



Biogeosystem Technique

Journal is being issued since 2014. ISSN 2409-3386
2014. Vol.(2). № 2. Issued 4 times a year

EDITORIAL STAFF

Dr. Kalinichenko Valery – Institute of Soil Fertility of South Russia, Persianovsky, Russian Federation (Editor-in-Chief)

EDITORIAL BOARD

Dr. Elizbarashvili Elizbar – Iakob Gogebashvili Telavi State University, Telavi, Georgia

Dr. Glazko Valery – Moscow agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Russian Federation

Dr. Liseckij Fedor – Belgorod State University, Russian Federation

Dr. Minkina Tatiana – Southern Federal University, Russian Federation

Dr. Shein Evgeny – Moscow State University named M.V. Lomonosov, Russian Federation

The journal is registered by Federal Service for Supervision of Mass Media, Communications and Protection of Cultural Heritage (Russian Federation).

Journal is indexed by: **Cross Ref** (USA), **Electronic scientific library** (Russia), **Open Academic Journals Index** (Russia), **CiteFactor** – **Directory of International Research Journals** (Canada), **Universal Impact Factor** (Australia).

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

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

Postal Address: 26/2 Konstitutsii, Office 6
354000 Sochi, Russian Federation

Website: <http://ejournal19.com/en/index.html>
E-mail: evr2010@rambler.ru

Founder and Editor: Academic Publishing
House *Researcher*

Passed for printing 15.12.14.

Format 21 × 29,7/4.

Enamel-paper. Print screen.

Headset Georgia.

Ych. Izd. l. 5,1. Ysl. pech. l. 5,8.

Circulation 500 copies. Order № B-2.

Biogeosystem Technique

2014

№ 2



Издается с 2014 г. ISSN 2409-3386
2014. № 2 (2). Выходит 4 раза в год.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Валерий Калинин – Институт плодородия почв юга России, Персиановский, Персиановский, Российская Федерация (Гл. редактор)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Глазко Валерий – МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация
Лицецкий Федор – Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Российская Федерация
Минкина Татьяна – Южный федеральный университет, Российская Федерация
Шенин Евгений – МГУ имени Ломоносова, Российская Федерация
Элизбарашвили Элизбар – Телавский государственный университет, Телави, Грузия

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия (Российская Федерация).

Журнал индексируется в: **Cross Ref** (США), **Научная электронная библиотека** (Россия), **Open Academic Journals Index** (Россия), **CiteFactor – Directory of International Reseach Journals** (Канада), **Universal Impact Factor** (Австралия).

Статьи, поступившие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: 354000, Россия, г. Сочи,
ул. Конституции, д. 26/2, оф. 6
Сайт журнала: <http://ejournal19.com/>
E-mail: evr2010@rambler.ru

Учредитель и издатель: ООО «Научный
издательский дом "Исследователь"» - Academic
Publishing House *Researcher*

Подписано в печать 15.12.14.
Формат 21 × 29,7/4.
Бумага офсетная.
Печать трафаретная.
Гарнитура Georgia.
Уч.-изд. л. 5,1. Усл. печ. л. 5,8.
Тираж 500 экз. Заказ № В-2.

CONTENTS

Relevant Topic

Valery Kalinichenko Biogeosystem Technique as a Base of the New World Water Strategy	100
---	-----

The Science and the Problems of Development

Valery I. Glazko Genomics and Geobiosystems	125
--	-----

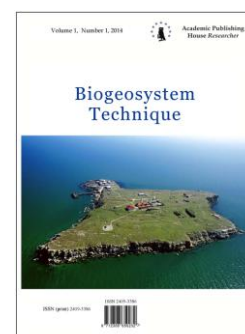
Articles and Statements

Leonid V. Berezin New Paradigm of Soil Treatment	133
Mihail N. Dudin, Nikolaj V. Lyasnikov, Aleksandr S. Senin, Sergej N. Kapustin Integration Processes in the Geo-economic Structure of the World Economy: Trends of Contemporary Development	150
Fedor N. Lisetskii, Jeanne A. Buryak, Alla V. Zemlyakova, Vitaly I. Pichura Basin Organizations of Nature Use, Belgorod region	163
Vladimir G. Sister, Igor' S. Tartakovsky, Andrey N. Tsedilin, Nina V. Vorobeva Transformation of Components of Human Environment Under Anthropogenic Impact	174
Evgeny Shein, Evgeny Milanovskiy Soil Structure Formation: Role of the Soil Amphiphilic Organic Matter	182
Nguyen Van Thinh, Alla A. Okolelova Protected Natural Areas of South Vietnam – Dong Nai Biosphere Reserve	191

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].

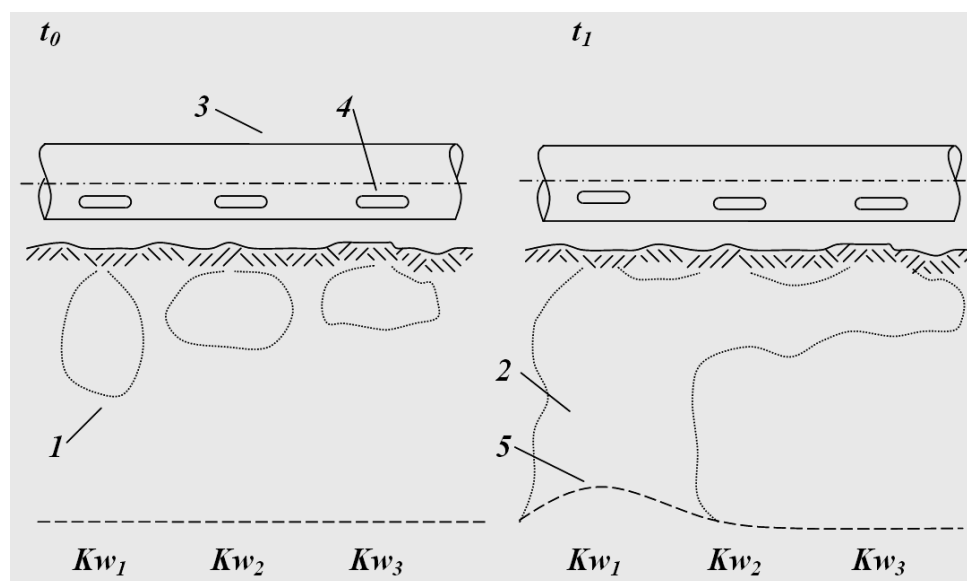


Рис. 1. Капельный способ полива

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).

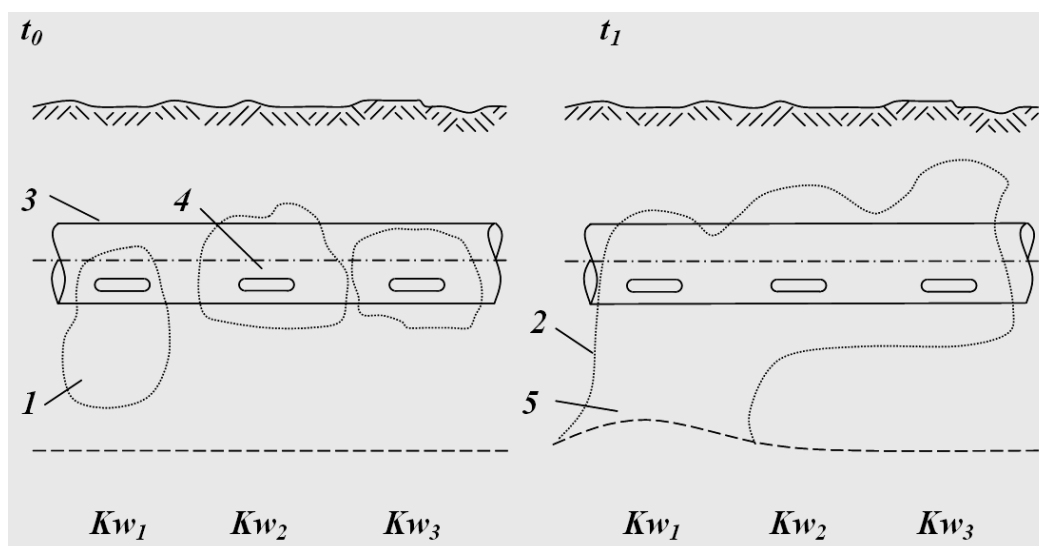


Рис. 3. Схема увлажнения почвы при способе внутрипочвенного орошения
1, 2 – контур увлажнения; 3 – увлажнитель; 4 – перфорация; 5 –уровень грунтовых вод

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].

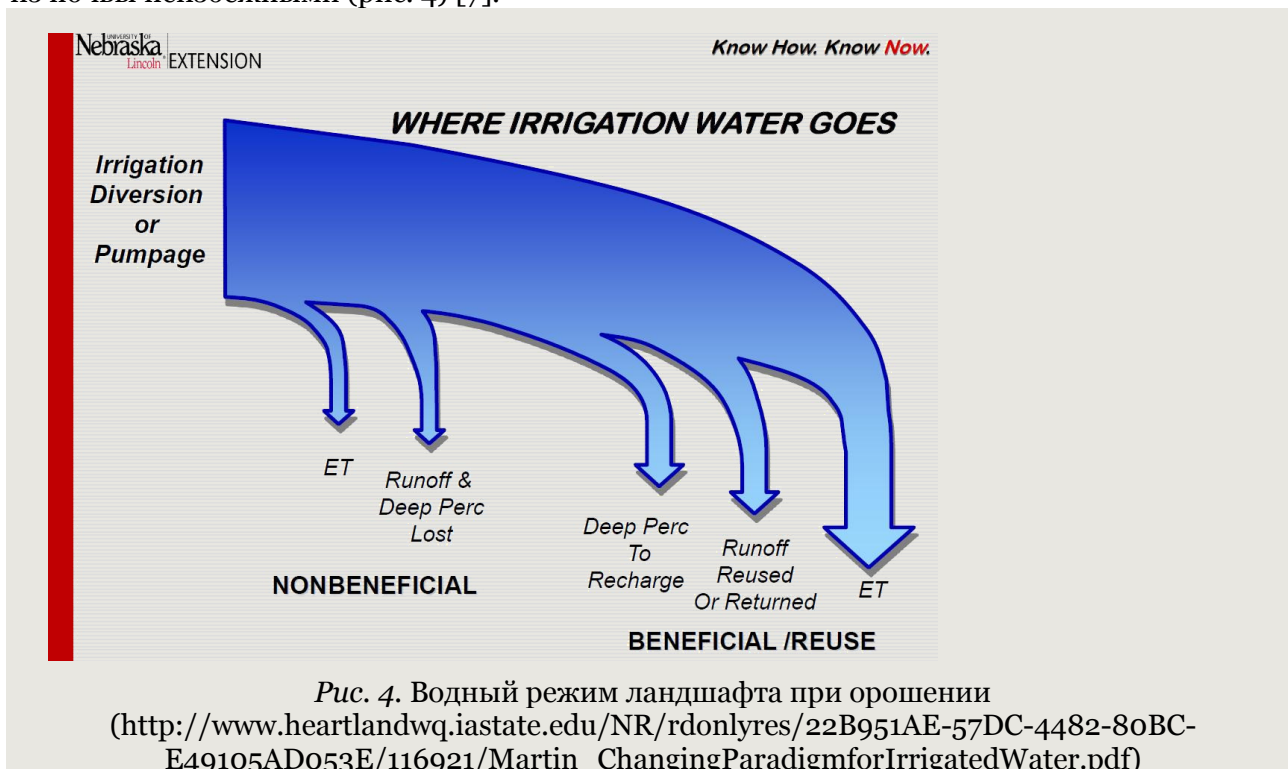


Рис. 4. Водный режим ландшафта при орошении

(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).

