник жизни почвы, но, с другой стороны, агрофизические свойства почвы во многом являются продуктом избыточного массопереноса, равновесия твердой и жидкой ее фаз [19]. Происходит гравитационное уплотнение почвы ввиду переупаковки частиц влажной почвы в гравитационном поле Земли. Поэтому агрофизические свойства орошаемой почвы существенно отличаются в худшую сторону от свойств исходных природных неорошаемых или находящихся в дождевой культуре земледелия почв, причем даже на уровне минералогической композиции [20, 21, 22].

Имеет место избыточный перенос воды и солей внутри почвенного континуума, перенос в зону аэрации, если полив ведут с поверхности почвы, или, наоборот, из зоны аэрации в почвенный континуум. Последний случай осложняется вероятностью засоления почвы от минерализованных грунтовых вод. Оба случая осложняются избыточной влажностью почвы и зоны аэрации, что обуславливает высокую влагопроводность почвы и грунта в зоне влагопереноса и, соответственно, высокую скорость обусловленного ирригацией неблагоприятного для почвы и ландшафта влагопереноса.

Действующая парадигма ирригации может быть охарактеризована как имитационная гравитационная фронтальная континуально-изотропная, ее применение дает долгосрочные отрицательные результаты [23].

Поэтому при обсуждении результатов использования этой парадигмы возникает даже мысль о перманентном дефекте гидрологического режима Земли. Но так устроена природа. Термин «дефект гидрологического режима Земли» мы применяем лишь только с той целью, чтобы показать, насколько действующие представления об ирригационном регулировании гидрологического режима суши не соответствуют природе этого явления.

Условно, системный дефект гидрологического режима биосферы можно рассматривать только с точки зрения причин отрицательных результатов применения действующей

имитационной гравитационной фронтальной континуально изотропной концепции ирригации. Системная особенность, никак не дефект, гидрологического режима биосферы состоит в совмещении фазы подачи воды к почве в виде в той или иной степени сконцентрированного водного потока с фазой его растекания, точнее, диссипации воды внутри почвы. Совмещение двух процессов в природе идет случайным образом, потому пространственная картина гидрологического режима в масштабе территории, ландшафта, ареала почвы всегда несет элемент неопределенности. Неопределенность проявляется в неравномерности увлажнения почв, большей или меньшей степени латерального и вертикального перераспределения потоков воды в почвенном континууме, зоне аэрации, гидрогеологической системе.

Потому фронтальная непрерывная подача воды в почву, которую с успехом использует Природа для решения своих задач, в принципе не соответствует ирригационной задаче управляемого режима равномерного распределения воды между элементами дисперсной системы почвы для минимально необходимого питания растений водой, точнее – почвенным раствором. Природа формирует гидрологический режим для решения задачи биологического разнообразия биосферы. Ей нет необходимости решать задачу равномерного минимально необходимого распределения воды по территории, в почве, оптимального питания растений, сохранения почвы.

Потому артефакты человечества, предназначенные для управления потоками воды в почве, не могут и не должны имитировать природу. Имитируя, получаем противоположный искомому результат. Ведь стоящая перед ирригацией проблема распределения воды и доставки ее внутрь почвы не в виде потока, а в строго контролируемых потребностью биоты и культурных растений количествах, и лучше – в состоянии капиллярной и парообразной воды Природой никогда не решалась, задача такого рода ей чужда.

Состояние ирригация в мире

Имитация решений природы в области регулирования гидрологического режима биосферы методами современной ирригации не дает решения проблем человечества, более того, приводит к катастрофам [24-27].

Отрицательный результат ирригации в исторической ретроспекции обусловлен тем, что в рамках ее действующей парадигмы непреодолимы: нарушение гидрологического и гидрогеологического режима ландшафта, избыточное выщелачивание вещества из почвы, ирригационное переувлажнение и засоление почв, гравитационно-гидродинамическая флотация твердой фазы почвы, гравитационное водное переуплотнение, прирост геохимического охвата ландшафта и другие явления. Результаты применения имитации увлажнения почв в целях повышения их продуктивности путем ирригации в настоящее время абсолютно неприемлемы [28, 29]. Применяемые для осуществления ирригации технические решения являются артефактами, несущими в себе трансцендентальную сущность, некоторые из них – даже трансцендентные свершения. Только если бы не одно обстоятельство – большинство из них опасно применять. В арсенале имитационной истории ирригации кроме артефактов числятся несколько падших цивилизаций. Люди не вправе извлечь долгосрочные материальные преимущества, просто повторив природу. Она не терпит примитивного подхода. Но по-прежнему расходование пресной воды при ирригации расточительное – в 5–15 раз больше эмпирически назначенной ирригаторами потребности растений в воде [30-32]. Расход воды на ирригацию составляет от 5360 м³/га в год в экономном Израиле [33, 34], в США достигает 19000 м³/га в год [35], в Индии в среднем 10000 м³/га в год [36], в Египте 1775 м³/га [37], в Китае расход воды на орошение составляет в среднем 13100 м³/га в год до 42400 м³/га [38] (по другим данным 25300 м³/га [39]), причем без учета культуры риса.

Сама расчетная эмпирическая потребность растений завышена. Хлопок, который является ксерофитным растением (!), по всему миру заливают так, орошаемые земли представляют собой болото, в котором уже исчезла Амударья. Аналогичная ситуация в бассейнах Колорадо, Сакраменто, Рио-Гранде, сток которой США забирают себе в ущерб Мексике. Все сопровождается деградацией земель.

Появление болот на месте пустынь в результате орошения – это не частный случай, а универсальное правило, следствие дефекта современной парадигмы ирригации.

К сожалению, неблагоприятный исход устаревшей и плохо увязанной со свойствами почвы и воды практики ирригации закономерен.

Покажем это на трех примерах.

Полив дождеванием до настоящего времени модернизируют и пытаются предъявить как современный. В действительности этот способ обладает всем набором недостатков известных старого поверхностного способа полива, а также и дополнительными собственными недостатками [40]. Типовыми недостатками дождевания являются: неравномерность полива, поскольку интенсивность искусственного дождя высокая, водопроницаемость почв низкая, и в процессе полива скоро наступает стадия гравитационного перераспределения потоков воды по поверхности почвы, латеральных и вертикальных потоков внутри почвы; разрушается структура почвы под ударами капель искусственного дождя, идет переупаковка структуры почвы.

Специфические недостатки дождевания:

- ✓ испарение воды из поливной струи;
- ✓ неравномерность увлажнения, поскольку на распределение искусственного дождя влияет ветер,
 - ✓ внезапный дождь на растения, которые не подготовлены к его выпадению, поскольку не произошла физиологическая перестройка, как это бывает перед естественным дождем в силу колебания атмосферного давления;
 - ✓ солнечные ожоги листьев от линз воды на листовой поверхности;
 - ✓ уничтожение цветков;
 - ✓ развитие болезней и вредителей.

Наиболее «эффектно» недостатки полива дождеванием проявляются на примере дождевальной машины «Нентун». Это техническое решение не просто артефакт, это трансцендентное свершение.

Ее испытывали в СССР [41]. В этой машине трансцендентным было все.

Расстояние между открытыми распределительными каналами 400 м, вместо обычных 50–100 м.

Шасси на гусеничном ходу массой порядка 40 т, обычно 4–5 т.

Для привода циклопического насоса был применен турбореактивный двигатель РД-45 (копия Rolls-Royce Nene II) от самолета МиГ-15 мощностью 6500 л.с., вместо стандартного тракторного четырехцилиндрового дизеля 65 л.с.

Но, при всех запредельных технических характеристиках, это была предсказанная И. Кантом трансцендентная химера.

Система «Нептун» буквально уничтожала растительность сосредоточенной струей воды, падающей с высоты 250 м. Из этой струи даже при относительно небольшом ветре в сухой атмосферный воздух степи испарялось до 80–90 % воды искусственного дождя.

Величественный как музейный экземпляр возможностей человеческого разума, этот артефакт, тем не менее, оказался опасным и вредным при использовании по прямому назначению.

Несостоятельность действующей парадигмы ирригации можно показать на примере капельного способа полива, который опрометчиво полагают современным (рис. 1) [42].

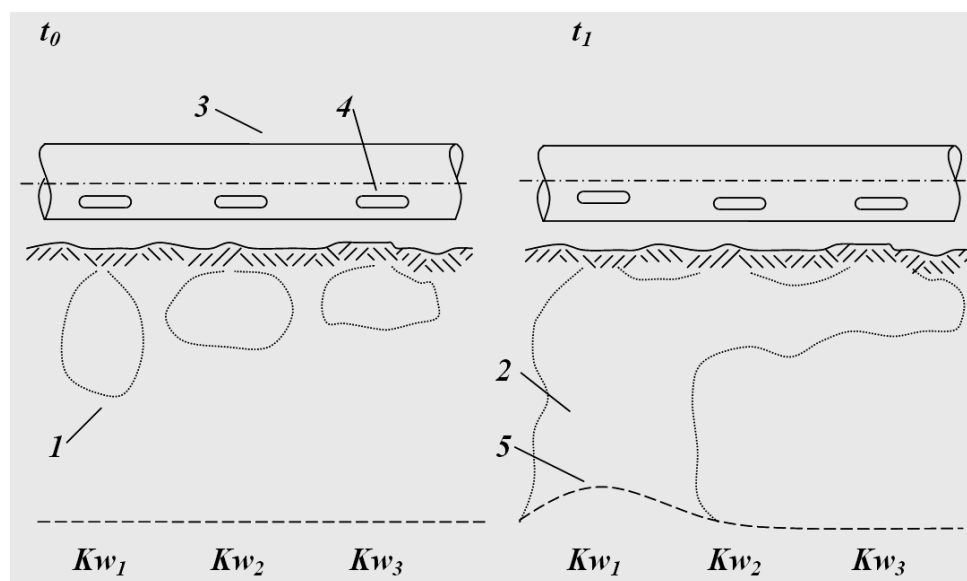


Рис. 1. Капельный способ полива

1 – контур увлажнения, 2 – предпочтительный поток воды, 3 – поливная трубка, 4 – перфорация, 5 – уровень грунтовых вод

Вода поступает на почву из поливной трубки 3 сквозь перфорацию (капельницы) 4. В начале полива в момент t_0 в почве образуются изолированные контуры увлажнения 1. На поверхности почвы имеется только пятно увлажнения. Стеkanie воды вглубь почвы идет при потенциале воды от $-0,0$ до $-0,1$ МПа. Интенсивность стекания воды внутрь почвы варьирует в пространстве ввиду пространственной неоднородности коэффициента влагопроводности почвы Kw (например, $Kw_1 \gg Kw_2 > Kw_3$) вдоль поливного трубопровода.

Затем вода достигает уплотненного иллювиального горизонта почвы и латерально перераспределяется по нему согласно градиенту поверхности, а также ввиду неконтролируемой дифференциации расхода воды сквозь перфорацию трубок ввиду различия гидравлических характеристик индивидуальных отверстий, их стохастической седиментации, латеральной анизотропии почвы. В процессе непрерывного полива вода растекается в почве, отдельные контуры гравитационного увлажнения 1 смыкаются в латеральном направлении. В момент времени t_1 наступает стадия транзитной потери части оросительной воды, образуются неуправляемые предпочтительные потоки воды, возникает деформированный контур увлажнения 2, происходит общий и локальный подъем уровня грунтовых вод 5.

Играет роль гидравлический градиент в трубке для полива 3, чем он больше, тем больше расход капельницы в позиции максимального гидравлического напора в трубке, и наоборот. Поскольку подача воды (производительность) отдельных капельниц может отличаться в разы, то это лишь частично компенсируется путем латерального перераспределения воды внутри почвы. По этим технологическим и гидравлическим причинам приходится завышать подачу воды в капельную линию, иначе часть растений останется без воды. Общая картина неравномерного потока воды в почву, его перераспределение в дисперсной системе почвенного континуума приводит к тому, что избыток воды уходит в виде предпочтительных потоков в зону аэрации и ландшафт. При капельном поливе рекомендуют поддерживать влажность почвы, близкую к НВ и немного ниже, потенциал воды от $-0,02$ до $-0,05$ МПа. Ввиду высокой влажности почвы, из нее идет достаточно интенсивное физическое испарение воды. В свою очередь растения стремятся откачать излишнюю воду путем транспирации – известно, что их устьичный аппарат полностью открыт в диапазоне давления влаги в почве от $-0,0$ МПа до $-0,3$ МПа. Имеет место максимально возможная (потенциальная) транспирация. Расход воды до $12\ 000\ \text{м}^3/\text{га}$ является избыточным [43, 44]. Почва излишне увлажняется и уплотняется.

При капельном поливе огромное количество трубок на поверхности почвы представляет собой проблему. Они являются препятствием перемещению техники, повреждаются техникой, насекомыми, грызунами. Поэтому применяют вариант внутрипочвенного капельного полива – помещают капельные линии под поверхность почвы (рис. 2) [45].



Рис. 2. Капельный внутрипочвенный полив

С точки зрения увлажнения почв это вариант наземного капельного полива, имеющий те же недостатки, что и при наземном расположении трубок (рис. 3).

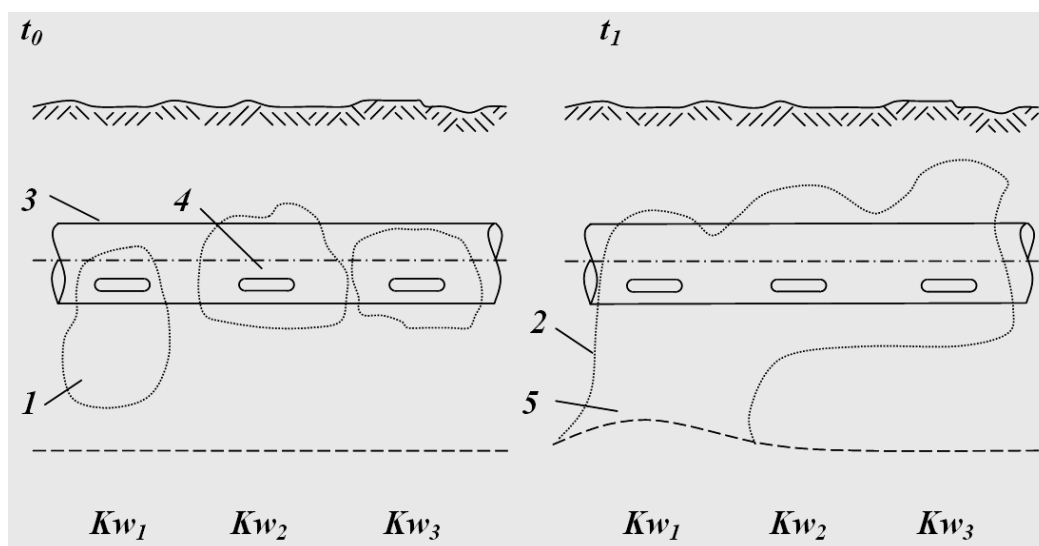


Рис. 3. Схема увлажнения почвы при способе внутрипочвенного орошения
1, 2 – контур увлажнения; 3 – увлажнитель; 4 – перфорация; 5 –уровень грунтовых вод

Имеются дополнительные недостатки. Вышедшие из строя капельные линии или участки трубы можно идентифицировать и заменить, но только если они расположены на поверхности почвы, и нельзя – если они под поверхностью почвы. Демонтаж расположенной внутри почвы системы полива после исчерпания ее ресурса представляет собой проблему. Способ подпочвенного полива был разработан и успешно испытан в СССР в 1950–1960-х годах [46, 47].

Следует еще раз отметить, что высокая тотальная влажность почвы при стандартной

парадигме ирригации приводит к переупаковке структурных отдельностей, формированию новой неблагоприятной структуры почвы [48, 49]. Это в свою очередь вынуждает в процессе ирригации поддерживать высокую влажность почвы. Если влажность понизится, то почва становится столь твердой, что корневая система растений не может в ней развиваться.

Известно, что агротехника, в том числе ирригация, является стимулятором развития корневой системы растений [50]. Избыточная биологическая продукция из почвы поступает в ландшафт, в водные системы и затем превращается в сероводород, метан, другие углеводороды, далее – в углекислый газ, причем формируется парниковый газ и расходуется кислород атмосферы [51]. Это опасно с климатической точки зрения.

Удивительно, но на таком фоне продолжают звучать высказывания о приоритете экономических методов в ирригации [52]. Очевидно противоречие старой экономики и экологии.

Результаты

Модернизация ирригации

Проблема избыточного полива при ирригации давно стала предметом общественного и научного обсуждения. Опасность старой парадигмы ирригации для почв и ландшафтов была показана на примере Алхан-Чуртской долины еще в 1920-х годах [53]. Это нашло подтверждение в исследованиях академика И.А. Шарова с сотрудниками в конце 1950-х годов в Средней Азии [54].

Следует опираться на выдающийся вклад в решение проблем ирригации, который внес всемирно известный советский почвовед В.А. Ковда – он впервые заявил об избыточном поливе почв [55]. После этого стали изучать возможности сокращения оросительных и поливных норм. Увы, кардинальных решений не состоялось. Однако в мире признают, что модернизация ирригации идет медленнее, чем следует ожидать, указывают на недостаточность и необходимость координации межгосударственных усилий [56].

Одной из попыток модернизации парадигмы ирригации является экономия воды, но не путем сокращения ее расхода, а посредством возврата в ирригационный цикл. Это называют «полезное повторное использование» – Beneficial Reuse. Многие исследователи смирились с тем, что в распоряжении цивилизации нет эффективного инструмента управления диссипацией воды в почве, они полагают потери воды и вещества из почвы неизбежными (рис. 4) [7].

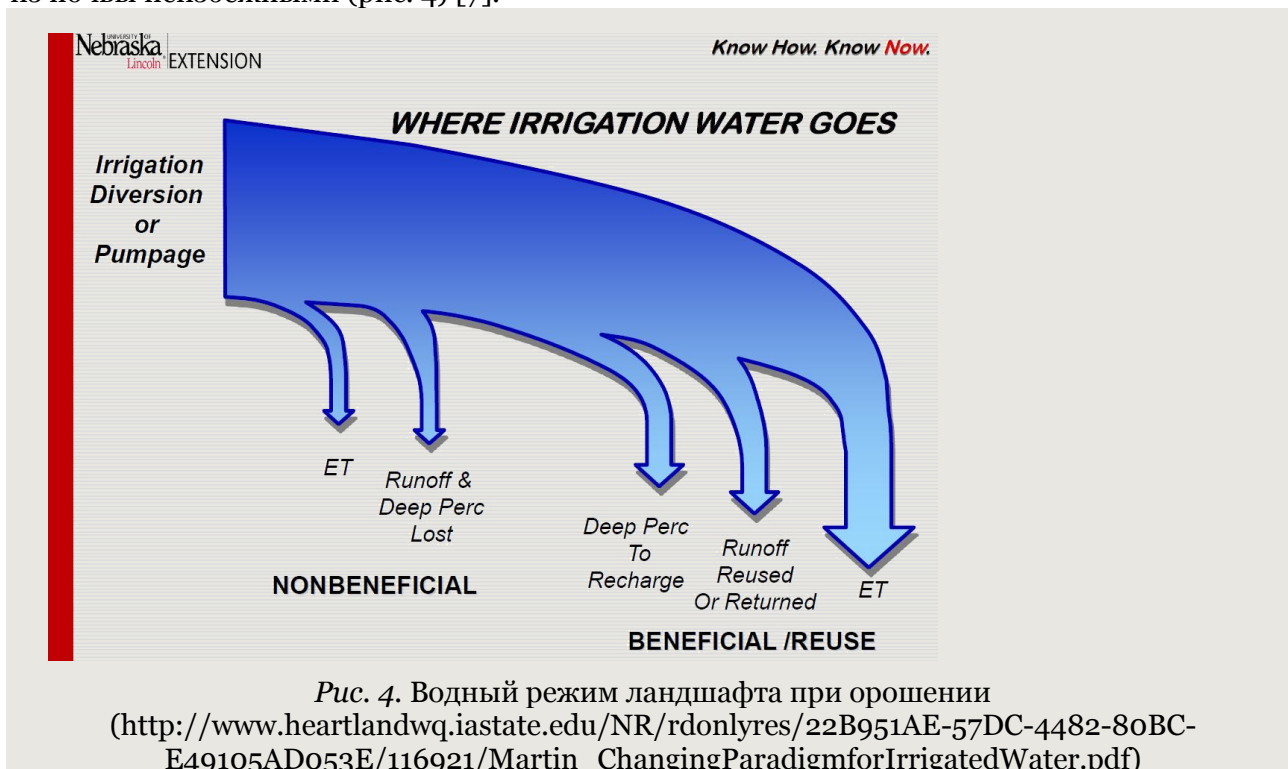


Рис. 4. Водный режим ландшафта при орошении

(http://www.heartlandwq.iastate.edu/NR/rdonlyres/22B951AE-57DC-4482-80BC-E49105AD053E/116921/Martin_ChangingParadigmforIrrigatedWater.pdf)

Подход совершенно неприемлем. Некоторые составляющие его опасности следующие:

1. Пресная вода, прошедшая сквозь почву, зону аэрации, геологические отложения принципиально отличается от исходной по своим свойствам, причем в худшую сторону. Как с точки зрения качества почв, так и с позиции требований к воде со стороны растений.
2. Пресная вода, проходя сквозь почву, выщелачивает и вымывает питательные вещества, химические и литологические элементы, составляющие основу структуры почвы и питательного режима растений.
3. Происходит интенсивная гравитационно-ирригационная переупаковка агрегатной, более того, гранулометрической композиции почвы, она теряет структуру и становится не почвой, а субстратом, который уже нельзя использовать для выращивания растений, кроме как поддерживая его в состоянии высокой влажности.
4. Минеральное и органическое вещество необратимо теряется из почвы и из биосферы (Nonbeneficial – бесполезная потеря).

Ослабить фронтальные последствия действующей парадигмы ирригации на прошлом низком уровне техники позволяла гидроциклическая ирригация – чередование ирригационного и богарного режимов использования участков земель в пределах оросительной системы [57-59].