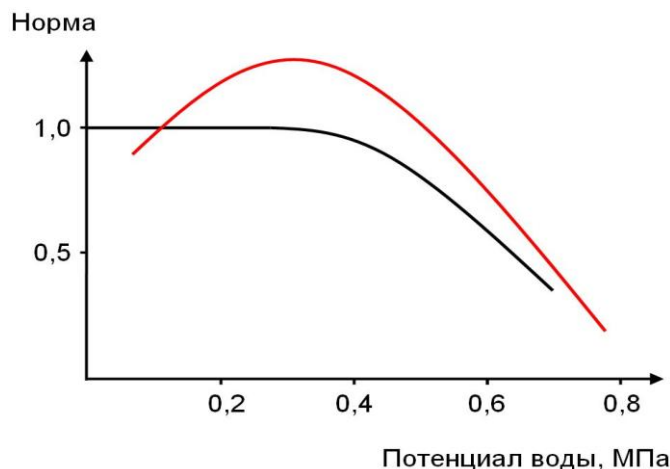


Рис. 5. Относительная транспирация и биологическая продуктивность в зависимости от термодинамического потенциала воды в почве.

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].

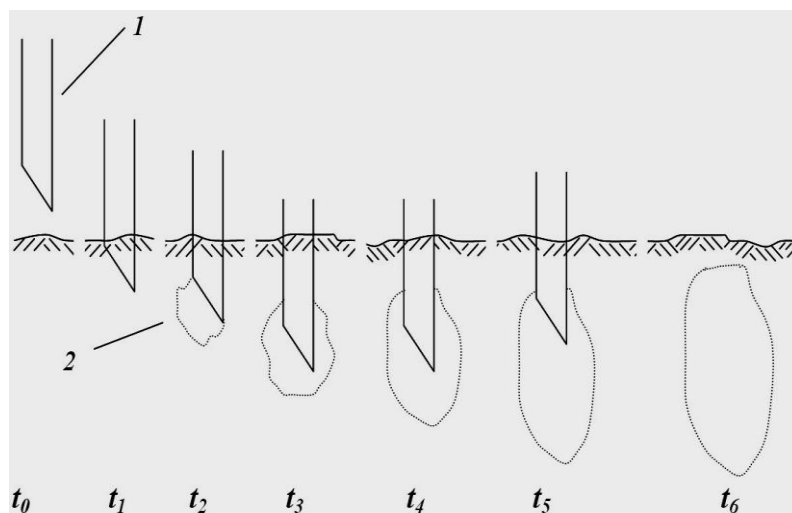


Рис. 6. Внутрипочвенный импульсный континуально-дискретный способ полива
1 – шприцевой элемент, 2 – контур увлажнения

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., Сквонь 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 ustroystva 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, Edwynna, 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. Prioritety 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 Калининченко

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.

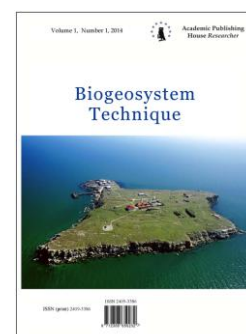
Необходим синтез новой технологической платформы ирригации – исключить принятый в настоящее время диапазон регулирования термодинамического потенциала воды от ПВ 0,0 до НВ -0,03 МПа, обеспечив диапазон устьичного регулирования транспирации от -0,2 МПа до -0,5 МПа. Для экологически содержательного управления 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.

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. 125-132, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.2.125

www.ejournal19.com

The Science and the Problems of Development

UDC 5751:001

Genomics and Geobiosystems

Valery I. Glazko

Russian state agrarian University – Moscow agricultural Academy named after K.A. Timiryazev;
Russian Federation
Moscow, 127550, Timiryazevskaya str., 49
E-mail: vigvalery@gmail.com

Abstract

Data of possibilities of modern population genomics in resolving of the problems for reconstruction of the ways of the agricultural animal species distribution, target genes to natural selection with the aim of the adaptive potential increase of agriecosystems were discussed.

Keywords: genomics; geoinformation systems (GIS); population genetics; ecological factors.

Введение

Первая попытка дать теоретическое обоснование эффективности использования генетических маркеров или сигналей в генетике, селекции и экологии сделана А.С. Серебровским в работе "Генетический анализ" [3, 4]. Им были разработаны основные понятия и методология исследований в области геногеографии. Свое развитие это направление в дальнейшем получило во множестве работ, поиски связей между эколого-географическими условиями воспроизводства популяций, действием факторов естественного отбора и пространственным распределением аллельных вариантов разных генов получило название экологической генетики. У сельскохозяйственных видов животных оно достаточно подробно рассматривается в монографии: Раушенбах Ю.О. «Экогенез домашних животных» [2].

Популяционная геномика

Геномные сканирования – главный признак современной популяционной геномики. За несколько лет существенно расширился набор биологических систем, в которых выполнялись исследования геномного разнообразия в разных условиях сред обитания [21]. Логика такого геномного сканирования заключается в том, что аллели в нейтральных областях геномов будут свободно перемещаться от популяции к популяции через генный поток, в то время как по генетическим элементам – мишеням естественного отбора, будет наблюдаться существенное геномное расхождение в разных средах обитания. Геномное сканирование может варьировать от использования пары сотен маркеров до истинного геномного сканирования, путем полного секвенирования геномов.

Огромные возможности генных и геномных методов в настоящее время позволяют идентифицировать гены, вовлеченные в адаптации, участвующие в формировании популяционно-генетических особенностей многочисленных биологических систем. Один из следующих ключевых шагов в эволюционной биологии будет определение, как географические ландшафты и экологические особенности влияют в распределение этого функционального адаптивного генетического потенциала [16].

В 2003 году вышли три статьи, существенные для интеграции экологии, эволюции и популяционной генетики. Лукарт и соавторы [18] определили область популяционной геномики как «одновременное исследование многочисленных участков или областей генома в целях лучшего понимания роли эволюционных процессов, влияющих на изменения в геномах и популяциях». Федер и Мичелл-Олдс [11] обозначили синтетическую дисциплину Экологическая и Эволюционная Функциональная Геномика (Ecological and Evolutionary Functional Genomics) или EEFG. Главная задача EEFG состоит в том, чтобы использовать все генетические и геномные инструменты для выявления тонких функциональных генетических изменений, вовлеченных в эволюцию адаптаций. Современная экологическая геномика родилась из сплава методов популяционной генетики и покрывающей экологические ландшафты карт географических информационных систем (GIS) [19]. Ландшафтная генетика к настоящему времени, прежде всего, сосредоточилась на выяснении вопросов о том, как различные ландшафты влияют на генный поток нейтральных генетических вариантов, обычно с целью идентификации популяций, находящихся под угрозой исчезновения с целью их сохранения.

Кроме трудностей в определении функционального значения мутаций, вовлеченных в адаптацию, при использовании только геномного сканирования, есть некоторые основные проблемы самого геномного сканирования, которые часто игнорируются. Структура популяции – основная проблема. Когда популяционная структура сложна, как это часто бывает для оседлых организмов с дискретными популяциями, очень трудно выявить локусы, фиксация по которым находится выше общего усредненного блока фиксированных аллелей в разных популяциях. Далее, демографические истории популяций очень трудно определить. Отсутствие информации о событиях прохождения популяцией в прошлом сокращений численности и данных об особенностях иерархической популяционной структуры может вносить существенные искажения в анализ геномных отличий между популяциями [10]. В результате таких оценок может сформироваться представление о высокой гетерогенности геномов и ложное представление о глубоких геномных дифференциациях. Таким образом, дефицит данных по демографической истории популяций, а не существенное влияние отбора, может лежать в основе от 5 до 10 % ошибок в утверждениях о выделенных геномных отличиях, найденных в результате геномных сканирований [21].

Ландшафтная геномика

Наиболее успешные исследования по ландшафтной геномике и по EEFG сначала включают в себя идентификацию генов, вовлеченных в расхождение, связанное с популяционно-генетической адаптацией, а затем установление пространственного распределения функциональных аллельных вариантов через мультипопуляционные исследования. Самые большие из таких успехов достигнуты в исследованиях популяций рыбы колюшки [8, 5] и видов мелких мышевидных грызунов, *Peromyscus* [24, 25]. В обоих исследованиях гены, вовлеченные в адаптацию к очень разным условиям среды обитания, были определены как гены – кандидаты контроля наблюдаемых отличий и клонированы. После генной идентификации выполнялся популяционно-генетический анализ для определения географического распределения аллелей, вовлеченных в формирование экотип-специфических особенностей. Этот подход позволил исследователям отличать фенотипы, возникающие повторно на основании тех же аллелей, от параллельных фенотипов, которые появляются в результате новых мутаций.

Исследования в полевых условиях после генной идентификации могут использоваться для подтверждения адаптивного значения определенных фенотипов. В случае колюшки такие исследования позволили оценить распределения аллелей (естественных мутантов) гена контроля чешуи *eda* и преимущественную частоту встречаемости некоторых из

аллельных вариантов, что позволило исследователям выяснить, поддерживаются ли отдельные аллели в пресноводной среде обитания [5].

Выполнен анализ главных генов количественных признаков (Quantity Trait Locus – QTL) по приспособленности экотипов к прибрежным и внутренним зонам обитания у растений [17]. Выделены три QTL по солевой устойчивости, ранее выявленные в лаборатории, отличающиеся по обеспечению повышенной приспособленности к высокому уровню засоления в прибрежных и внутренних материковых районах. Полученные результаты наглядно свидетельствуют о том, что разные локусы ответственны за адаптацию к одному и тому же экологическому фактору (в данном случае – к засолению) в разных условиях обитания. Далее, если адаптивные аллели действительно могут быть условно нейтральны в определенных средах обитания, тогда их распространение может обеспечиваться однонаправлено потоком генных обменов между популяциями из разных сред. Необходимо большее количество полевых исследований для того, чтобы определить, в какой степени в природных популяциях отбор определяет пространственное распределение адаптивных аллелей.

Начиная с работы Манел и др. [19], имелось множество попыток совмещения многослойных карт GIS с популяционно-генетическими картами. Разработано много методов для оценки популяционно-генетической структуры (рассмотрены в [13]), и как на нее могут влиять особенности ландшафта, как правило, ориентированные на нейтральную генетическую изменчивость. Исследование распределений нейтральных генетических изменений может позволить определить закономерности и процессы влияния ландшафтной генетики на генный поток, и как ландшафтная генетика способствует распределению адаптивных аллелей. Включение ландшафтной генетики могло бы иметь огромное значение для эволюционной биологии. Изучение генетики адаптаций обычно сосредотачивается на одиночных экологических факторах, поскольку рассматривается вдоль градиентов отдельных признаков, или через сравнение фенотипов в двух средах обитания (например, побережье против внутренних материковых областей). Естественные ландшафты много более гетерогенны. Кроме того, распределение адаптивных аллелей может находиться под влиянием многих экологических факторов.