Еще один вариант преодоления кризиса ирригации – переработка экономических нормативов мелиорации, которую предпринимала РАСХН [60-62], но частичная модернизация ирригации в рамках устаревшей парадигмы неработоспособна.

Имеется удручающий своей безысходностью вариант. Его предлагает фонд Аральского моря (Aral Sea Foundation) – вместо ирригации разводить саксаул [63].

Неопределенность гидрологического режима суши Земли

Избыточное расходование пресной воды опасно ввиду неопределенности ее режима на Земле. До настоящего времени нет надежной глобальной модели влажности почв [64].

Имеется неопределенность в оценке поверхностного стока для орошения. Потому не следует ориентироваться на значительный приток воды для орошения [65, 66].

Более того, в последнее время идет речь о том, что стандартные методы гидрологического прогноза, разработанные в прошлом для не нарушенных антропогенной деятельностью водосборов, сейчас дают завышенные оценки водности территорий Земли. Полагают, что оценки наличия и, особенно, перспективы пресной воды на Земле следует пересмотреть в сторону понижения. Полагают, что для оценки закономерностей поверхностного стока в Средней Азии были в свое время применены излишне оптимистические модели [65, 67]. Это соответствует современному тренду поиска новых климатических, в том числе, атмосферных, гидрологических закономерностей. В материалах Генеральной Ассамблеи Европейского географического союза за 2014 год в Вене (EGU General Assembly 2014, Vienna) только в названиях докладов слово «неопределенность» – uncertainty применено более 100 раз!

Проблема неопределенности гидрологического режима актуальна даже для благополучных, на первый взгляд, территорий центральной России. За последние 200 лет длина и густота речной сети на всей территории Среднерусского Белогорья сократилась вдвое [68, 69].

Кризис ирригации

Современная ирригация не в состоянии решить проблему рационального увлажнения почв. Невозможно регулирование гидрологического режима ландшафта так чтобы получить плавно перестраиваемый диапазон обеспеченности водой, или хотя бы несколько устойчивых промежуточных состояний. Система имеет только два устойчивых состояния: пустыня – болото. Пустыня после введения стандартной ирригации как триггер опрокидывается в противоположное состояние, причем необратимо. Нет возможности получить управляемую прямую и, тем более, обратную секвенцию состояний системы.

Почва избыточно увлажняется, уплотняется и эвтрофируется.

Кроме неудовлетворительных гидрологических, педологических, гидрогеологических, геохимических, ландшафтных последствий, современная ирригация связана с огромными затратами средств. Это и собственно ирригационные устройства, и системы подачи воды, производительность которых, во много раз больше, чем это нужно в действительности. Стандартная ирригация в большинстве случаев обуславливает необходимость дренирования орошаемых земель, чтобы удалить избыток воды и солей – результат разрушения геохимических барьеров. Стоимость дренажа в несколько раз больше, чем собственно ирригационного оборудования.

Отметим, что аналогичная не вполне адекватная задаче полного и высокопроизводительно с точки зрения биологической продукции ситуация с обусловленным природным гидрологическим режимом расточительным расходом воды имеет место также и в сфере дождевого земледелия. Вода поступает в почву после атмосферных осадков в избыточном с точки зрения достаточности для развития растений количестве, угнетает растения и биоту, дождевые черви даже вылезают на поверхность почвы в поисках воздуха. Почва избыточно увлажнена с точки зрения оптимума биологической продуктивности растений, идет избыточная транспирация, почва избыточно уплотняется. Вода испаряется с поверхности и из избыточно увлажненного верхнего слоя почвы, стекает вниз за пределы почвы в виде преференсных потоков, обусловленных латеральной анизотропностью почвы. После переувлажнения высушивание почвы приводит к особенно значительной деформации почвенной массы [70, 71].

Сложность управления гидрологическим режимом суши Земли велика. Известно, что утренняя конденсация воды в почве из атмосферы – важный фактор снабжения растений водой в условиях низкой нормы атмосферных осадков. Потому в пустыне, где с точки зрения высокой нормы биологической продукции инсоляция наилучшая на Земле, но ввиду невозможности реализовать там чрезвычайно затратную в отношении материала, энергии, воды ирригацию, от безысходности, пока вынуждены пользоваться не ирригацией, а системами, увеличивающими сбор росы [72]. Естественно, эти системы малоэффективны и демонстрируют только наличие воли (что важно!) управлять биологическим процессом в этих сложных, но перспективных с точки зрения стабилизации биосферы объектах суши [73].

Закат индустриальной технологической платформы

Поиск новых технологий, в том числе в сфере ирригации – дилемма всего мира. С одной стороны, в наше время никто не рискнет прослыть ретроградом, открыто заявляя о своей приверженности старым технологиям. С другой стороны, при этом большинство производителей техники стараются, применив косметические меры, изобразить фигуру поборника новизны. В рамках индустриальной технологической платформы это позволяет экономить ресурсы. Такого рода подход – следствие сложившейся парадигмы индустриального общества потребления, где устаревшие технологии спрятаны за фасадом экономики и финансов, которыми легче манипулировать, чем создавать принципиально новые технологии [74]. Вместо устранения принципиальных препятствий для развития, применяют декоративные атрибуты [75]. Особо изворотливые компании ухитряются даже извлечь из этого прибыль – снабжают свою продукцию лейблом «Корпоративная социальная ответственность», и продукция лучше продается.

Пример PR-хода производителей ирригационных устройств для дождевания – попытка уменьшить физическое испарение из струи искусственного дождя. Оно при относительной влажности атмосферы 20–30 % и скорости ветра 10–15 м/сек может достигать 80%. В последних моделях дождевальной техники дождевальные аппараты размещают так, чтобы они находились у поверхности почвы между рядами растений. Применяют дождевальные аппараты нисходящего рефлекторно действия, что позволяет снизить гидравлический напор на дождевальном аппарате и этим сократить затраты энергии на проведение полива. Попытка не выдерживает критики, поскольку новое (якобы!) техническое решение нарушает один из краеугольных принципов дождевания – обуславливает повышение мгновенной интенсивности искусственного дождя, выпадающего на почву. В итоге есть сокращение потерь воды на испарение из поливной струи, но усиливается разрушение поверхности почвы. К слову, такого рода технические решения были, опять же, разработаны в СССР 50 лет назад для усовершенствования дождевальной машины ДДА-100.

Мало того, применяют вообще бессмысленные решения, как искусственные дожди в пустыне, получаемые за счет искусственной ионизации воздуха с помощью наземных пространственных систем формирования электрических разрядов в атмосфере. Такие заказы ухитряются получать от нефтяных шейхов. Дожди идет, и сразу уходят в песок, поскольку не решена задача распределения воды из состояния потока в состояние континуума внутри дисперсной системы почвы. Вслед уходят нефтедоллары шейхов, в мире усиливается инфляция. Вызвать дождь, и этим получить в пустыне или зоне недостаточного увлажнения дополнительную воду – это малая часть дела.

Продвижение новой технологической платформы

Экономика и финансы – это только способ обслуживания технологической платформы, а не ее лицо. Если применить принципиально новую технологическую платформу, то обслуживающие ее экономика и финансы тоже станут принципиально иными [76, 77]. Это позволит реально решить проблему декаплинга, которая сейчас в индустриальной парадигме развития заявлена, но не разрешима – существенно сократить затраты на реализацию технологии.

Важнейшая проблема – продвижение новой технологической платформы.

Практически параллельно работы по проблеме капельного полива в 1960-х годах параллельно вели СССР и Израиль, причем характерно, что и в Израиле эту перспективную деятельность осуществлял уроженец Российской Империи (точнее, выходец из Польши, в то время – части Российской Империи). Результаты были примерно одинаковые – это определяет выбранный принцип действия новой технологии. Но работы, которые выполнил в советской Персиановке О.Е. Ясонида, объявили неперспективными [78]. То же самое сделал С. Бласс (Simcha Blass), но сделал в Израиле, и капельный полив успешно стал распространяться по всему миру. Это пример того, сколь значима интуиция при принятии решения, сколь важна восприимчивость к новому знанию и технологии для успешного не сырьевого развития страны.

Следует особо подчеркнуть, что деятельность С. Бласса стремятся не просто пропагандировать как национальное достижение, но даже разработали для этого мифологему о волшебном крестьянине, который в 1930-х годах показал С. Блассу удивительное дерево, которое хорошо росло у трещины в водопроводной трубе [79].

Проблематика ирригации

Решение задач дополнительного питания водой ландшафта, грунтовых вод в результате ирригации, а также сопряженных проблем деградации почв, разрушения геохимических барьеров, неопределенности атмосферных и гидрологических явлений, климата Земли, безусловно, увлекательное и важное занятие. Ввиду сильнейшей трансформации в результате ирригации водного и сопряженных с ним режимов как факторов почвообразования приходится вести речь об изменении вектора эволюции почв, и даже о формировании новых антропогенных типов почв. На эту тему имеется много интересных исследований, красивых теорий, математических моделей [80, 81]. Эти модели важны для понимания природы и прогноза поведения воды в почве, ландшафте и на Земле.

Но заметим, что задача такой широты не ставилась при формулировании проблематики ирригации. Проблематика ирригации только в том, чтобы обеспечить растение минимальным дополнительным количеством воды, чтобы получить максимальный уровень биологической продукции, который, в свою очередь, позволит извлечь максимальную норму товарного продукта. При этом почва будет сохранена и улучшена. Вода будет возвращена в атмосферу только путем транспирации. Геохимические барьеры в ландшафте будут стабильны. Не будет избыточного расходования вещества из почвы. Будет обеспечен возврат надлежащего вещества в почву. Не будет переноса неблагоприятных веществ из ландшафта в почву. Будет обеспечено удаление из почвы неблагоприятных веществ.

Проблема управления гидрологическим режимом педосферы как основная составляющая парадигмы ирригации и водной стратегии мира до настоящего времени не была решена [11].

Термодинамика влаги в почве

Поведение воды в почве следует рассматривать с точки зрения термодинамики [82]. Почва при применении стандартной парадигмы ирригации избыточно увлажнена (рис. 5).

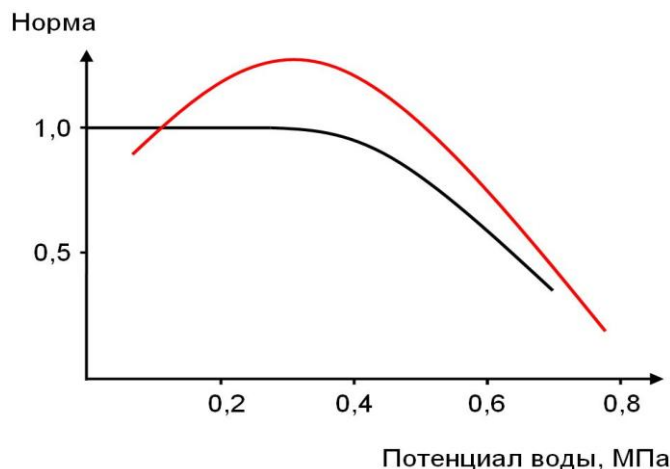


Рис. 5. Относительная транспирация и биологическая продуктивность в зависимости от термодинамического потенциала воды в почве.