Ландшафтная (или экологическая) геномика – формирующаяся область, которая соединяет много типов данных, собранных из разных источников, метеорологической информации и геологических карт. Эти многомерные данные наслаиваются друг на друга, что позволяет проводить комплексные исследования. Генетические данные могут быть также включены как отдельный слой, который может использоваться для понимания механизмов распределения нейтральных генетических изменений и генных потоков [1, 6, 15]. Сравнения между географическими распределениями нейтральных аллелей и аллелей, предположительно вовлекаемых в локальную адаптацию, может использоваться для выявления факторов и направлений действия естественного отбора.

Джуст и др. [14] недавно разработали методологию для использования GIS для сравнения географических и генетических данных в целях выявления связей распределения аллелей со специфическими экологическими факторами. В то время как такие разработки являются существенным шагом вперед, необходим всесторонний анализ и развитие методов учета пространственного распределения аллелей относительно распределения экологического разнообразия и барьеров к распространению генного потока. Большие надежды связывают с тем, что многомерная географическая информация, объединенная с популяционно-генетическими моделями, может обеспечить более обоснованные исследования естественного отбора на ландшафтном уровне. Далее, полевые исследования для ‘обоснования правдивости’ гипотезы, также как предварительное определение их условий, очень важны для любых ландшафтных исследований и такие условия должны быть тщательно рассмотрены прежде, чем популяции отбираются для анализа.

В последние годы получены ряды данных с использованием методов ландшафтной геномики, позволившие получить новую информацию о путях расселения сельскохозяйственных видов животных, позволяющие исследовать связь между особенностями генетической структур пород и внутривидовых групп, и особенностями эколого-географических регионов их расселения [22]. Статистический анализ позволил выявить существенную корреляцию между генетическими дистанциями, рассчитанными на

основании распределения аллельных вариантов и географическими расстояниями между исследованными группами животных разных пород. Кроме того, кластерный анализ показал, что породы по генетической структуре сгруппированы согласно географическому происхождению, за исключением греческой породы скопелос.

Сохранение генетических ресурсов

Во времена быстрых глобальных и непредвиденных экологических изменений необходимо развитие жизнеспособной политики сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных видов животных, основанной на глобальном их анализе. Большинство местных пород адаптированы к особенностям среды обитания и локальным условиям производственной системы, однако они быстро исчезают. В то же время, именно они представляют важный генофондный ресурс для решения возникающих новых селекционных задач и проблем адаптации к новым экологическим условиям. В этой связи, на основании оценок полиморфизма и генотипов 105 микросателлитных локусов, выполнен сравнительный анализ генетических структур 16 пород крупного рогатого скота, покрывающих географический район от средиземноморского центра доместикации, от Анатолии, через балканский и альпийский регионы, на Северо-Запад Европы [20]. В анализ включены заводские, коммерческие породы, находящиеся под влиянием интенсивного искусственного отбора и местные породы, воспроизводящиеся по традиционным схемам размножения. Обнаружено, что наибольшее генетическое разнообразие наблюдается у древних местных пород, связанных с подольским отродьем серого степного скота в районах Анатолии, и породами балканских областей, по сравнению с альпийскими и северо-западными европейскими породами. В традиционных породах сохраняется наибольшее количество редких аллельных вариантов, отражающие исходно их большую эффективную численность. Полученные данные свидетельствуют об особой важности сохранения местных, генетически гетерогенных пород, близких к исходным центрам доместикации животных, с позиций необходимости разработки глобальной и долгосрочной стратегии сохранения генетических ресурсов животных не только для крупного рогатого скота, но также и для других сельскохозяйственных видов.

Известно, что в будущих десятилетиях условия для производства продовольствия, особенно для молочного животноводства, будут существенно меняться в случае прогнозируемых климатических изменений, в частности, повышения температуры. Особенно это актуально для молочного животноводства Австралии. В этом регионе достаточно давно известно, что племенная ценность животных, оцениваемая, в том числе, и по продуктивности потомков, в молочном скотоводстве может существенно меняться в зависимости от температурного режима их содержания. В целях поиска возможных генетических механизмов адаптации животных молочных пород к повышенным температурам в Австралии были выполнены геномные исследования в разных регионах Австралии, отличающихся по метеорологическим данным [12]. При потеплении климата предполагается, что в связи с дефицитом воды будут также возрастать и энергетические затраты на получение молочной продукции. В целях поиска молекулярно-генетических маркеров, ассоциированных с устойчивостью к высоким температурам общих характеристик молочной продуктивности, выполнен анализ результатов геномного сканирования с использованием оценок генотипов по нескольким тысячам сайтов мононуклеотидного полиморфизма (SNP) с данными по устойчивости молочного производства и его приспособляемости к разным условиям окружающей среды. Были объединены данные по молочному производству, метеорологии и множественными генотипами у родителей и дочерей, дающих молоко в широком диапазоне производственных условий в Австралии. Диапазоны молочного производства в Австралии варьируют от полностью пастбищных систем, до основанных только на откормочных площадках, и от тропического до умеренного климата. В работе использовались три группы данных – записи о суточном удое в первую лактацию 62343 голштинофризских коров – потомков 798 быков, такие же записи о суточном удое 35293 коров джерсейской породы, дочерей 364 джерсейских быков, и база данных австралийского геоинформационного проекта (Квинслендское управление Министерства по вопросам охраны окружающей среды и ресурсов – Queensland Department of Environment and Resource Management DataDrill), в котором объединены карты по

температуре и влажности по всей Австралии. Эти данные позволяли вычислять индекс температуры и влажности в дни доения коров и оценивать для них влияние на продуктивность и потребление корма в условиях высокой температуры. В предыдущих работах этих же авторов было показано, что по изменению частоты дыхания стрессорирующие эффекты обнаруживаются у животных молочных пород, когда индекс температуры/влажности превышает 60 единиц. Далее авторы сравнили чувствительность дочерей конкретных быков по изменению удою и потребления кормов в зависимости от индекса температуры/влажности. На следующем этапе 798 голштино-фризских быков и 364 джерсейских быков были генотипированы с использованием ДНК матриц (Illumina BovineSNP50 beadchip), включающих 56000 SNP. Выполнен анализ ассоциаций между генетически сцепленными SNP и чувствительностью дочерей быков по молочной продуктивности к изменениям индекса влажности/температуры и выделены районы, фланкированные SNP, полиморфизм которых статистически достоверно ассоциирован с такой изменчивостью. Наиболее выраженная такая связь у обеих исследованных пород обнаруживалась в районах хромосом 9 и 29. Далее, с использованием данных ГенБанка, была выяснена локализация в этих районах структурных генов.

Один из таких маркеров, наиболее тесно связанный с чувствительностью молочной продуктивности к индексу влажности/температуры, был локализован на хромосоме 29 в районе расположения фактора роста фибробластов 4 (FGF 4). Этот ген участвует в регуляции контроля выхода в апоптоз клеток эпителия молочной железы в процессах ее развития и инволюции после прекращения лактации. Интересно, что у человека описана экспрессия этого же гена, кроме эпителия молочной железы, еще и в эпителии яичек, в которых его транскрипция существенно увеличивается при повышении температуры и предполагается, что этот ген выполняет протекторную роль для половых клеток, защищая их от повреждающих эффектов гипертермии. Наиболее отчетливо ассоциированный ген – кандидат с изменчивостью по чувствительности животных к разным индексам влажность/температура обнаруживается на хромосоме 9 в районе локализации гена фермента глицерол-3-фосфатдегидрогеназы-1 (G3PD-1), участвующего в углеводном и липидном метаболизме и являющемся ключевым геном энергообеспечения клеток. Известно, что у мышей с нормальной активностью этого фермента длительная углеводная диета приводит к гипергликемии, гиперинсулинемии и островковой гиперплазии в поджелудочной железе, в отличие от мышей, мутантных по этому гену, у которых нет таких проявлений, зато увеличивается чувствительность к инсулину. Учитывая тот факт, что чувствительность к инсулину существенно отличается у коров, различающихся по ответу по молочной продукции на уровень кормления, авторы этого исследования предполагают, что SNP мутации в этом гене – кандидате (G3PD-1) или в областях, связанных с регуляцией его экспрессии, могут приводить к изменению инсулиновой чувствительности и, в свою очередь, к изменениям молочной продуктивности в ответ на уровень потребления корма у коров. Таким образом, в результате выполненных исследований с использованием геномного сканирования и GIS технологий авторам удалось выявить два гена – кандидата контроля изменчивости по молочной продуктивности в ответ на изменения влажности/температуры у животных двух специализированных молочных пород крупного рогатого скота.

Первые сельскохозяйственные системы, основанные на выращивании хлебных злаков, бобов, и одомашненного скота сформировались в пределах Юго-западной Азии примерно 11 000 лет до Рождества Христова (В.Р.) [1, 2]. 6000 лет до В.Р. сформировался агропасторализм, который в результате неолитической сельскохозяйственной революции стала главной системой производства пищевых продуктов всюду по доисторической Европе, распространяясь со средиземноморского севера в Великобританию, Ирландию, и Скандинавию; на юг в Северную Африку; и на восток в Западную и Среднюю Азию. В работе Чеса и др. [7, 23, 26] для исследований происхождения и расселения овец использовали генотипирование семейства эндогенных ретровирусов (ERVs) в качестве генетических маркеров. Исследованные образцы включали также уриалов (*Ovis vignei*) и европейского и азиатского муфлонов (*Ovis orientalis musimon*, *Ovis orientalis ophion*, и *Ovis orientalis orientalis*). Большинство изученных пород были местными, исторически связанными с определенными географическими районами, и не подвергавшимися интенсивным программам разведения, типичным для коммерческих пород. В работе для визуализации

географического расселения овец построена географическая карта представленности овец с инсерциями разных вариантов ERV enJSRV6, что позволило авторам реконструировать морскую торговлю и колонизацию как главный фактор распространения овец в Средиземноморье.

Заключение

Таким образом, полученные в последние годы принципиально новые экспериментальные возможности позволяют выяснять, какие геномные участки вовлечены в адаптацию к различным условиям среды обитания. Однако до сих пор неизвестно, как происходит смена приспособленности отдельных локусов в разных местах ландшафта, как географические барьеры влияют на распространение адаптивных аллелей по сравнению с нейтральными аллелями, и является ли дифференциация между экотипами результатом фиксации адаптивных аллелей или итогом накопления небольших изменений в частотах аллелей во многих локусах. Возможно, что методы геномного сканирования и генный подход не адекватны в связи со сложностью адаптаций в ландшафтном масштабе, поскольку они смещены в сторону выявления аллелей с большими эффектами, фиксированными у различных таксономических групп. Недавние исследования по популяционной генетике человека [9] позволяют оценить, что можно обнаружить в результате ландшафтной эволюционной геномики. Несомненно, полное понимание адаптации в ландшафтном масштабе – монументальная задача даже для одной популяции. Сформированная средой обитания адаптация почти неизменно вовлекает разнообразные фенотипичные изменения, каждое из которых имеет сложную генетическую обусловленность. Эта сложность еще увеличивается, если к ней добавляется ландшафтный уровень экологических изменений. Понимание адаптации на уровне естественного ландшафта может быть особенно трудным для полигенных признаков, по которым адаптация происходит через небольшие аллельные сдвиги по многим локусам. Тем не менее, даже в этом случае имеется несколько хороших примеров успешного соединения данных о распределении функциональной наследственной изменчивости и выраженных ландшафтных особенностей [8, 24, 25]. Чем больше генетических систем включаются в анализ в геномную эру, тем более будет понятно, как мозаика естественного ландшафта формирует геномы бесконечно разнообразных организмов.