Черная линия – относительная транспирация, T/T_0 (T – актуальная транспирация, T_0 – потенциальная транспирация растения), красная линия – относительная биологическая продуктивность

В диапазоне термодинамического потенциала воды от ПВ 0,0 до НВ -0,03 МПа и ниже вплоть до -0,1 МПа доступность почвенного раствора растениям высокая. Имеет место высокий темп нарастания биомассы. Когда потенциал воды становится ниже, доступность воды корневой системе растения становится немного меньше чем на предыдущем этапе, но зато существенно повышается концентрация почвенного раствора. Растение забирает почвенный раствор из мелких капилляров и толстых пленок воды на поверхности структурных отдельностей почвы. Расход воды идет экономно в силу того, что при потенциале воды в почве ниже -0,2 МПа устьичный аппарат растения функционирует в режиме регулируемого открытия, сокращая расход воды до уровня ниже потенциальной транспирации. В условиях меньшей по сравнению с НВ влажности выше аэрация, активизируется биота почвы, улучшается переработка вещества почвы в элементы питания растения. Темп прироста биомассы выше, чем на предыдущем этапе. Очевидно, что расчетная эмпирическая потребность растений в оросительной воде, которая в действующей парадигме ирригации ориентирована на высокую влажность почвы, завышена. Очевидно, что при управляемом органогенезе растения для формирования биомассы может быть вполне достаточно меньшего количества воды, чем было принято полагать до настоящего времени. Поэтому с точки зрения оптимума биологической продуктивности растений диапазон потенциала воды в почве должен составлять от -0,2 МПа до -0,5 МПа.

Но такое состояние воды в почве непосредственно после полива современные способы полива не могут обеспечить.

Синтез новой парадигмы ирригации для ноосферы

В порядке синтеза новой водной стратегии мира выполнен эвристический трансцендентальный поиск новой парадигмы ирригации [12, 83]. Синтезированы артефакты для ее реализации.

Решение направлено на то, чтобы исключить неуправляемые потоки воды в почвенном континууме, решить задачу распределения воды и доставки ее внутрь почвы в строго контролируемых потребностью биоты и культурных растений микрообъемах в состоянии капиллярной и парообразной воды.

Предложена внутрипочвенная импульсная континуально-дискретная парадигма ирригации (рис. 6) [84].

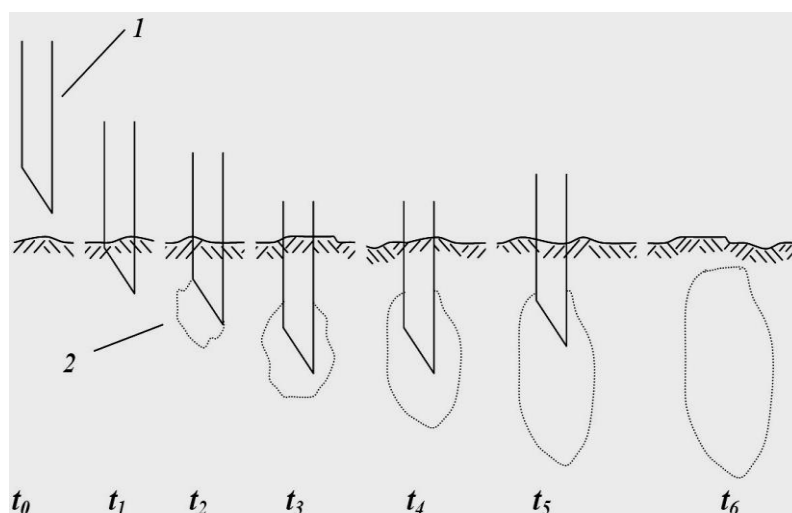


Рис. 6. Внутрипочвенный импульсный континуально-дискретный способ полива
1 – шприцевой элемент, 2 – контур увлажнения

Воду впрыскивают в почву и при этом распределяют дозированно в цилиндре первичного увлажнения в процессе перемещения шприца по вертикали. Вода распределяется в цилиндре первичного увлажнения в течение 3–10 мин без разрушения структуры почвы путем капиллярного и капиллярно-пленочного переноса, частично – путем перегонки пара до потенциала $-0,2$ МПа. Процесс идет до формирования на наружной поверхности цилиндра увлажнения (следующая стадия после формирования цилиндра первичного увлажнения) потенциала воды, соответствующего влажности разрыва капиллярной связи. В этом состоянии перенос воды происходит в виде пара, поэтому идет медленно. Вода, поступившая в почву при инъекции, как бы, закупорена в цилиндре увлажнения. Ввиду краткосрочности и щадящего режима процесса гидродинамического воздействия воды на почву в процессе первичной диссипации в цилиндре увлажнения механические связи в почве не разрушаются до состояния гранулометрической композиции полностью, и достаточно легко восстанавливаются ввиду сохранения и действия механизмов структурной памяти почвы. Остальная сухая почва почвенного континуума, не подвергшаяся увлажнению, образует прочный механический каркас. Это со своей стороны обеспечивает восстановление структуры почвы в цилиндре увлажнения, поскольку нет общего оседания почвы. Нет переувлажнения, нет уплотнения почвы, не подавляется биота почвы. Растения питаются качественным концентрированным почвенным раствором, а не откачивают избыточную воду как при обычном поливе. Оптимизация доставки воды растениям методами биogeосистемотехники посредством внутрипочвенного импульсного континуально-дискретного полива обеспечивает экономию пресной воды – глобального дефицита. Расход воды на ирригацию меньше чем обычно в 5–20 раз. Экономия энергии и ресурсов – 10–30 раз. Геохимические барьеры в почве, почвообразующей породе и ландшафте стабильны. Не нужен дорогостоящий дренаж. Поскольку дополнительная подача воды небольшая, нет опасности накопления в почве легкорастворимых солей, содержащихся в оросительной воде. Не нужно вообще много копать, а потом чистить каналы – бессмысленно тратить ресурсы на устаревшие технологии ирригации.

Это позволяет вести речь о принципиально новой мировой водной стратегии, в том числе новых возможностях опреснения воды в целях обеспечения экономных потребностей ирригации, специализированных системах опреснения.

Техническое решение биogeосистемотехники для ирригации предусматривает полный контроль воды от состояния потока до капиллярно-пленочного и парообразного резервуара влаги, доставленного к отдельному корневому волоску. Исключены потери воды и неблагоприятные результаты ее неконтролируемого воздействия на ландшафт, почву, содержащиеся в них ингредиенты, растений, что вне надлежащего контроля сопряжено с

опасностью для геосфер ввиду того, что вода является самым сильным растворителем и ведущим агентом переноса вещества на Земле.

Механизм доставки воды к шприцу, подающему воду почву - это отдельная тема, как и сам алгоритм индивидуального цикла подачи воды, который тоже непрост. Настоящее сообщение построено только с точки зрения процесса, протекающего в почве.

Внутрипочвенная импульсная континуально-дискретная система внесения вещества в жидком виде является продолжением системы полива. Она позволяет удобрять почву, обеспечивать экологическую и ветеринарную и медицинскую санитарную безопасность утилизации внутри почвы любых веществ с биологическим эффектом повышения плодородия и увлажнением, прекратить загрязнение наземных и водных систем.

Создание принципиально новых дисперсных структур внутри почвы позволяет получить новые результаты:

Внутрипочвенный импульсный континуально-дискретный полив, внутрипочвенная импульсная континуально-дискретная система внесения вещества применяются на фоне внутрипочвенной фрезерной обработки почвы. Это обеспечивает устойчивость благоприятной эволюции почвы и высокую биологическую продуктивность.

Внутрипочвенная импульсная континуально-дискретная система внесения вещества в жидком виде является продолжением системы полива. Она позволяет удобрять почву и утилизировать в ней любые вещества с биологическим эффектом повышения плодородия и увлажнением, прекратить сброс отходов, загрязнение наземных и водных систем.

На основе континуально-дискретного подхода к управлению вещественным составом педосферы биогеосистемотехника позволяет решать задачу селективного извлечения и удаления из почвы нежелательных химических элементов и их дальнейшего применения в других технологиях [85].

Биогеосистемотехника дает беспрецедентный уровень встраивания технических решений в биосферу. Важнейшее обстоятельство в том, что все эти решения могут быть реализованы на уровне робототехники. Новая парадигма ирригации обеспечивает развитие механотроники, робототехники, материаловедения, информационных технологий позиционирования объектов.

Это является составляющей новой индустриализации.

Ввиду специфики финансирования научно-технического процесса, вести речь об экономической эффективности предлагаемых нами новых устройств сейчас преждевременно, поскольку их еще предстоит создать. Об этом специально указано в настоящей статье, когда обсуждалась интуиция при принятии решений о развитии, в частности, осмысленность финансирования инновационного процесса. Но с точки зрения биологической и экономической эффективности результаты старой ирригации свидетельствуют, что отказ от нее дает очевидный эффект сохранения воды, почвы, биосферы. Об этом свидетельствует новейшая история развития микроэлектроники, робототехники, на базе которых только сейчас стала возможна биогеосистемотехника. Совсем недавно компьютер занимал этаж здания – теперь меньше. Термин "биогеосистемотехника" частью заимствован из электронной системотехники. Там за счет создания новых систем на основе новых технических решений получилось добиться качественно нового результата по сравнению с радиолампами. Такого рода подход мы пытаемся развивать в биосфере. Цивилизации появлялись и расцветали благодаря ирригации, но потом из-за нее же и гибли. Сейчас гибель идет быстрее, поскольку ранее использовались подходящие для старой ирригации земли в относительно малых масштабах. Сейчас – неподходящие земли, и в больших масштабах. К примеру, Средняя Азия занималась ирригацией сотни лет, но с развитием индустриального подхода и увеличением масштабов преобразований получили катастрофу. Ирригация нужна, но только так, чтобы не приносить вреда. К этому мы стремимся, предлагая методы биогеосистемотехники. На Земле слишком мало территорий, где растительность может развиваться естественным путем, и при этом формировать значимую в хозяйственном отношении норму биомассы. Предлагаемые решения являются дискуссионными, на дискуссию специально ориентирована статья.

В связи с возможностью экономии воды, которые дает новая парадигма ирригации, следует отметить, что на Земле основным парниковым газом является водяной пар, его

воздействие на тепловой баланс Земли больше, чем углекислого газа в 3–4 раза, чем метана – в 8–10 раз [86, 87]. Импульсная внутрипочвенная континуально-дискретная парадигма ирригации позволяет всерьез вести речь о секвестре водяного пара. Уменьшая количество воды на создание единицы биологической продукции можно уменьшить массу водяного пара, поступающего в атмосферу Земли в результате хозяйственной деятельности человека. Кроме того, циркуляцию водяного пара можно обеспечить в ранее недоступных этому областях Земли – пустынях – с оазисным эффектом. Открыта возможность реализации новой водной стратегии мира.

Выводы

Возможности новой парадигмы ирригации для модернизации водной стратегии мира

Принципиальное отличие новой парадигмы от старой парадигмы состоит в следующем.

Старая парадигма использовала артефакты техники для перемещения воды. Контроль диссипации воды внутри почвы на уровне ее структуры не был предусмотрен.