Примечания:

1. Глазко В.И. Влияние факторов отбора на ряды гомологической изменчивости у с.-х. видов животных // Изв. ТСХА 2007. Вып. 5. С. 142–148.
2. Раушенбах Ю.О. Экогенез домашних животных. М.: Наука, 1985. 199 с.
3. Серебровский А.С. Геногеография и генофонд сельскохозяйственных животных // Науч. слово. 1928. № 8. С. 7–42.
4. Серебровский А.С. Генетика и животноводство // Классики советской генетики. Л.: Наука. 1968. С. 325–354.
5. Barrett, R. D. H., Rogers, S. M. & Schluter, D. Natural selection on a major armor gene in threespine stickleback // Science. 2008. Vol.322. P. 255–257.
6. Charlesworth B., Nordborg M., Charlesworth D. The effects of local selection, balanced polymorphism and background selection on equilibrium patterns of genetic diversity in subdivided populations // Genet. Res. 1997. Vol.70. P. 155–174.
7. Chessa B., Pereira F., Arnaud F. et al. Revealing the History of Sheep Domestication Using Retrovirus Integrations // Science. 2009. Vol. 324. P. 532–536
8. Colosimo P. F. et al. Widespread parallel evolution in sticklebacks by repeated fixation of ectodysplasin alleles // Science. 2005. Vol. 307. P. 1928–1933.
9. Coop G. et al. The role of geography in human adaptation // PLoS Genet. 2009. Vol.5. P. e1000500
10. Excoffier L., Hofer T., Foll, M. Detecting loci under selection in a hierarchically structured population // Heredity. 2009. Vol. 103. P. 285–298.
11. Feder M. E., Mitchell-Olds T. Evolutionary and ecological functional genomics // Nat. Rev. Genet. 2003. Vol. 4. P. 651–657.

12. Hayes B. J., Bowman P. J., Chamberlain A. J. et al. A Validated Genome Wide Association Study to Breed Cattle Adapted to an Environment Altered by Climate Change // PLoS ONE. 2009. Vol. 4. Issue 8. P. e6676.
13. Holderegger R., Wagner H.H. Landscape genetics // Bioscience. 2008. Vol. 58. P. 199-207.
14. Joost S., Bonin A., Bruford M. W. et al. A spatial analysis method (SAM) to detect candidate loci for selection: towards a landscape genomics approach to adaptation // Mol. Ecol. 2007. Vol. 16. P. 3955-3969.
15. Kozak K. H., Graham C. H., Wiens J. J. Integrating GIS-based environmental data into evolutionary biology // Trends Ecol. Evol. 2008. Vol. 23. P. 141-148.
16. Lowry D. B. Landscape evolutionary genomics// Biol. Lett. 2010. Vol. 6. P. 502-504
17. Lowry D. B., Hall M. C., Salt D. E. et al. Genetic and physiological basis of adaptive salt tolerance divergence between coastal and inland *Mimulus guttatus* // New Phytol. 2009. Vol. 183. P. 776-788.
18. Luikart G., England P. R., Tallmon D. et al. The power and promise of population genomics: from genotyping to genome typing // Nat. Rev.Genet. 2003. Vol. 4. P. 981-994.
19. Manel S., Schwartz M. K., Luikart G et al. 2003 Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics // Trends Ecol. Evol. 2003. Vol. 18. P. 189-197.
20. Manel S., Schwartz M. K., Luikart G. et al. Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics // Trends Ecol. Evol. 2003. Vol.18. P. 189-197.
21. Medugorac I., Medugorac A., Russ I. et al. Genetic diversity of European cattle breeds highlights the conservation value of traditional unselected breeds with high effective population size // Molecular Ecology. 2009. Vol. 18. P. 3394-3410
22. Nosil P., Funk D. J., Ortiz-Barrientos D. Divergent selection and heterogeneous genomic divergence // Mol. Ecol. 2009. Vol. 18. P. 375-402
23. Pariset L., Cuteri A., Ligda C. et al. and ECONOGENE Consortium Geographical patterning of sixteen goat breeds from Italy, Albania and Greece assessed by Single Nucleotide Polymorphisms // BMC Ecology 2009. Vol. 9, No. 20. P. 9-19.
24. Slatkin M., Wiehe T. Genetic hitch-hiking in a subdivided population//Genet. Res. 1998. Vol. 71. P. 155-160.
25. Steiner C. C., Weber J. N., Hoekstra, H. E. Adaptive variation in beach mice produced by two interacting pigmentation genes // PLoS Biol. 2007. Vol. 5. e219.
26. Storz, J. F., Kelly, J. K. Effects of spatially varying selection on nucleotide diversity and linkage disequilibrium: insights from deer mouse globin genes // Genetics. 2008. Vol. 180. P. 367-379.
27. Via S., West J. The genetic mosaic suggests a new role for hitchhiking in ecological speciation//Mol. Ecol. 2008. Vol. 17. P. 4334-4345.

References:

1. Glazko VI. Influence factors of bidders for homologous series of variability in agricultural animal species // Math. TAA. 2007. Vol. 5. pp 142-148.
2. Rauschenbach JO. Ecogenesis of livestock. M.: Nauka, 1985. 199 p.
3. Serebrovskii AS Gene-geography and the gene pool of agricultural animals // Sci. word. 1928. № 8. C. 7-42.
4. Serebrovskii AS. Genetics and livestock // Classics of Soviet Genetics. L.: Science. 1968. C. 325-354.
5. Barrett, R. D. H., Rogers, S. M. & Schluter, D. Natural selection on a major armor gene in threespine stickleback//Science 2008. Vol.322. P. 255-257.
6. Charlesworth B., Nordborg M., Charlesworth D. The effects of local selection, balanced polymorphism and background selection on equilibrium patterns of genetic diversity in subdivided populations//Genet. Res. 1997. Vol.70. P. 155-174.
7. Chessa B., Pereira F., Arnaud F. et al. Revealing the History of Sheep Domestication Using Retrovirus Integrations//Science. 2009. Vol. 324. P. 532 536
8. Colosimo P. F. et al. Widespread parallel evolution in sticklebacks by repeated fixation of ectodysplasin alleles // Science. 2005. Vol. 307. P. 1928-1933.
9. Coop, G. et al. The role of geography in human adaptation // PLoS Genet. 2009. Vol.5. P. e1000500
10. Excoffier L., Hofer T., Foll, M. Detecting loci under selection in a hierarchically structured population // Heredity. 2009. Vol. 103. P. 285-298.

11. Feder M. E., Mitchell-Olds T. Evolutionary and ecological functional genomics // *Nat. Rev. Genet.* 2003. Vol. 4. P. 651–657.
12. Hayes B. J., Bowman P. J., Chamberlain A. J. et al. A Validated Genome Wide Association Study to Breed Cattle Adapted to an Environment Altered by Climate Change // *PLoS ONE.* 2009. Vol. 4. Issue 8. P. e6676.
13. Holderegger R., Wagner H.H. Landscape genetics // *Bioscience.* 2008. Vol. 58. P. 199–207.
14. Joost S., Bonin A., Bruford M. W. et al. A spatial analysis method (SAM) to detect candidate loci for selection: towards a landscape genomics approach to adaptation // *Mol. Ecol.* 2007. Vol. 16. P. 3955–3969.
15. Kozak K. H., Graham C. H., Wiens J. J. Integrating GIS-based environmental data into evolutionary biology // *Trends Ecol. Evol.* 2008. Vol. 23. P. 141–148.
16. Lowry D. B. Landscape evolutionary genomics // *Biol. Lett.* 2010. Vol. 6. P. 502–504.
17. Lowry D. B., Hall M. C., Salt D. E. et al. Genetic and physiological basis of adaptive salt tolerance divergence between coastal and inland *Mimulus guttatus* // *New Phytol.* 2009. Vol. 183. P. 776–788.
18. Luikart G., England P. R., Tallmon D. et al. The power and promise of population genomics: from genotyping to genome typing // *Nat. Rev. Genet.* 2003. Vol. 4. P. 981–994.
19. Manel S., Schwartz M. K., Luikart G. et al. 2003 Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics // *Trends Ecol. Evol.* 2003. Vol. 18. P. 189–197.
20. Manel S., Schwartz M. K., Luikart G. et al. Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics // *Trends Ecol. Evol.* 2003. Vol. 18. P. 189–197.
21. Medugorac I., Medugorac A., Russ I. et al. Genetic diversity of European cattle breeds highlights the conservation value of traditional unselected breeds with high effective population size // *Molecular Ecology.* 2009. Vol. 18. P. 3394–3410
22. Nosil P., Funk D. J., Ortiz-Barrientos D. Divergent selection and heterogeneous genomic divergence // *Mol. Ecol.* 2009. Vol. 18. P. 375–402
23. Pariset L., Cuteri A., Ligda C. et al. and ECONOGENE Consortium Geographical patterning of sixteen goat breeds from Italy, Albania and Greece assessed by Single Nucleotide Polymorphisms // *BMC Ecology* 2009. Vol. 9, No. 20. P. 9–19.
24. Slatkin M., Wiehe T. Genetic hitch-hiking in a subdivided population // *Genet. Res.* 1998. Vol. 71. P. 155–160.
25. Steiner C. C., Weber J. N., Hoekstra, H. E. Adaptive variation in beach mice produced by two interacting pigmentation genes // *PLoS Biol.* 2007. Vol. 5. e219.
26. Storz, J. F., Kelly, J. K. Effects of spatially varying selection on nucleotide diversity and linkage disequilibrium: insights from deer mouse globin genes // *Genetics.* 2008. Vol. 180. P. 367–379.
27. Via S., West J. The genetic mosaic suggests a new role for hitchhiking in ecological speciation // *Mol. Ecol.* 2008. Vol. 17. P. 4334–4345.

УДК 575

Геномика и геобиосистемы

Виктор Иванович Глазко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
Российская Федерация
E-mail: vigvalery@gmail.com

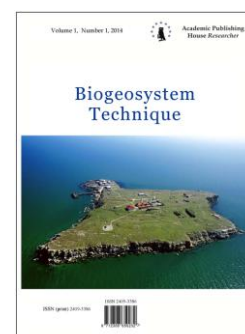
Аннотация. Рассматриваются возможности современной популяционной геномики в решении проблем реконструкции путей распространения генетических потоков животных сельскохозяйственных видов, выявления генов – мишеней действия факторов естественного отбора в целях увеличения адаптивного потенциала агроэкосистем.

Ключевые слова: геномика; геоинформационные системы (GIS); популяционная генетика; экологические факторы.

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. 133-149, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.2.133

www.ejournal19.com

Articles and Statements

UDC 631.4:631.6

New Paradigm of Soil Treatment

Leonid V. Berezin

Omsk State Agrarian University named by PA Stolypin, Russian Federation
644008, Omsk, Sibakovskaya Str., 6
Dr. (Agricultural), Professor
E-mail: docberezin@yandex.ru

Abstract

Set out new principles for the implementation of the basic processing of complex arrays of soil with solonetz and other soils of low fertility. The possibility proposed of soil dispersed system and evolution controlling in terms of landscape-reclamation system of agriculture that provides long-term increase of soil biological productivity. Outlined the features and effectiveness of the new technology of reclamation soil treatment. Deep tillage is combined with introduction of organic substances into the subsurface layer of soil. Followed by a fine seedbed preparation for sowing. Is developed the basis for a new paradigm of tillage.