Новая водная парадигма мира должна быть построена на внутрипочвенной импульсной континуально-дискретной парадигме ирригации.

Новая парадигма ирригации использует артефакты техники не только для перемещения воды, но и контролируемой диссипации воды внутри почвы на уровне ее структуры, что позволяет получить ранее недоступное, не имеющее аналогов в природе трансцендентальное качество системы «почва – вода».

Это позволит решить следующие задачи:

- сократить неопределенность водного режима биосферы за счет многократного уменьшения потребления воды на ирригацию;
- сократить потери пресной воды в поверхностные водные системы и грунтовые воды;
- усилить круговорот воды в оазисах внутрипочвенного импульсного континуально-дискретного полива;
- сократить потери вещества из почв в поверхностные водные системы и грунтовые воды;
- обеспечить экспансию биосферы в ранее несвойственные области биосферы, где полив до этого ранее экономически неэффективен;
- обеспечить эффективное использование опресненной воды для ирригации;
- обеспечить прирост биологической продукции на продовольствие, сырье и биотопливо;
- обеспечить прирост биологической продукции биосферы и секвестр углерода из атмосферы в биологическом процессе;
- уменьшить опасность парникового эффекта на Земле за счет снижения выделения основного парникового газа – водяного пара;
- уменьшить опасность парникового эффекта на Земле за счет дополнительного производства в процессе фотосинтеза свежего ионизированного кислорода, который эффективно окисляет парниковый газ метан;
- использовать возможности внутрипочвенной фрезерной обработки почвы для создания стартовых условий управляемой эволюции высокоплодородных агропочв;
- использовать возможности внутрипочвенного внесения вещества и утилизации отходов, экологически и биологически опасных веществ в процессе внутрипочвенной фрезерной обработки почвы для рециклинга вещества в биологическом процессе при последующем внутрипочвенном импульсном континуально-дискретном поливе;
- обеспечить утилизацию отходов путем экологически и биологически безопасного внесения внутрь почвы в качестве элементов питания растений путем фертигации в процессе внутрипочвенного импульсного континуально-дискретного полива;
- повысить рекреационное качество Земли за счет улучшения состава атмосферы, большей интенсивности биологической переработки промышленных парниковых газов, большей производственной экологически безопасной емкости биосферы для развития новой индустриализации на технологической платформе биогеосистемотехники, что

позволит обеспечить приоритет РФ в реализации принципов ноосферы для гармонично развития мира, реализовать концепции Sustainable Development, Green Economy.

Материал, представленный в статье, доложен на Международной научно-практической конференции «Биотехнология и качество жизни» 18–20 марта 2014 г. Правительство Москвы. Московский международный конгресс «Биотехнология: состояние и перспективы развития».

Примечания:

1. Вернадский В.И. Биосфера. Л.: Научное хим.-техн. изд., 1926.
2. Walter V. Reid and et al. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being – Synthesis. 2005. 155 p. ISBN: 1-59726-040-1.
3. Борисенков Е.П., Пичугин Ю.А. Возможные негативные сценарии динамики биосферы как результат антропогенной деятельности / Доклады академии наук. 2001. Том 378. №6. С. 812-814.
4. Ziska L. Carbon dioxide, climate change, pest biology, and management: A new paradigm for the 21st century // 248th ACS National Meeting & Exposition. 13TH Iupac international congress of pesticide chemistry. Crop, Environment, and Public Health Protection. Technologies for a Changing World. Co-sponsored by IUPAC and ACS-AGRO. August 10-14, 2014. San Francisco, California, USA. Abstracts. AGRO 143. P. 78.
5. International Commission Calls for ‘Paradigm Shift’ in Agriculture. www.worldwatch.org/node/5712
6. Marshall J. English, M.; Kenneth H. Solomon, M.; and Glenn J. Hoffman A Paradigm Shift in Irrigation Management // Journal of irrigation and drainage engineering / SEPTEMBER/OCTOBER 2002 / 267-277. 1243436570_lgurovic_sec4_poso
7. Derrel M. Changing Paradigm in Irrigation Water Management // Biological Systems Engineering. University of Nebraska. Lincoln Extention. http://www.heartlandwq.iastate.edu/NR/rdonlyres/22B951AE-57DC-4482-80BC-E49105AD053E/116921/Martin_ChangingParadigmforIrrigatedWater.pdf
8. Kalinichenko V.P., Kodzoev M.M., Tochiev A.M., Mamilov B.B., Bazgiev M.A. Soil Ecosystem Management in Birdlime Utilization // European researcher. 2012. Т. 25. № 7. С. 1042-1049.
9. Минкина Т.М., Ендовицкий А.П., Калиниченко В.П., Федоров Ю.А. Карбонатно-кальциевое равновесие в системе вода-почва. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2012. 376 с.
10. Москаленко А.П., Калиниченко В.П., Овчинников В.Н., Москаленко С.А., Губачев В.А. Биogeосистемотехника – основа практики экологической политики и экологической экономики // Экономика и предпринимательство. 2013. № 12-3 (41-3). С. 160-165.
11. Минкин М.Б., Калиниченко В.П. Интенсификация мелиоративного процесса на почвах солонцовых комплексов посредством регулирования гидрологического режима // Почвоведение. 1981. №11. С. 88-99.
12. Калиниченко В.П., Минкина Т.М., Безуглова О.С., Зармаев А.А., Романов О.В., Ким В.Ч.-Д. Концепция внутрипочвенной дискретной импульсной ирригации // Природообустройство. 2013. № 2. С. 6-11.
13. Giuseppe Di Capua and Silvia Peppoloni. Geoethics and geoscientists: some ongoing initiatives // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-2263, 2014.
14. Friedrich Dessauer Philosophie der Technik: das Problem der Realisierung. Bonn: Friedrich Cohen, 1927. 180 Seiten
15. Mitcham Carl. Thinking through Technology: The Path between Engineering and Philosophy. University Of Chicago Press. 1994. ISBN 978-0-226-53198-4
16. United Nations Environmental Programme. Environment for development <http://www.unep.org/default.asp>
17. Irrigation & Water Use. United States Department of Agriculture <http://www.ers.usda.gov/topics/farm-practices-management/irrigation-water-use/background.aspx#.Ugiz99JM9Fs>
18. Долгов, С.И. Исследование подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. М.-Л., 1948. 208 с.
19. Шейн Е.В., Щеглов Д.И., Умарова А.Б., Соколова И.В., Милановский Е.Ю. Структурное состояние техноземов и формирование в них преимущественных потоков влаги // Почвоведение. 2009. № 6. С. 687-695.

20. Солнцева Н.Г., Калиниченко В.П. Варьирование состава глинистых минералов локально переувлажненных почв // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. №3. С. 39-41.
21. Калиниченко В.П., Kalinichenko V.P., Безуглова О.С., Bezuglova O.S., Солнцева Н.Г., Solntseva N.G., Сквопень А.Н., Skovpen A.N., Черненко В.В., Ильина Л.П., Болдырев А.А., Шевченко Д.В., Скворцов Д.А. Неблагоприятное влияние орошения на почву и возможности и перспективы применения внутрипочвенной импульсной континуально-дискретной парадигмы ирригации // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2012. № 2. С. 38-49.
22. Солнцева Н.Г., Калиниченко В.П. Минералогическая композиция чернозема при антропогенном воздействии. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing & Co. KG, 2011. 274 с. ISBN: 978-3-8465-1964-9.
23. Balakay G.T., Ivanova N.A., Kalinitchenko V.P., Minkina T.M. Ecosystem's fragility under the continuous methods of irrigation / FAO. Global Forum on Salinization and Climate Change. Valencia. Spain. 25-29 October 2010.
24. Арал http://www.aralvision.unesco.kz/ch_5_r.htm#A1
25. Water use in USA <http://ga.water.usgs.gov/edu/wuir.html>
26. Irrigation in India <http://www.fao.org/docrep/007/y5082e/y5082e08.htm>
27. Арал должен быть спасен <http://kungrad.com/aral/book/spas/>
28. Ajay Singh, Sudhindra Nath Panda, Wolfgang-Albert Flugel and Peter Krause Waterlogging and farmland salinization: causes and remedial measures in an irrigated semi-arid regions of India // Irrigation and Drainage. 2012. Volume 61. Issue 3. P. 357-365.
29. Калиниченко В.П., Минкин М.Б. Трансформация структуры почвенного покрова при ирригации // Почвоведение. 1993. №1. С. 70-76.
30. Kenjabayev Shavkat, Yvonne Darnedde, Hans-Georg Frede, and Galina Stulina, Determination of actual crop evapotranspiration (ETc) and dual crop coefficients (Kc) for cotton, wheat and maize in Fergana Valley: integration of the FAO-56 approach and BUDGET // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-405-1, 2014.
31. Ochoa Carlos, Steve Guldan, Alexander Fernald, Vince Tidwell, Emile Elias, Karina Gutierrez, and Mike Borman. Surface water and shallow groundwater interactions in semiarid agroecosystems of the western USA // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-3161, 2014.
32. Ильинская И.Н., Шкодина О.П. Нормирование водоотведения – фактор рационального водопользования / Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2009. Вып. 41. С. 74-84.
33. FAQ's Information System on Water and Agriculture. Aquastat. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/il/index.stm>
34. Israel Science & Technology: Agro-Technology. Jewis virtual library. <http://www.jewishvirtuallibrary.org/jsource/Economy/ecoz3.html>
35. Estimated Use of Water in the United States in 2000. USGS. <http://pubs.usgs.gov/circ/2004/circ1268/htdocs/table07.html>
36. Dehadrai P.V. Irrigation in india. DIII/3403, Vasant Kunj, New Delhi-110070, India. <http://www.fao.org/docrep/007/y5082e/y5082e0a.htm#TopOfPage>],
37. Abdin A.E., Gaafar I. Rational water use in Egypt. In : El Moujabber M. (ed.), Mandi L. (ed.), TrisorioLiuzzi G. (ed.), Martín I. (ed.), Rabi A. (ed.), Rodríguez R. (ed.). Technological perspectives for rational use of water resources in the mediterranean region. Perspectives for rational use of water resources in the mediterranean region. Bari : CIHEAM, 2009. P. 11-27 SÉMINAIRES MÉDITERRANÉENS; N. 88.
38. Yuan Zhou, Richard S.J. Tolb. Water Use in China's Domestic, Industrial and Agricultural Sectors: An Empirical Analysis. http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/working-papers/WD_ZhouFNU67.pdf
39. Magen H. Prospects of Micro Irrigation and Fertigation in China's agriculture. http://www.iclfertilizers.com/Fertilizers/Knowledge%20Center/Microirrigation_and_fertigation_in_China.pdf
40. Molle B., Tomas S., Hendawi M. and Granier J. Evaporation and wind drift losses during sprinkler irrigation influenced by droplet size distribution // Irrigation and Drainage. 2012. Volume 61. Issue 3. P. 240-250.
41. Бредихин Н.П. Особенности устройства и эффективности применения высокорасходной дальнеструйной дождевальнoй машины ДДС-1000 "Нептун-3" / Н.П. Бредихин, П.А. Ревенко, А. Д. Попов // Прогрессивная техника полива

сельскохозяйственных культур: сборник статей. Новочеркасский инженерно-мелиоративный ин-т им. А. К. Кортунова. Новочеркасск, 1984. С. 22-29.