Keywords: Principles of tillage; solonetzic complex soil; reclamation soil processing; deep tillage; chisel; soil biological activity.

Введение

Ограниченные ресурсы плодородных земель и экологически безопасный потолок химизации ставят жесткие границы обеспечению человечество продуктами питания уже в этом тысячелетии. Но возможность расширения этих границ связана с повышением влияния биологического фактора на плодородие агропочв, т.е. пахотных земель. Для этого необходимо направить инновационные усилия аграрной науки на более широкое включение фитомелиорации в современную агротехнологию. Фитомелиорация должна стать коренным элементом современной технологии в разрабатываемой ландшафтно-мелиоративной системе земледелия [1].

Новая парадигма природопользования в агрономии (Sustainable Agriculture) является неотъемлемой частью общечеловеческой концепции Sustainable Development, принятой руководителями большинства стран мира в 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по окружающей среде и развитию. Новая парадигма природопользования предусматривает, что удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей должно достигаться без ограничения такой возможности для будущих поколений.

Специалистами разных стран предложены весьма разнообразные трактовки решения проблем, поставленных новой парадигмой. Наиболее общей характеристикой парадигмы по смыслу ее применения к сельскому хозяйству понимается повышение его продуктивности

при уменьшении, с одной стороны, производственного риска и, с другой стороны, сохранении экологически сбалансированной окружающей среды, благоприятной для человека и других живых существ, предупреждение деградации почв и ландшафтов. Достижение этих результатов возможно лишь при существенном изменении системы обработки почвы [2]. Это во многом позволит выполнить новый подход к природопользованию – биогеосистемотехника [3].

Теория и практика обработки почвы в Западной Сибири и мире

В рамках биогеосистемотехники открываются пути решения данной двусторонней проблемы за счет управления гидрологическим режимом биосферы, уменьшения в 3–5 раз потребления воды для получения урожая полевых культур, при одновременном преодолении деградации почв и ландшафтов, которая происходит в катастрофических масштабах в результате применения устаревшей системы обработки почвы [3-10]. Биогеосистемотехника позволяет получать принципиально новые результаты в управлении вещественным составом дисперсной системы почвы, в том числе, обеспечивать дисперсное распределение в почве на заданной глубине мелиорирующих веществ, выполнять рециклинг внутри почвы промышленных, бытовых и биологических отходов, получая почву с улучшенными свойствами и прибавку биологической продуктивности.

Именно с такой позиции необходима переоценка большей части агромероприятий, выполняемых на пашне. Человек, переводя потенциальное плодородие в эффективное, как правило, направляет агротехнические мероприятия на ускорение разложения ранее накопленных природой органических веществ для обеспечения растений более доступными элементами питания. А восстановится ли после этого исходный потенциал плодородия или нет, зависит от того, насколько лучше станет развиваться корневая система растений, насколько больше поступит в почву органических остатков, как изменится биологическая активность почвенных микроорганизмов.

Человек, исходя из анализа многолетних наблюдений комплекса условий тепло- и влагообеспеченности, возделывает те растения, которые в данное время необходимы для его жизнедеятельности, не зная, какие природные условия сложатся в ближайшем будущем. Это диктует необходимость постоянно совершенствовать комплекс агромероприятий для возможного повышения продуктивности, причем без снижения стабильности результатов сельскохозяйственного производства.

Изучение сравнительной продуктивности естественных биоценозов и агроценозов, проведенное в 1965–1975 гг. в Западной Сибири и Северном Казахстане, показало, что «полная первичная продукция (включая ее надземную и подземную часть) природных экосистем, несмотря на то, что они не получают дополнительных вложений энергии, воды, питательных элементов, близка к продукции агроценозов, а в ряде случаев и выше ее» [11]. Оказалось, что величина биологической продукции в агроценозах Сибири, равная в среднем 1090 г/м²-год, «...очень близка к средней величине продукции агроценозов умеренной зоны Европы, Азии и Северной Америки – 1140 г/м²-год» [11].

В природных условиях плодородие создается тысячелетиями без какой-либо обработки, но за счет биотурбаций за счет совместного воздействия на бесплодную материнскую породу растений, педобионтов и микроорганизмов. При этом питательный режим почвы создает сама природа за счет, с одной стороны, гумусонакопления, а с другой - минерализации органических остатков растений, микроорганизмов и тех животных, которые живут в этой почве. Для Природы важно не насколько больше фитомассы вырастит на почве человек, а насколько больше органических веществ он вернет в природный естественный цикл почвообразования. В этом заключается главная глобальная проблема взаимодействия Природы и Человека, обрабатывающего землю.

В большинстве аридных и субаридных регионов Земли, в пашню которых введены комплексные массивы зональных почв с участием пятен солонцов, поднять продуктивность малоплодородных почв возможно лишь разработкой инновационных путей их мелиорации. Это следует достигать без снижения продуктивности окружающих такие пятна черноземных и иных гумусово-аккумулятивных почв, используя только агротехнологические приемы, без привлечения чуждых Природе веществ, нарушающих экологически сбалансированную окружающую среду. Обычно к таким чуждым веществам относят внесение минеральных

удобрений, которые в умеренных дозах предназначены для регулирования питательного режима растений. Но в практике они далеко не всегда обеспечивают существенное повышение продуктивности пашни. Больше того, внесение удобрений на засоренных полях стимулирует в первую очередь развитие неприхотливых сорных растений и ведет к снижению урожайности полей, а сочетание минеральных удобрений, пестицидов и ретардантов, как правило, хотя и обеспечивает повышение продуктивности возделываемых культур, но существенно снижает рентабельность полученного урожая [12].

Более перспективный путь – изменение системы обработки почвы. Упомянутые выше общие принципы современной биогеосистемотехники определяют направления совершенствования системы обработки почвы с учетом необходимости изменения плодородия введенных в пашню почв невысокой продуктивности. При этом пути дифференциации технологии обработки полей севооборота в любом хозяйстве обуславливают особенности свойств разных компонентов почвенного покрова: плотности сложения, водопроницаемости и биологической активности.

В современных условиях начала XXI в., как и в периоды формирования древнего сельского хозяйства, наблюдается массовое забрасывание в залежное состояние части ранее освоенных низкопродуктивных массивов с расчетом возврата их в сельскохозяйственный оборот через некоторый период после восстановления необходимого плодородия. В отсутствие препаратов для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями, а также финансовых средств на приобретения орудий для внесения минеральных и органических удобрений, трудно представить другой путь восстановления плодородия почвы. Фактически залежно-паровое земледелие это один из вариантов адаптивно-ландшафтного земледелия в условиях дефицита техники и трудовых ресурсов для достаточно рентабельного, но не товарного землепользования. С позиции государства этот путь, избираемый землевладельцами, грозит нарушением продовольственной безопасности страны.

В Государственной программе развития АПК до 2020 г., приоритетной задачей ставится возвращение в пашню земель, необоснованно выведенных из оборота. Но для решения данной задачи необходимо вскрыть объективные и субъективные причины этого негативного процесса.

Весьма глубокий анализ подобной ситуации в России, сложившейся в XIX в. вскоре после отмены крепостного права, был проведен первым российским доктором сельскохозяйственных наук профессором А.В. Советовым. В своей классической работе «О системах земледелия» 1866 г. он объективно показал пути становления и совершенствования различных вариантов использования земель в России, Древнем Риме, Европе средних веков [13]. При этом оказалось, что «все народы на местах безлесных, или даже на местах лесистых, но, по истреблению лесов огнем, держались, пока было можно, переложной системы» [13]. Естественно, в густонаселенной Западной Европе давно исчезли всякие ее следы. А.В. Советов с иронией цитирует мнение одного из самых передовых германских агрономов первой четверти XIX в. Шварца, который ужаснулся, встретив в центре Европы в одном из районов Вестфалии, «варварское» использование земли по переложной системе.

А.В. Советов 145 лет назад утверждал, что российскую традиционную трехполку породил опыт помещичьего землевладения, а залежную систему – опыт использования избытка свободных земель, как в северных и южных окраинах России, так и в Сибири. Говоря о залежно-переложной системе земледелия, Советов отмечает, что при такой системе «земля, при самой легкой, поверхностной обработке, несколько лет сряду, засеивается необходимыми для домашнего обихода или наиболее прибыльными для продажи растениями и, по истощении, запускается в перелог (залежь), которым пользуются или как пастбищем или как сенокосом. Затем, когда истощенный участок отлежится, соберется с силами, он снова поступает в такой же круговорот, пока не наступит его окончательное истощение... Об удобрении распахиваемых земель или засеивании выгонов кормовыми травами при этой системе обыкновенно не думают. Простор и обилие земли везде одинаково балуют землепашца».

В путешествии по России Петр Паллас (1768-1774) отмечал, что на богатых плодородных почвах юго-западной Сибири земледельцы держались такого же порядка использования земли, как на юге России. Цитируя Палласа, Советов писал: «Большая же

часть полей в юго-западной Сибири, так плодородна, что если их через каждые два года оставлять в пару, то они родят 10–15 и более лет без всякого удобрения». Но, как ни благоприятна степь преимущественно для хлебных растений, однако постоянная культура одних и тех же растений может неблагоприятно отозваться на степном земледелии. Оно засоряет земли сорными травами, истощает почву постоянно одними и теми же составными частями и ставит хозяев в безвыходное положение в случае неурожая. Когда степные хозяева начнут разнообразить свою полевую культуру, тогда они полюбят ненавистное теперь для них удобрение, а вместе с тем должны будут ввести на полях тщательную обработку...» [13]. О факторе товарного производства, интенсифицирующего земледелие, и заставляющего «разнообразить свою полевую культуру» Советов в XIX веке не мог говорить.

Дольше других регионов до середины истекшего века залежно-паровая система земледелия сохранялась в Западной Сибири. На маломощных длительно сезонно-промерзающих почвах при коротком вегетационном периоде иные агротехнологии себя в условиях экстенсивного земледелия не оправдывали [14].

Фактически в первой четверти XX в. после первых этапов освоения целинных земель в полевом севообороте в хозяйствах Западной Сибири под посевы использовалось лишь 25–35 % выделенной пахотно-пригодной земли, а в Восточной Сибири 60–70 % (табл.1).

Таблица 1

**Использование пахотно-пригодных земель Сибири
по переписи 1917 г., десятины***

Область (в границах 1926 г.)	На 100 дес. удобной безлесной земли			На 100 дес. посева		
	пашни всего	мягкой пашни в обработке	разница	пашни всего	в том числе	
					пара	залежи
Омская	55,5	22,2	33,3	290,5	16,3	174,2
Новосибирская	62,9	33,3	29,6	268,1	42,1	126,0
Алтайский край	66,2	21,4	44,8	353,5	14,1	239,4
Томская	48,2	41,9	6,3	151,1	41,1	10,0
Енисейская (Красноярский край)	57,5	51,0	6,5	158,4	40,5	17,9
Иркутская	71,6	70,4	1,2	181,7	78,8	2,9
Сибирь в целом	58,8	33,7	25,1	235,4	34,4	100,5

*Примечание: 1 десятина = 1,09 га

При этом на 100 га посева приходилось от 14 до 20 % паров и от 100 до 200 га залежных массивов. Залежные массивы крестьяне, по мере необходимости, распахивали после 15–20-летнего перерыва, который позволял восстанавливать ранее утраченное плодородие.

В Иркутской области в отличие от Омской на 100 га посева приходилось около 80 га паров и лишь 3 га залежей (вероятно, в южной части области).

Достаточно эффективное использование земельных фондов Сибири в начале XX в., несмотря на относительно низкую среднюю урожайность, было обусловлено высоким потенциальным плодородием этих почв. Даже при весьма низкой доле посевов, на выделенной переселенцам земле обеспечивалась рентабельность земледелия единоличного крестьянского хозяйства, которая оказалась значительно выше, чем она была в тех районах, откуда приехали эти переселенцы [15]. Но такое нерациональное, хотя и рентабельное, использование пахотно-пригодных земель было обусловлено весьма низкой товарностью сельскохозяйственного производства в стране и, особенно, в Сибири, чему способствовал известный Челябинский тарифный барьер, ограничивающий вывоз в европейскую часть страны и экспорт сибирского зерна и масла.

Анализ использования земель в Западной Сибири показывает, что именно ослабление роли товарного фактора создало предпосылки снижения продукции сельского хозяйства в конце XX в., а затем и обвал в рациональном использовании земель [14]. Однако проведенное нами в 2010–2014 гг. обследование ряда хозяйств в степной и лесостепной зонах региона показало, что уже начался поворот внимания землепользователей от экстенсивных к интенсивным путям использования земель. Они, очевидно, будут успешными, если указанное Постановление Правительства 2013 г. будет обеспечено финансовой поддержкой государства.

Говоря о рациональном землепользовании, нельзя не анализировать систему обработки почв в части устройств для ее выполнения. В разных странах в качестве почвообрабатывающих орудий вплоть до XX в. оставались различные модификации примитивных устройств (рис. 1).



а
б
Рис. 1. Обработка почвы в доиндустриальный период
а – Германия, вспашка плугом, б – Россия, пахота сохой

Первые земледельцы обрабатывали почву мотыжными самодельными орудиями, хотя плуги, облегчавшие труд земледельцев, появились еще до новой эры в Древнем Риме, Передней Азии и Китае. Современные типы плугов с железными деталями были созданы лишь в XVIII в. Известен плуг Джозефа Фольямбе (Joseph Foljam-be), который был разработан в 1730 г. в Роттерхаме, Англия (рис. 1А). Но широкое признание получил стальной плуг американского кузнеца Джон Дира (John Deere), созданный спустя 100 лет. В Европейской части России импортные плуги появились лишь в конце XVIII – начале XIX в.

Обработку почвы в России проводили в основном сохой или косулей (модификация сохи) кустарного, чаще самодельного производства (рис. 1Б). Древнейшие сошники сохи были обнаружены археологами при раскопках в Старой Ладоге и Новгороде, артефакты отнесены к концу I тысячелетия н. э.

Благодаря универсальности и доступности, а главное – меньшей энергоемкости, соха оставалась главным почвообрабатывающим орудием русских крестьян до 1930-х гг. Ещё в 1928 г. в СССР было 4,6 млн сох.

Дольше всех, вплоть до XX в., этот принцип обработки почв сохранялся в Западной Сибири. Если в Европе и Северной Америке с начала XIX в. почти все поля стали обрабатывать плугами, то первые импортные плуги в Сибири появились лишь после Всероссийских выставок 1910–1911 гг. После чего в Омске было начато их массовое производство.

Однако далеко не все крестьяне сразу признали преимущества новой технологии, хотя плуги явно облегчал вспашку земли. Великий ученый России Д.И. Менделеев, хорошо известный как автор периодической системы химических элементов, по своей инициативе с финансовой помощью Вольного экономического общества России организовал впервые в мире изучение трех приемов обработки почвы в трех природных зонах страны при 20 видах удобрений и мелиорантов. 140 лет назад он завершил опыты по сравнению работы плуга и сохи. В своих лекциях он отмечал, что самодельная соха предупреждает появление плужной

подошвы и обеспечивает лучшее крошение обрабатываемой почвы. Он подчеркивал, «при работе лемеха [сохи] подрезывают землю, а пространство земли между ними только отрывается, при этом переворачивания земли не происходит... У плуга есть нож, подошва, лемех и отвал. Соха же не имеет ни ножа, ни подошвы, - ни отвала... Лемех же представляет копьевидную комбинацию ножа плужного и лемеха... (рис. 2).

Ею труднее пахать, чем плугом, и нельзя достигнуть правильного переворачивания земли. Но зато она не лишена и хороших сторон. Помимо дешевизны и простоты конструкции, она представляет перед плугом преимущества разного рода... Первое – она хорошо разрыхляет почвы... Второе же преимущество – это сплошная вспашка, что бывает у плуга при подвижном отвале, но плуги с подвижными отвалами редко употребляются» [16].



Рис. 2. Сошники деревянной сохи

Подводя итоги своих агрономических опытов, Д.И. Менделеев указывал новым землевладельцам, получившим землю после отмены крепостного права, что «одним из первых способов скорейшего улучшения полевого хозяйства [является] углубление пахотного слоя и употребление искусственных удобрений» [16].

В течение прошедшего века в земледельческой науке сменилось несколько периодов, в которых при поддержке государства не только в России, но и странах Европы и Америки отдавали предпочтение, то одним, то диаметрально другим принципам обработки почвы.

До середины XX в. практически повсеместно господствовала парадигма отвальной обработки методом «культурной вспашки» плугом на глубину от 16–18 до 22–27 см. Но сначала в США, а после широкого освоения целинных земель в Казахстане и России в районах Сибири, Поволжья и Северного Кавказа, обнаружились катастрофические проявления дефляции и эрозии почв. Главным образом на полях обработанных отвальными плугами. Робкие высказывания противников вспашки в конце XIX и начале XX веков (В.П. Балиев и И.Е. Овсинский в России, французский фермер Жан, американский Э.Х. Фолкнер, немецкий ученый А. Ахенбах и др.) обществом, как и профессиональным сообществом, не были услышаны [14].

Перелом наступил в середине истекшего века. Колхозный полевод колхоза в Зауралье, Т.С. Мальцев, начав полевые опыты в 1949 г., через 5 лет заявил на всю страну «Плуг на пашне – не добро, а зло...» [17]. Его система обработки родилась в недрах залежно-паровой системы сибирского земледелия, знакомой ему с молодых лет: в парах – обработка почвы сохой, чем глубже – тем лучше; а в последующие после обработки почвы под пар один-два года – посев культурных растений под борону.

Не случайно именно Т.С. Мальцев первым среди соседних крестьян купил импортный плуг, позволивший углубить обработку зауральских среднемощных, среднегумусовых сезонно-промерзающих лугово-черноземных почв.

Поддержанная государственными и партийными органами Мальцевская технология Мальцева, обеспечивающая получение высоких и относительно стабильных урожаев, стала внедряться во многих регионах СССР, Германии и т.д. По воспоминаниям академика А.Н. Каштанова, уже через пять лет безотвальное земледелие, проверенное в опытах в разных регионах, «показало ошеломляющие результаты... Уже в первые годы в период

освоения в стране целинных и залежных земель эта система стала внедряться на 5 млн га ...Но затем, вначале официально «вознесенная до небес», постепенно была спущена на тормозах. «Академическая наука» официально не опровергала мальцевского земледелия, но в тоже время официально и не поддерживала» [18].

Подчеркнем, что переломным моментом в середине истекшего века в технологии земледелия оказалась не просто замена отвальной обработки почвы на безотвальную, а принципиально новая агротехнологическая система Т.С. Мальцева. Разработанная в Зауралье на лугово-черноземных почвах, она отличалась последовательным осуществлением в севообороте разноглубинной безотвальной системы обработки с использованием в пару глубокого рыхления и применением поверхностных обработок под посев зерновых в последующие два-три года в сочетании с относительно поздними сроками посева, своеобразными требованиями к подбору сортов и рядом иных особенностей [17].

Как видим, в основе системы обработки почвы Мальцева лежат принципы, которые сформировались за 300 лет сибирского земледелия. В то же время эта система показала реальную эффективность основных положений российского земледелия, сформулированных еще Д.И. Менделеевым. Но оставшись фактически экстенсивной, мальцевская система успешно реализовала лишь часть поставленных задач.

Периодическое глубокое локальное рыхление подпахотного слоя

Основным фактором повышения продуктивности зерновых культур по агротехнологии Т.С. Мальцева явилось периодическое глубокое рыхление, создающее в лугово-черноземных почвах и выщелоченных черноземах условия для формирования мощной корневой системы. Это достигалось за счет улучшения водно-воздушного и теплового режима почвы, а также ускоренной минерализации накопленных органических веществ корневых остатков в предшествующие годы минимальной обработки почвы [17]. Но вторая часть задач, провозглашенных Великим химиком – проблема нитратного дефицита и других элементов питания растений, Мальцевым даже не ставилась на изучение.

Агротехнология Т.С. Мальцева показала высокий эффект в зоне северной лесостепи Зауралья на лугово-черноземных почвах и выщелоченных черноземах, обладающих относительно благоприятным водно-воздушным режимом. Но в других условиях мальцевская система обработки почв, основанная на возрождении в условиях современной механизации сельского хозяйства принципов крестьянской системы севооборота и обработки почвы сохой, нередко себя не оправдывала. Опасаясь такого результата, Терентий Семенович постоянно выступал против шаблона в земледелии. И в первые годы одобрения теории Мальцева, и в годы ее триумфа, автор этой технологии настойчиво предупреждал о недопустимости слепого копирования и шаблона в ее применении. В работе «Новая система обработки почв и посева» Т.С. Мальцев писал «разрабатываемая нами система является далеко не законченной, а разработанные приемы агротехники не могут быть рекомендованы для всех районов страны в том виде, в каком они применяются у нас. Шаблон вреден во всяком деле, а здесь он просто недопустим».

В условиях Северного Зауралья, где разрабатывалась Мальцевская агротехнология, лимитирующими факторами плодородия являются особенности преобладающих лугово-черноземных почв, которые по новой классификации почв России (2004) следует относить к гидрометаморфизованным криогенно-мицелярным черноземам. Почвы этой группы имеют относительно повышенный уровень грунтовых вод, периодически увлажняющий корнеобитаемый горизонт. При маломощности гумусового (а, следовательно, и корнеобитаемого) горизонта, обусловленной в основном коротким вегетационным периодом, этот, казалось бы, положительный фактор в континентальной зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения оказывает негативное влияние на тепловой режим почв. Влиянием криогенного фактора определяется длительное сезонное промерзание почв, создающее весеннюю надмерзлотную верховодку, поскольку полное оттаивание почв в пашне в большинстве лет наступает лишь в середине июня в фазу кущения яровых зерновых культур, а первые осенние заморозки могут погубить созревающие посевы в конце августа – середине сентября.

Именно технология обработки почвы по Мальцеву, сочетающая периодическое глубокое рыхление с мелкой обработкой в течение нескольких лет, является наиболее

оптимальной альтернативой «почвозащитной ресурсосберегающей агротехнологии обработки почв». Мальцевская технология является краеугольным камнем обоснования способов мелиорации в неорошаемых условиях, выбор которых не может быть субъективным. Он обуславливается плодородием малопродуктивных компонентов почвенного комплекса, который формируется в естественных природных ландшафтно-климатических условиях. По этой причине он в каждом регионе имеет свою специфику.