42. Chandra A. Madramootoo, Jane Morrison. Advances and challenges with micro-irrigation // *Earth's Future*. Volume 62, Issue 3, pages 255–261, July 2013.

43. Воеводина Л. А. Влияние переполивов при капельном орошении на мелиоративное состояние земель. // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ» / Под ред. В. Н. Щедрина. Новочеркасск: Геликон, 2011. Вып. 45. С. 49-56.

44. Воеводина Л.А. Влияние капельного орошения водой неблагоприятного химического состава на гумусное состояние обыкновенных черноземов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2013. № 1 (09). С. 1-12.

45. Подпочвенный капельный полив <http://poliv.dp.ua/articles/212-underground-drip.html>

46. Бобченко В.И. Подпочвенное орошение. М.: Сельхозиздат, 1957. 126 с.

47. Григоров М.С. Внутрипочвенное орошение. М.: Колос, 1983. 128 с.

48. Pereira V.P., Ortiz-Escobar M.E., Rocha G.C., Assis Junior R. N. and Oliveira T.S. Evaluation of soil physical quality of irrigated agroecosystems in a semi-arid region of North-eastern Brazil // *Soil Research*. Volume 50. Number 6. 2012. P. 455-464.

49. Schütze, N. and Schmitz, G. OCCASION: New Planning Tool for Optimal Climate Change Adaption Strategies in Irrigation // *J. Irrig. Drain Eng.* 2010.V. 136(12). P. 836-846.

50. Судницын И.И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений. М.: Изд-во МГУ, 1979. 254 с.

51. Биологическая продуктивность водных экосистем. <http://geoprroda.ru/ecology/306-biologicheskaya-produktivnost-vodnyh-yekosistem.html>

52. Brooks, Robert & Harris, Edwyna, 2008. "Efficiency gains from water markets: Empirical analysis of Watermove in Australia," *Agricultural Water Management*, Elsevier, vol. 95(4), pages 391-399, April

53. Моткин В.М. Павлов Е.Ф., Панков А.М. Почвы Чечни / Ред. А.М. Панков. Владикавказ: типография «Красный Октябрь», 1930. 419 с.

54. Аманов Х.А. Исследования суммарного расхода воды полев в зоне каракумского канала // Автореферат диссертации на соискание ученом степени кандидата технических наук. Работа выполнена в Институте водных проблем и гидротехники АН ТССР. Руководитель академик ВАСХНИЛ Иван Александрович Шаров. Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова. 1962. 22 с.

55. Ковда В.А. Принципы организации орошаемого земледелия на черноземах // *Почвоведение*. 1996. №3. С. 22-30.

56. Charles M. Burt. The irrigation sector shift from construction to modernization: what is required for success? // *Irrigation and Drainage/ Volume 62, Issue 3, pages 247–254, July 2013.*

57. Бобченко В.И. Сочетание орошаемого и богарного земледелия // *Мелиорация и водное хозяйство*. 1998. № 5. С. 5-8.

58. Андреева Т.П., Стагинская Э.Н. Циклическое орошение – способ сохранения плодородия орошаемых земель // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. ФГНУ РосНИИПМ. Новочеркасск. 2009. вып. 41. с. 61-68.

59. Щедрин В.Н., Васильев С.М., Бородычев В.В., Салдаев А.М., Андреева Т.П. Патент RU №2324331. Способ мелиорации орошаемых черноземов: МПК(7) А01G25/00/. Заявка №2006133800/12 от 21.09.06. Опубликовано 20.05.08. Бюл. №14.

60. Щедрин В.Н., Сенчуков Г.А., Гостищев В.Д. Направления и перспективы развития орошаемого земледелия в России // *Использование и охрана природных ресурсов в России*. 2014. № 2 (134). С. 13-15.

61. Дубенок Н.Н. Приоритеты научного обеспечения развития мелиорации // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2014. № 1. С. 96-104.

62. Бочкарев В.Я., Щедрин В.Н. О концепции развития правовой и нормативно-технической базы мелиорации в России на период 2010–2020 годы // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2011. № 1. С. 1.

63. Aral Sea Foundation info@aralsea.org

64. Felix Wiß, Tobias Stacke, and Stefan Hagemann. Statistical analysis of simulated global soil moisture and its memory in an ensemble of CMIP5 general circulation models // *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 16, EGU2014-14086, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.

65. Агальцева Н.А., Болгов М.В., Спекторман Т.Ю., Трубецкова М.Д., Чуб В.Е. Оценка гидрологических характеристик в бассейне амударьи в условиях изменения климата. // *Метеорология и гидрология*. 2011. № 10. С. 58-69.
66. Fitsum Woldemeskel, Ashish Sharma, Bellie Sivakumar, and Raj Mehrotra. Quantifying GCM uncertainty for estimating storage requirements in Australian reservoir // *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 16, EGU2014-12151, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
67. Калиниченко В.П. Концепция внутрипочвенной дискретной импульсной ирригации / *Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения». Часть 1. «Комплексное обустройство ландшафтов»*. М.: Московский государственный университет природообустройства, 2011. С. 243-249.
68. Дмитриева В.А. Трансформация речной сети и речного стока: причины и следствия // *Вестник Воронежского государственного университета*. Серия: География. Геоэкология. 2009. № 1. С. 84-92.
69. Lisetskii F.N., Pavlyuk Ya.V., Kirilenko Zh.A. and Pichura V.I. Basin organization of nature management for solving hydroecological problems // *Russian Meteorology and Hydrology*. 2014. Vol. 39. № 8. P. 550–557. DOI: 10.3103/S106837391408007X
70. Минкин М.Б., Калиниченко В.П. Мелиорация мочаристых почв Восточного Донбасса. *Почвоведение*. 1988. №2. С. 111-121.
71. Калиниченко В.П., Назаренко О.Г., Ильина Л.П. Особенности структурной организации почвенной массы в переувлажненных почвах склонов черноземной зоны. // *Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук*. 1997. №5. С. 22-24.
72. Benz Kotzen Novel ideas for maximising dew collection to aid plant establishment to combat desertification and restore degraded dry and arid lands // *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 16, EGU2014-1481, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
73. Oren Shelef, Elaine Soloway, and Shimon Rachmilevitch. Introduction and domestication of woody plants for sustainable agriculture in desert areas // *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 16, EGU2014-11829, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
74. Arnold T. Policy considerations for food and nutrition security towards 2050 // 248th ACS National Meeting & Exposition. 13TH iupac international congress of pesticide chemistry. Crop, Environment, and Public Health Protection. Technologies for a Changing World. Co-sponsored by IUPAC and ACS-AGRO. August 10-14, 2014. San Francisco, California, USA. Abstracts. AGRO 143. P. 217.
75. Алексеев А.В. Государственные программы: реальный или номинальный инструмент управления экономикой? // *Экономист*. 2014. №6. С. 20-27.
76. Никитенко П.Г. Ноосферная экономика и социальная политика: стратегия инновационного развития. Минск: Беларус. наука, 2006. 479 с. <http://books.google.ru/books?id=cGoVAAAQBAJ&pg>
77. Астафьев И.В. Ноосферная экономика: новая парадигма или бессодержательное понятие? Опубликовал admin_rulad. 14 Января 2013. <http://www.rulad.ru/novosti/i-v-astaf-ev-noosfernaya-ekonomika-novaya-paradigma-ili-bessoderzhatel-noe-ponyatie.html>
78. Ясонида О.Е. Капельное орошение. Новочеркасск: Лик, 2011. 322 с.
79. Simcha Blass http://en.wikipedia.org/wiki/Simcha_Blass
80. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы реконструкции / под ред. проф. А.И. Симонова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 272 с.
81. Калиниченко В.П., Минкин М.Б. Математическое моделирование пространственно неоднородных структур почвенного покрова. // *Биологические науки*. 1988. №12. С. 77-86.
82. Шеин Е.В. Умарова А.Б., Шеин Е.В., Кухарук Н.С. Основная гидрофизическая характеристика агросерых почв: влияние анизотропии и масштабного фактора // *Почвоведение*. 2014. № 12. С. 1460.
83. Kalinitchenko Valery, Zarmaev Ali. The new intrasoil pulse discrete concept of irrigation // *Proc. of the 4-th Internat. Congress «EUROSOIL 2012»*. 2 – 6 July 2012. Bari, Italy. P. 1848.
84. Способ внутрипочвенного импульсного дискретного полива растений: пат. 2386243 Рос. Федерация: МПК(7) А01G 25/06, А01С 23/02 / Калиниченко В.П.; заявитель и патентообладатель Калиниченко В.П. – № 009102490/12; заявл. 26.01.09; опубл. 20.04.10, Бюл. № 11.
85. Калиниченко В.П., Ильин В.Б., Ендовицкий А.П., Черненко В.В. Способ извлечения вещества из тонкодисперсной системы: Решение о выдаче патента от 3.05.2012. Рос. Федерация:

МПК(7) С01В, Е02В13/00, А01G25/00 / [и др.]; заявитель и патентообладатель ИППЮР. Заявка №2011100186/21 от 11.01.2011.

86. [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Парниковые газы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Парниковые_газы)

87. P. Bousquet, P. Ciais, J. B. Miller, E. J. Dlugokencky, D. A. Hauglustaine, C. Prigent, G. R. Van der Werf, P. Peylin, E.-G. Brunke, C. Carouge, R. L. Langenfelds, J. Lathière, F. Papa, M. Ramonet, M. Schmidt, L. P. Steele, S. C. Tyler and J. White. Contribution of anthropogenic and natural sources to atmospheric methane variability // *Nature*. 2006. V. 443. P. 439-443.