Мелиоративное значение периодической глубокой обработки почв – основы теории Мальцева в том, что она создает предпосылки увеличения мощности корневой системы растений и активизации аэробной микрофлоры в биологически инертном подпахотном слое, а в итоге – обеспечивает эффективную фитомелиорацию всего почвенного профиля любых почв.

В отличие от системы Мальцева, систематическая мелкая безотвальная обработка приводит к повышению плотности расположенного ниже почвенного слоя, концентрированию корневой системы возделываемых культурных растений в поверхностном слое, снижая обогащение гумусового слоя в целом органическим веществом и, тем самым, существенно ограничивая его продуктивность. В первую очередь это проявляется на массивах с маломощным гумусовым горизонтом и уплотненным подпахотным маловодопроницаемым и легко набухающим, а затем уплотняющимся горизонтом.

Нельзя смешивать способы мелиорации почв низкого плодородия с типовыми приемами мелиорации плодородных зональных почв для повышения их продуктивности путем орошения или регулированием уровня грунтовых вод для предупреждения подтопления вблизи водохранилищ, хотя в том и другом случаях целью мелиорации является устранение роли лимитирующих факторов плодородия почв.

Но любая агротехнология не может быть универсальной и каждая из них имеет свои недостатки, которые проявляются при мелиорации ландшафтных экосистем.

Существенным недостатком Мальцевской системы, как и при чизельной обработке и при мелиоративной обработке гидроморфных почв, является недостаточное поступление в глубокие горизонты почвы органических веществ [19]. На родине Т.С. Мальцева, как показали исследования Е.А. Афанасьевой и П.У. Бахтина на достаточно гумусированных почвах северной лесостепи Зауралья, применение глубокого рыхления в течение длительного времени не оказывает заметного негативного влияния [20]. Но иная картина может быть на малогумусированных и, особенно, эродированных почвах.

По нашему мнению, генеральным направлением совершенствования Мальцевской системы является использование комбинированных глубокорыхлителей, способных заделывать в глубь почвы измельченную зеленую массу сидеральных культур или послеуборочных остатков, а при необходимости, кроме того, мелиорантов, сорбентов или удобрений. В результате разуплотнения подпахотного слоя почвы при одновременном его обогащении органическим веществом, можно ожидать активизации микробиологической деятельности в биологически инертном горизонте, улучшение развития и более глубокого распределения корневой системы растений и как следствие – повышение их продуктивности. В таком случае можно ожидать решения тех задач, которые ставил перед земледельцами 145 лет назад Великий химик Д.И. Менделеев.

Использование рассмотренной системы предполагает систематическое обновление сельскохозяйственной техники, видов и сортов возделываемых культур, агрохимикатов и пестицидов. Не подменяя информацию об инновациях в агротехнологии и модернизации ее элементов строго зонального назначения, приведем опыт использования нового способа мелиоративной обработки в условиях распространения черноземно-солонцовых экосистем в лесостепи Западной Сибири [21-23]. Нуждающиеся в такой мелиорации малопродуктивные засоленные и солонцовые почвы представлены практически во всех регионах мира. Они занимают от 20 до 30 %, в том числе 20–28 % пахотных земель в лесостепной зоне Западной Сибири. Большая часть рассмотренных почв в пашне имеет неплодородный слой, который располагается глубже 12 см.

Во второй половине XX в. для мелиорации каштановых комплексных почв степной зоны применяли периодическую обработку почв ярусными плугами на глубину 35–40 см.

На черноземно-солонцовых комплексах лесостепи на такую же глубину выполняли безотвальное рыхление.

В начале XXI в. для агротехнической экологически безопасной и рентабельной мелиорации почв лесостепи Сибири и нечерноземной полосы страны, предложен новый способ мелиоративной обработки и орудия для его осуществления. Этот способ включает периодическое глубокое локальное рыхление подпахотного слоя посредством чизелей, сближенных по направлению движения агрегата по сравнению с известными техническими решениями, с одновременным внесением в почву органического вещества [21]. Способ отличается от известной стандартной безотвальной системы обработки орудиями с рабочими органами лемешного типа, что обеспечивает только рыхление почвы. Инновационная технология обработки малопродуктивных почв создает предпосылки существенного мелиоративного изменения почвенного профиля в целом.

Полевые эксперименты

С целью проверки гипотезы активизации микробиологической деятельности в исходно биологически инертном горизонте за счет улучшения развития и более глубокого распределения корневой системы растений, а также экономически обоснованного заключения о комбинированном глубокорыхлителе для выполнения соответствующей почвенно-мелиоративной агротехники, в первые годы XXI в. в хозяйствах лесостепной зоны Западной Сибири – основного региона производства высокоценной яровой пшеницы – проведена серия полевых и производственных опытов.

Для закладки экспериментов был применен новый чизельный глубокорыхлитель РН-4 [24], созданный на Омском экспериментальном заводе Россельхозакадемии под руководством автора. Орудие выпускается серийно и используется во многих хозяйствах Западной Сибири, Красноярского края, Поволжья, Северного Кавказа и Казахстана. За ускоренное внедрение в производство орудия РН-4 на Всероссийской выставке «День российского поля. Ростов-на-Дону – 2007» завод был удостоен Золотой медали. В 2009 г. комбинированный рыхлитель РН-4 включен в список 100 лучших товаров России.

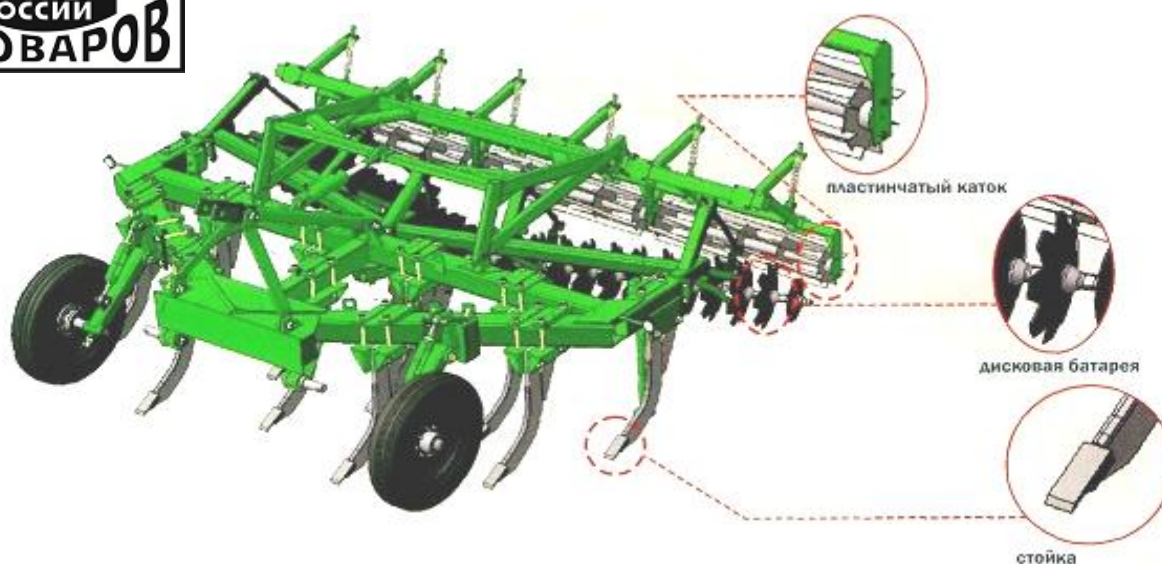


Рис. 3. Глубокорыхлитель РН-4 (производитель – Омский экспериментальный завод)

Эксплуатационно-технологическая оценка, проведенная на Сибирской машинно-испытательной станции, показала, что производительность агрегата в составе нового глубокорыхлителя и трактора К-700 при вспашке зяби составляет 2,7 га при рабочей

ширине агрегата 4,3 м и глубине обработки 0,28–0,33 м; удельный расход топлива – 14,1 кг/га. Эти показатели лучше, чем у агрегата при традиционной вспашке почвы плугом на глубину 0,2 м при ширине захвата 2,8 м. В результате производительность повышается на 20 % при снижении затрат труда и горючего до 17 %.

Методика

Опыты проводили в ОПХ «Омское» СибНИИ сельского хозяйства в лесостепной зоне Прииртышья. Полевые опыты выполнены аспиранткой А.М. Гиндемит (Семененко) в полевом севооборота, который имеет сложный комплексный покров с участием пятен солонцов, и используется в пашне не менее 200 лет.

Объектами изучения были маломощная лугово-черноземная солонцеватая почва, отнесенная по классификации почв России (2004 г.) к агрочернозему криогенно-мицелярному гидрометаморфизованному и солонец средний лугово-черноземный малонатриевый – агросолонец темный средний [22, 23].

Опыт 1. Схема опыта 1 по изучению технологии чизельной обработки почвы и оценки необходимости элементов комбинированного орудия включала: 1 – абсолютный контроль без осенней обработки; 2 – чизельная обработка серийным орудием РЧН-4,5; 3 – чизельная обработка экспериментальным орудием РН-4; 4 – то же что вариант 3 + дискование; 5 – мелиоративная обработка орудием РН-4 (чизелевание + дискование + прикатывание). Во всех вариантах чизелевания рыхление выполняли на глубину 28–35 см.

Опыт 2. Схема опыта 2 предусматривала подготовку паров с применением сидератов по двухфакторной схеме. Фактор А – влияние на свойства почв и урожайность полевых культур сидерального пара (горохового и овсяного) в сравнении с чистым ранним паром. Фактор В – способ заделки в почву сидеральных культур при вспашке и мелиоративной обработке. В варианте чистого пара применяли только мелиоративную обработку.

Размещение вариантов стандартное, в один ярус; размер делянки 50 м² (5 x 10); повторность эксперимента 3-х кратная. Сидеральные растения в почву заделывали в фазе цветения при высоте около 0,4–0,6 м.

Результаты и обсуждение

Агромелиоративная оценка работы нового глубокорыхлителя РН-4 показала эффективное разрыхление подпахотного слоя не только агрочернозема, но и агросолонца [23]. В варианте мелиоративной обработки последнего орудием РН-4 во всем слое 0–40 см увеличилось содержание агрономически ценной фракции (0,5–10 мм) до 20 % (в контрольном варианте только 8 %).

Положительное влияние глубокой мелиоративной обработки на водный режим почв сохранилось и на третий год (рис. 4).