References:

1. Vernadskii V.I. Biosfera. L.: Nauchnoe khim.-tekhn. izd., 1926.
2. Walter V. Reid and et al. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being – Synthesis. 2005. 155 p. ISBN: 1-59726-040-1.
3. Borisenkov E.P., Pichugin Yu.A. Vozmozhnye negativnye stsenerii dinamiki biosfery kak rezul'tat antropogennoi deyatelnosti / Doklady akademii nauk. 2001. Tom 378. №6. S. 812-814.
4. Ziska L. Carbon dioxide, climate change, pest biology, and management: A new paradigm for the 21st century // 248th ACS National Meeting & Exposition. 13TH Iupac international congress of pesticide chemistry. Crop, Environment, and Public Health Protection. Technologies for a Changing World. Co-sponsored by IUPAC and ACS-AGRO. August 10-14, 2014. San Francisco, California, USA. Abstracts. AGRO 143. P. 78.
5. International Commission Calls for 'Paradigm Shift' in Agriculture. www.worldwatch.org/node/5712
6. Marshall J. English, M.; Kenneth H. Solomon, M.; and Glenn J. Hoffman A Paradigm Shift in Irrigation Management // *Journal of irrigation and drainage engineering* / SEPTEMBER/OCTOBER 2002 / 267-277. 1243436570_lgurovic_sec4_poso
7. Derrel M. Changing Paradigm in Irrigation Water Management // *Biological Systems Engineering. University of Nebraska. Lincoln Extention*. http://www.heartlandwq.iastate.edu/NR/rdonlyres/22B951AE-57DC-4482-80BC-E49105AD053E/116921/Martin_ChangingParadigmforIrrigatedWater.pdf
8. Kalinichenko V.P., Kodzoev M.M., Tochiev A.M., Mamilov B.B., Bazgiev M.A. Soil Ecosystem Management in Birdlime Utilization // *European researcher*. 2012. T. 25. № 7. S. 1042-1049.
9. Minkina T.M., Endovitskii A.P., Kalinichenko V.P., Fedorov Yu.A. Karbonatno-kal'tsievoye ravnovesie v sisteme voda-pochva. Rostov-na-Donu: Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2012. 376 s.
10. Moskalenko A.P., Kalinichenko V.P., Ovchinnikov V.N., Moskalenko S.A., Gubachev V.A. Biogeosistemotekhnika – osnova praktiki ekologicheskoi politiki i ekologicheskoi ekonomiki // *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2013. № 12-3 (41-3). S. 160-165.
11. Minkin M.B., Kalinichenko V.P. Intensifikatsiya meliorativnogo protsessa na pochvakh solontsovykh kompleksov posredstvom regulirovaniya gidrologicheskogo rezhima // *Pochvovedenie*. 1981. №11. S. 88-99.
12. Kalinichenko V.P., Minkina T.M., Bezuglova O.S., Zarmaev A.A., Romanov O.V., Kim V.Ch.-D. Kontseptsiya vnutripochvennoi diskretnoi impul'snoi irrigatsii // *Prirodoobustroistvo*. 2013. № 2. S. 6-11.
13. Giuseppe Di Capua and Silvia Peppoloni. Geoethics and geoscientists: some ongoing initiatives // *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 16, EGU2014-2263, 2014.
14. Friedrich Dessauer Philosophie der Technik: das Problem der Realisierung. Bonn: Friedrich Cohen, 1927. 180 Seiten
15. Mitcham Carl. Thinking through Technology: The Path between Engineering and Philosophy. University Of Chicago Press. 1994. ISBN 978-0-226-53198-4
16. United Nations Environmental Programme. Environment for development <http://www.unep.org/default.asp>
17. Irrigation & Water Use. United States Department of Agriculture <http://www.ers.usda.gov/topics/farm-practices-management/irrigation-water-use/background.aspx#.Ugiz99JM9Fs>
18. Dolgov, S.I. Issledovanie podvizhnosti pochvennoi vlagi i ee dostupnosti dlya rastenii. M.-L., 1948. 208 s.
19. Shein E.V., Shcheglov D.I., Umarova A.B., Sokolova I.V., Milanovskii E.Yu. Strukturnoe sostoyanie tekhnozemov i formirovanie v nikh preimushchestvennykh potokov vlagi // *Pochvovedenie*. 2009. № 6. S. 687-695.
20. Solntseva N.G., Kalinichenko V.P. Var'irovanie sostava glinistyykh mineralov lokal'no pereuvlazhnennykh pochv // *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*. 2006. №3. S. 39-41.

21. Kalinichenko V.P., Kalinichenko V.P., Bezuglova O.S., Bezuglova O.S., Solntseva N.G., Solntseva N.G., Skovpen' A.N., Skovpen A.N., Chernenko V.V., Il'ina L.P., Boldyrev A.A., Shevchenko D.V., Skvortsov D.A. Neblagopriyatnoe vliyanie orosheniya na pochvu i vozmozhnosti i perspektivy primeneniya vnutripochvennoi impul'snoi kontinual'no-diskretnoi paradigmy irrigatsii // Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii. 2012. № 2. S. 38-49.
22. Solntseva N.G., Kalinichenko V.P. Mineralogicheskaya kompozitsiya chernozema pri antropogennom vozdeistvii. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing & Co. KG, 2011. 274 c. ISBN: 978-3-8465-1964-9.
23. Balakay G.T., Ivanova N.A., Kalinichenko V.P., Minkina T.M. Ecosystem's fragility under the continuous methods of irrigation / FAO. Global Forum on Salinization and Climate Change. Valencia, Spain. 25-29 October 2010.
24. Aral http://www.aralvision.unesco.kz/ch_5_r.htm#A1
25. Water use in USA <http://ga.water.usgs.gov/edu/wuir.html>
26. Irrigation in India <http://www.fao.org/docrep/007/y5082e/y5082e08.htm>
27. Aral dolzhen byt' spasen <http://kungrad.com/aral/book/spas/>
28. Ajay Singh, Sudhindra Nath Panda, Wolfgang-Albert Flugel and Peter Krause Waterlogging and farmland salinization: causes and remedial measures in an irrigated semi-arid regions of India // Irrigation and Drainage. 2012. Volume 61. Issue 3. P. 357-365.
29. Kalinichenko V.P., Minkin M.B. Transformatsiya struktury pochvennogo pokrova pri irrigatsii // Pochvovedenie. 1993. №1. S. 70-76.
30. Kenjabaev Shavkat, Yvonne Dervedde, Hans-Georg Frede, and Galina Stulina, Determination of actual crop evapotranspiration (ETc) and dual crop coefficients (Kc) for cotton, wheat and maize in Fergana Valley: integration of the FAO-56 approach and BUDGET // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-405-1, 2014.
31. Ochoa Carlos, Steve Guldan, Alexander Fernald, Vince Tidwell, Emile Elias, Karina Gutierrez, and Mike Borman. Surface water and shallow groundwater interactions in semiarid agroecosystems of the western USA // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-3161, 2014.
32. Il'inskaya I.N., Shkodina O.P. Normirovanie vodootvedeniya – faktor ratsional'nogo vodopol'zovaniya / Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya. Novochoerkassk: RosNIIPM, 2009. Vyp. 41. S. 74-84.
33. FAQ's Information System on Water and Agriculture. Aquastat. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/il/index.stm>
34. Israel Science & Technology: Agro-Technology. Jewis virtual library. <http://www.jewishvirtuallibrary.org/jsource/Economy/eco3.html>
35. Estimated Use of Water in the United States in 2000. USGS. <http://pubs.usgs.gov/circ/2004/circ1268/htdocs/table07.html>
36. Dehadrai P.V. IRrigation in India. DIII/3403, Vasant Kunj, New Delhi-110070, India. <http://www.fao.org/docrep/007/y5082e/y5082e0a.htm#TopOfPage>],
37. ABDIN A.E., GAAFAR I. Rational water use in Egypt. IN : EL MOUJABBER M. (ED.), MANDI L. (ED.), TRISOROLIUZZI G. (ED.), MARTÍN I. (ED.), RABI A. (ED.), RODRÍGUEZ R. (ED.). Technological perspectives for rational use of water resources in the mediterranean region. perspectives for rational use of water resources in the mediterranean region. Bari : Ciheam, 2009. P. 11-27 Séminaires méditerranéens; N. 88.
38. Yuan Zhou, Richard S.J. Tolb. Water Use in China's Domestic, Industrial and Agricultural Sectors: An Empirical Analysis. http://www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/workingpapers/WD_ZhouFNU67.pdf
39. Magen H. Prospects of Micro Irrigation and Fertigation in China's agriculture. http://www.iclfertilizers.com/Fertilizers/Knowledge%20Center/Microirrigation_and_fertigation_in_China.pdf
40. Molle B., Tomas S., Hendawi M. and Granier J. Evaporation and wind drift losses during sprinkler irrigation influenced by droplet size distribution // Irrigation and Drainage. 2012. Volume 61. Issue 3. P. 240-250.
41. Bredikhin N.P. Osobennosti ustroistva i effektivnosti primeneniya vysokoraskhodnoi dal'nestruinoi dozhdeval'noi mashiny DDS-1000 "Neptun-3" / N. P. Bredikhin, P. A. Revenko, A. D. Popov // Progressivnaya tekhnika poliva sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: sbornik statei. Novochoerkasskii inzhenerno-meliorativnyi in-t im. A. K. Kortunova. Novochoerkassk, 1984. S. 22-29.
42. Chandra A. Madramootoo, Jane Morrison. Advances and challenges with micro-irrigation // Earth's Future. Volume 62, Issue 3, pages 255–261, July 2013.

43. Voevodina L. A. Vliyanie perepolivov pri kapel'nom oroshenii na meliorativnoe sostoyanie zemel'. // Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sb. st. FGNU «RosNIIPM» / Pod red. V. N. Shchedrina. Novochoerkassk: Gelikon, 2011. Vyp. 45. S. 49-56.
44. Voevodina L.A. Vliyanie kapel'nogo orosheniya vodoi neblagopriyatnogo khimicheskogo sostava na gumusnoe sostoyanie obyknovennykh chernozemov // Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii. 2013. № 1 (09). S. 1-12.
45. Podpochvennyi kapel'nyi poliv <http://poliv.dp.ua/articles/212-underground-drip.html>
46. Bobchenko V.I. Podpochvennoe oroshenie. M.: Sel'khozizdat, 1957. 126 s.
47. Grigorov M.S. Vnutripochvennoe oroshenie. M.: Kolos, 1983. 128 s.
48. Pereira V. P., Ortiz-Escobar M. E., Rocha G. C., Assis Junior R. N. and Oliveira T. S. Evaluation of soil physical quality of irrigated agroecosystems in a semi-arid region of North-eastern Brazil // Soil Research. Volume 50. Number 6. 2012. P. 455-464.
49. Schütze, N. and Schmitz, G. OCCASION: New Planning Tool for Optimal Climate Change Adaption Strategies in Irrigation // J. Irrig. Drain Eng. 2010.V. 136(12). P. 836-846.
50. Sudnitsyn I.I. Dvizhenie pochvennoi vlagi i vodopotreblenie rastenii. M., 1979. 254 s.
51. Biologicheskaya produktivnost' vodnykh ekosistem. <http://geopriroda.ru/ecology/306-biologicheskaya-produktivnost-vodnyx-yekosistem.html>
52. Brooks, Robert & Harris, Edwyna, 2008. "Efficiency gains from water markets: Empirical analysis of Watermove in Australia," Agricultural Water Management, Elsevier, vol. 95(4), pages 391-399.
53. Motkin V.M. Pavlov E.F., Pankov A.M. Pochvy Chechni / Red. A.M. Pankov. Vladikavkaz: tipografiya «Krasnyi Oktyabr'», 1930. 419 s.
54. Amanov X.A. Issledovaniya summarnogo raskhoda vody polem v zone karakumskogo kanala // Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenom stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Rabota vypolnena v Institute vodnykh problem i gidrotekhniki AN TSSR. Rukovoditel' akademik VASKhNIL Ivan Aleksandrovich Sharov. Vsesoyuznyi nauchno-issledovatel'skii institut gidrotekhniki i melioratsii im. A. N. Kostyakova. 1962. 22 s.
55. Kovda V.A. Printsipy organizatsii oroshaemogo zemledeliya na chernozemakh // Pochvovedenie. 1996. №3. S. 22-30.
56. Charles M. Burt. The irrigation sector shift from construction to modernization: what is required for success? // Irrigation and Drainage/ Volume 62, Issue 3, pages 247–254, July 2013.
57. Bobchenko V.I. Sochetanie oroshaemogo i bogarnogo zemledeliya // Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. 1998. № 5. S. 5-8.
58. Andreeva T.P., Statinskaya E.N. Tsiklichesкое oroshenie – sposob sokhraneniya plodorodiya oroshaemykh zemel' // Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya. FGNU RosNIIPM. Novochoerkassk. 2009. vyp. 41. s. 61-68.
59. Shchedrin V.N., Vasil'ev S.M., Borodychev V.V., Saldaev A.M., Andreeva T.P. Patent RU №2324331. Sposob melioratsii oroshaemykh chernozemov: MPK(7) A01G25/00/. Zayavka №2006133800/12 ot 21.09.06. Opublikovano 20.05.08. Byul. №14.
60. Shchedrin V.N., Senchukov G.A., Gostishchev V.D. Napravleniya i perspektivy razvitiya oroshaemogo zemledeliya v Rossii // Ispol'zovanie i okhrana prirodnykh resursov v Rossii. 2014. № 2 (134). S. 13-15.
61. Dubenok N.N. Priority nauchnogo obespecheniya razvitiya melioratsii // Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2014. № 1. S. 96-104.
62. Bochkarev V.Ya., Shchedrin V.N. O kontseptsii razvitiya pravovoi i normativno-tekhnicheskoi bazy melioratsii v Rossii na period 2010-2020 gody // Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii. 2011. № 1. S. 1.
63. Aral Sea Foundation info@aralsea.org
64. Felix Wiß, Tobias Stacke, and Stefan Hagemann. Statistical analysis of simulated global soil moisture and its memory in an ensemble of CMIP5 general circulation models // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-14086, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
65. Agal'tseva N.A., Bolgov M.V., Spektorman T.Yu., Trubetskova M.D., Chub V.E. Otsenka gidrologicheskikh kharakteristik v basseine amudar'i v usloviyakh izmeneniya klimata. // Meteorologiya i gidrologiya. 2011. № 10. S. 58-69.
66. Fitsum Woldemeskell, Ashish Sharma, Bellie Sivakumar, and Raj Mehrotra. Quantifying GCM uncertainty for estimating storage requirements in Australian reservoir // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-12151, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.

67. Kalinichenko V.P. Kontseptsiya vnutripochvennoi diskretnoi impul'snoi irrigatsii / Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Problemy razvitiya melioratsii i vodnogo khozyaistva i puti ikh resheniya». Chast' 1. «Kompleksnoe obustroistvo landshaftov». M.: Moskovskii gosudarstvennyi universitet prirodoobustroistva, 2011. S. 243-249.
68. Dmitrieva V.A. Transformatsiya rechnoi seti i rechnogo stoka: prichiny i sledstviya // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2009. № 1. S. 84-92.
69. Lisetskii F.N., Pavlyuk Ya.V., Kirilenko Zh.A. and Pichura V.I. Basin organization of nature management for solving hydroecological problems // Russian Meteorology and Hydrology. 2014. Vol. 39. №. 8. P. 550–557. DOI: 10.3103/S106837391408007X
70. Minkin M.B., Kalinichenko V.P. Melioratsiya mocharistykh pochv Vostochnogo Donbassa. Pochvovedenie. 1988. №2. S. 111-121.
71. Kalinichenko V.P., Nazarenko O.G., Il'ina L.P. Osobennosti strukturnoi organizatsii pochvennoi massy v pereuvlazhnennykh pochvakh sklonov chernozemnoi zony. // Doklady Rossiiskoi Akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. 1997. №5. S. 22-24.
72. Benz Kotzen Novel ideas for maximising dew collection to aid plant establishment to combat desertification and restore degraded dry and arid lands // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-1481, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
73. Oren Shelef, Elaine Soloway, and Shimon Rachmilevitch. Introduction and domestication of woody plants for sustainable agriculture in desert areas // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-11829, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
74. Arnold T. Policy considerations for food and nutrition security towards 2050 // 248th ACS National Meeting & Exposition. 13th iupac international congress of pesticide chemistry. Crop, Environment, and Public Health Protection. Technologies for a Changing World. Co-sponsored by IUPAC and ACS-AGRO. August 10-14, 2014. San Francisco, California, USA. Abstracts. AGRO 143. P. 217.
75. Alekseev A.V. Gosudarstvennye programmy: real'nyi ili nominal'nyi instrument upravleniya ekonomikoi? // Ekonomist. 2014. №6. S. 20-27.
76. Nikitenko P.G. Noosfernaya ekonomika i sotsial'naya politika: strategiya innovatsionnogo razvitiya. Minsk: Belarus. nauka, 2006. 479 s. <http://books.google.ru/books?id=-cGoBAAAQBAJ&pg>
77. Astaf'ev I.V. Noosfernaya ekonomika: novaya paradigma ili bessoderzhatel'noe ponyatie? Opublikoval admin_rulad. 14 Yanvarya 2013. <http://www.rulad.ru/novosti/i-v-astaf-ev-noosfernaya-ekonomika-novaya-paradigma-ili-bessoderzhatel-noe-ponyatie.html>
78. Yasonidi O.E. Kapel'noe oroshenie..Novocherkassk: Lik, 2011. 322 s.
79. Simcha Blass http://en.wikipedia.org/wiki/Simcha_Blass
80. Bronfman A.M., Khlebnikov E.P. Azovskoe more. Osnovy rekonstruktsii / pod red. prof. A.I. Simonova. L.: Gidrometeoizdat, 1985. 272 s.
81. Kalinichenko V.P., Minkin M.B. Matematicheskoe modelirovanie prostranstvenno neodnorodnykh struktur pochvennogo pokrova. // Biologicheskie nauki. 1988. №12. S. 77-86.
82. Shein E.V. Umarova A.B., Shein E.V., Kukharuk N.S. Osnovnaya gidrofizicheskaya kharakteristika agroserykh pochv: vliyanie anizotropii i masshtabnogo faktora // Pochvovedenie. 2014. № 12. S. 1460.
83. Kalinichenko Valery, Zarmaev Ali. The new intrasoil pulse discrete concept of irrigation // Proc. of the 4-th Internat. Congress «EUROSOIL 2012». 2 – 6 July 2012. Bari, Italy. P. 1848.
84. Sposob vnutripochvennogo impul'snogo diskretnogo poliva rastenii: pat. 2386243 Ros. Federatsiya: MPK(7) A01G 25/06, A01S 23/02 / Kalinichenko V.P.; zayavitel' i patentoobladatel' Kalinichenko V.P. – № 009102490/12; zayavl. 26.01.09; opubl. 20.04.10, Byul. № 11.
85. Kalinichenko V.P., Il'in V.B., Endovitskii A.P., Chernenko V.V. Sposob izvlecheniya veshchestva iz tonkodispersnoi sistemy: Reshenie o vydache patenta ot 3.05.2012. Ros. Federatsiya: MPK(7) C01B, E02B13/00, A01G25/00 / [i dr.]; zayavitel' i patentoobladatel' IPPYuR. Zayavka №2011100186/21 ot 11.01.2011.
86. https://ru.wikipedia.org/wiki/Parnikovye_gazy
87. P. Bousquet, P. Ciais, J. B. Miller, E. J. Dlugokencky, D. A. Hauglustaine, C. Prigent, G. R. Van der Werf, P. Peylin, E.-G. Brunke, C. Carouge, R. L. Langenfelds, J. Lathière, F. Papa, M. Ramonet, M. Schmidt, L. P. Steele, S. C. Tyler and J. White. Contribution of anthropogenic and natural sources to atmospheric methane variability // Nature. 2006. V. 443. P. 439-443.

УДК 631.1:631.459 (470.61): 633.1:412:1:001; 001.8

Биогеосистемотехника как основа новой мировой водной стратегии

Валерий Петрович Калинин

Институт плодородия почв юга России, Российская Федерация
346493, Ростовская область Персиановка, Кривошлыкова, 2
доктор биологических наук, профессор
E-mail: kalinitch@mail.ru

Аннотация. На Земле имеет место антропогенная неопределенность (uncertainty) геосфер, биосферы, климата, деградация водных систем. Вода стала глобальным дефицитом, что требует пересмотра водной стратегии мира. Ирригация потребляет 95% запасов пресной воды на Земле. В ирригации в течение нескольких тысяч лет пытаются имитировать природный гидрологический режим. Природный гидрологический режим ориентирован не на получение искомой максимальной продукции при минимальных затратах воды, а на биологическое разнообразие биосферы. В этом заключается системный дефект принятой в настоящее время во всем мире в качестве стандарта имитационной гравитационной фронтальной континуально-изотропной парадигмы ирригации. При использовании этой парадигмы не решена проблема трансформации сосредоточенного потока воды в состояние континуума влаги в почве, рассредоточенного в почвенном континууме в зоне питания корней растений в количестве, необходимом для питания растений качественным почвенным раствором. Копирование природного гидрологического режима в устаревших технологиях ирригации обуславливает неуправляемый массоперенос в почвенном континууме и зоне аэрации, нарушение геохимических барьеров, деградацию почвы и ландшафта. Кризис ирригации обусловлен невозможностью регулирования биогеосистемы. Устаревшая парадигма ирригации дает долгосрочные отрицательные результаты, в мире имеют место обусловленные системным дефектом ирригации экологические гуманитарные катастрофы. Модернизация ирригации идет медленно и направлена на частичное улучшение техники в рамках старой парадигмы. Расход воды в стандартной ирригации в 5–15 раз больше, чем составляет эмпирическая расчетная потребность растений, в свою очередь, расчетная потребность в воде завышена по отношению к биологически обоснованной потребности растений в 2–3 раза. Избыточный расход воды опасен ввиду того, что стандартные методы гидрологического прогноза пересматривают на понижение. Проблема управления гидрологическим режимом педосферы как основная составляющая парадигмы ирригации и водной стратегии мира до настоящего времени не решена.

Необходим синтез новой технологической платформы ирригации – исключить принятый в настоящее время диапазон регулирования термодинамического потенциала воды от ПВ 0,0 до НВ -0,03 МПа, обеспечив диапазон устьичного регулирования транспирации от -0,2 МПа до -0,5 МПа. Для экологически содержательного управления биосферой предложена биогеосистемотехника, в рамках которой разработана внутрипочвенная импульсная континуально-дискретная парадигма ирригации и конфигурация конструктивных решений артефактов для ее реализации. Обеспечивается контролируемая диссипация воды внутри дискретных объемов почвенного континуума. Новая парадигма исключает ирригационный массоперенос, избыточное увлажнение почвы, испарение, потерю воды в зону аэрации, деградацию почвы, разрушение геохимических барьеров. За счет обеспечения устьичного режима регулирования транспирации потребность в воде для полива растений меньше в 10–30 раз по сравнению со стандартной ирригацией. Новая парадигма ирригации может быть реализована на основе роботизированных систем, что позволит достичь экономии ресурсов и энергии при выполнении ирригации в 20–30 раз. Новая внутрипочвенная импульсная континуально-дискретная парадигма ирригации является базой новой водной стратегии мира.

Ключевые слова: биосфера; биогеосистемотехника; водная стратегия; внутрипочвенная импульсная континуально-дискретная парадигма ирригации.