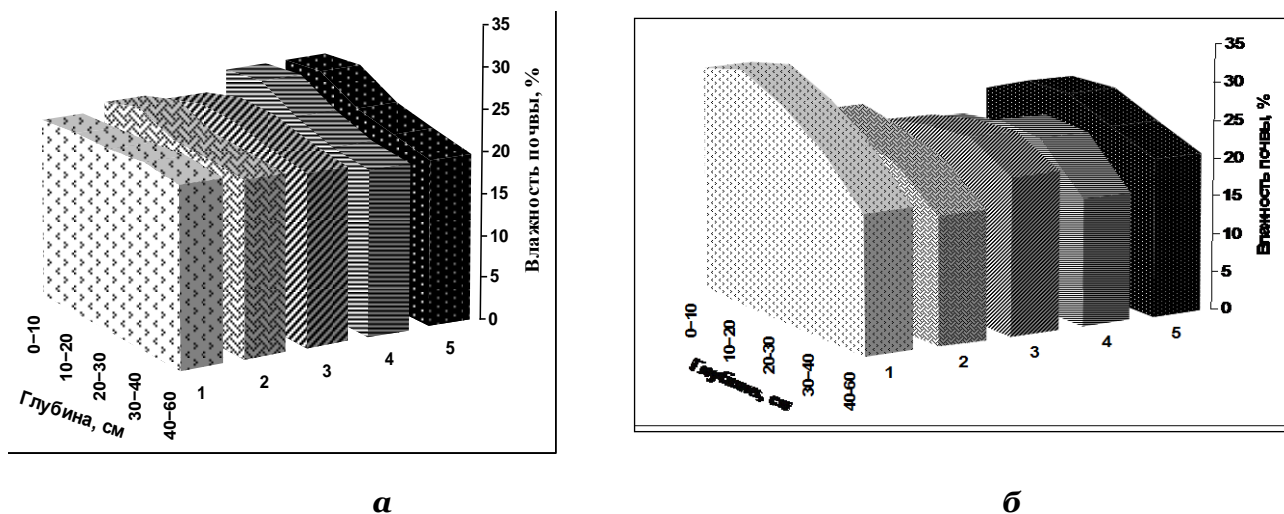


Рис. 4. Последствие способов обработки лугово-черноземной почвы (а) и солонца (б) на влажность почвы (%) по вариантам 1–5 (см. методику)

Изучение роли вносимого в почву органического вещества в звене севооборота с сидеральным паром при вспашке на лугово-черноземной почве показало практически равномерное распределение всей органической массы в пахотном горизонте. После мелиоративной обработки глубокорыхлителем РН-4 в его полной комплектации, с дисковой батареей и пластинчатым катком, большая часть фитомассы на обеих почвах находилась в поверхностном слое, но, все же, глубже его в каждую из почв было заделано 18–25 % массы сидератов. В результате мелиоративной обработки урожайность возделываемого ячменя как при действии, так и в последствии этого агроприема, повысилась по чистому пару на солонце до уровня, наблюдаемого на плодородном агрочерноземе (рис. 5).

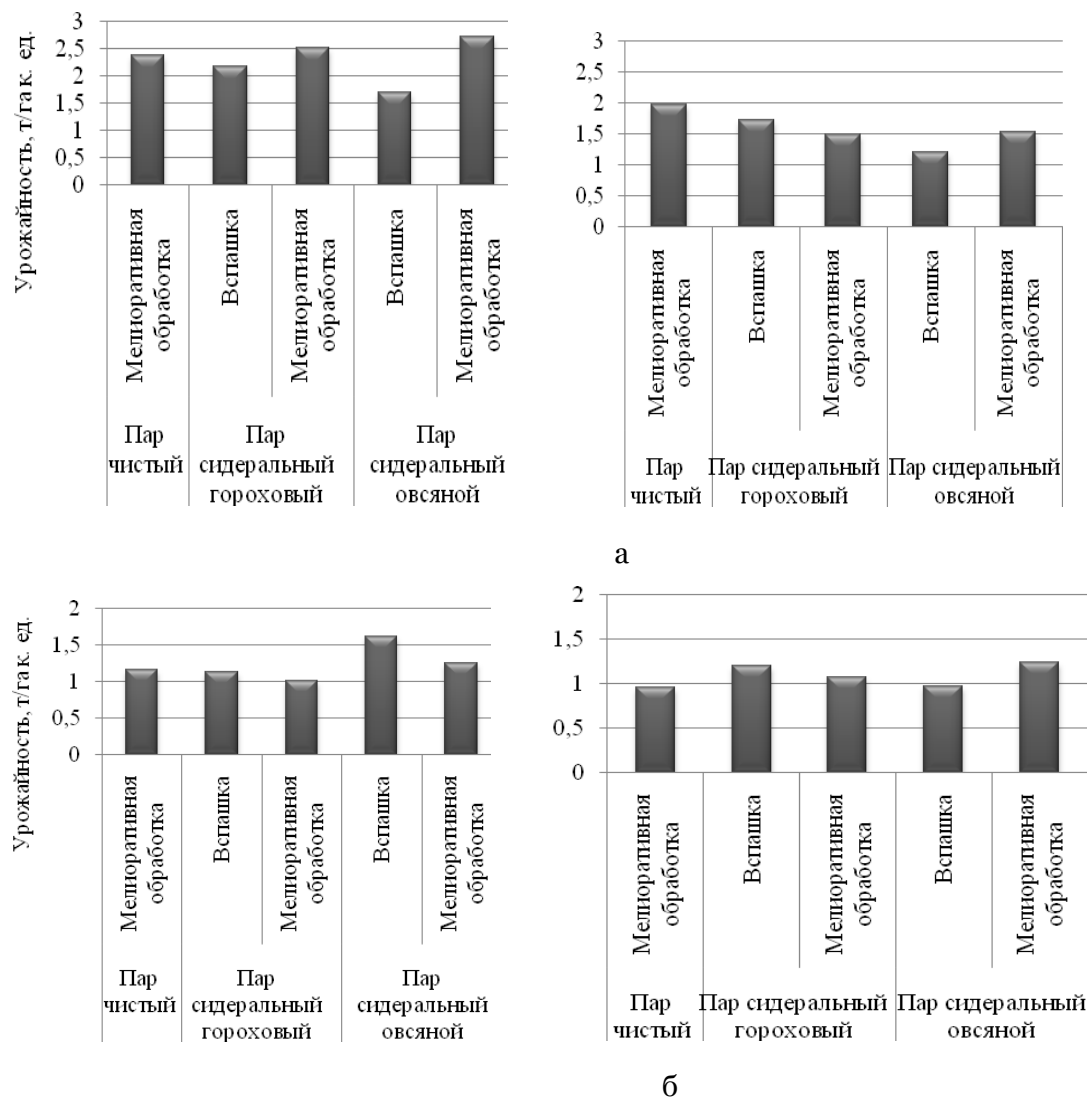


Рис. 5. Урожайность ячменя (т/га корм. ед.):

а) - по пару 2009 г.; б) - в последствии пара 2010 г.; слева – на агрочерноземе, справа – на агросолонце

Урожайность по гороховому пару с внесением сидератов под плуг на обеих почвах солонцового комплекса была выше, чем по овсяному, но ниже, чем по чистому пару.

При учете последствий сидератов оказалось, что урожайность зерна ячменя на маломощном агрочерноземе в звене севооборота с овсяным сидератом выше, чем по гороховому: при внесении сидератов глубокорыхлителем – на 24 %, плугом – на 42 %. На агросолонце влияние мелиоративной обработки с внесением в подпахотный слой органического вещества злаковых культур, проявилось лишь при последствии.

Последствие этой обработки обеспечило повышение урожайности ячменя на 25 % в сравнении с последствием чистого пара, при этом не снизилось плодородие черноземных почв.

В серии лабораторных исследований свойств почв под влиянием сидерации наиболее информативными оказались результаты микробиологических исследований [25]. В первый год связи урожайности возделываемых культур на почвах солонцового комплекса с показателями нитратонакопления не проявилось. Но уже на второй год наблюдалась четкая ее зависимость от способа мелиорации солонцовых почв, связанная с изменением нитрификационной способности почвы. Она, очевидно, обусловлена в варианте запашки горохового сидерата завершением минерализации органических веществ, а на фоне последствия мелиоративной обработки в звене севооборота с овсяным сидератом – активизацией этого процесса.

Одновременно была выявлена связь состава почвенной микрофлоры с характером изменения внесенного в почву органического вещества. В первый год коэффициент его минерализации был максимальным в пахотном слое агрочернозема, глубоко обработанного в чистом пару, а на агросолонце – в варианте действия сидерального горохового пара по сравнению с овсяным. На второй год после пара на солонцовой почве, как в пахотном, так и в подпахотном горизонтах в последствии чистого пара, наблюдалось снижение интенсивности процесса минерализации.

В вариантах мелиоративной обработки агрочернозема путем глубокого рыхления чистого пара и горохового сидерального пара на агросолонце процесс минерализации в пахотном слое был на 20 % активнее иммобилизации, оказывая положительное влияние на питание возделываемых культур. В то же время на солонце при использовании злакового сидерата в оба года, как в действии, так и в последствии сидерального пара, процесс иммобилизации был активнее минерализации, независимо от способа его обработки. Это свидетельствует о более медленном, но достаточно эффективном процессе разложения зеленой массы злакового сидерата, что стимулирует активизацию почвенной микрофлоры.

Результат взаимодействия обоих показателей отразился на величине коэффициента трансформации органического вещества, который является синтезированным показателем изменения плодородия почв [26]. На второй год в последствии овсяного сидерального пара в варианте мелиоративной обработки агросолонца коэффициент трансформации органического вещества оказался заметно выше, чем на фоне горохового сидерата и даже аналогичного варианта обработки агрочернозема. Это может служить доказательством, что не только бобовые травы, но и иные низко белковые растения могут оказывать существенное влияние на повышение плодородия почвы.

Полученные в полевых и лабораторных исследованиях результаты стали основанием нового способа мелиоративной обработки почв в условиях глубокого расположения кальцийсодержащих солей, где невозможно применить «стандартную» мелиоративную обработку по принципу самомелиорации путем ярусной глубокой обработки [21].

В производственных опытах по изучению технологии мелиоративной обработки почв в севообороте, проведенных в ОПХ «Боевое» Россельхозакадемии, установлена ее эффективность не столько в парах, как в технологии Т.С. Мальцева, сколько при обработке зяби в первый год после парования. Так как именно в этом варианте в почве остается максимальное количество пожнивных и корневых остатков. Новый способ мелиоративной обработки в этом хозяйстве на площади свыше 3000 га при совокупных затратах на проведение исследований 1100 тыс. рублей, обеспечил экономический эффект 6,12 млн рублей (в ценах 2010 г.). Он получен в сравнении с ежегодной вспашкой за счет прибавки урожайности в среднем на 0,4 т/га и сокращения затрат на обработку почвы при проведении глубокой мелиоративной обработки один раз в три года и мелкой ресурсосберегающей обработки в последующие два года [13].

В тех случаях, когда на поле распространены не только солонцы средние и глубокие средне- и малонатриевые, которые классики сибирского почвоведения К.П. Горшенин и Н.Д. Градобоев квалифицировали в качестве пахотно-пригодных сильно-солонцеватых почв, но и многонатриевые агросолонцы, встает вопрос о внесении в них гипсосодержащих мелиорантов, либо пористых сорбирующих веществ. В таком случае одновременно с внесением в глубь почвы органических веществ возможно вносить в гранулированном виде и химические мелиоранты. В этих целях на основе глубоководного РН-4 разработано и испытано в производстве усовершенствованное комбинированное орудие [21]. Оно, в равной мере, при необходимости может использоваться и для внесения в глубокие горизонты почв минеральных удобрений. Но фоне фитомелиорации, которая стимулирует биологическую активность всех компонентов почвенного покрова, повышается и доступность элементов питания вносимых удобрений.

Именно в обеспечении фитомелиорации, т.е. активизации биологических процессов повышения плодородия почвы и заключается принципиальное отличие разработанных нами орудий в зоне черноземных почв [23] от практически одновременно разработанного для условий каштановой зоны орудия для аналогичных целей [27, 28]. Благодаря мелиоративной обработке почв такие орудия в условиях близкого залегания к поверхности незасоленной солонцевой почвы внутрипочвенных карбонатов могут активизировать кальций карбонатов, обеспечивая процесс химической мелиорации почв.

Разные свойства почв предполагают неодинаковые способы изменения их продуктивности. Это и определяет инновационные пути совершенствования земледелия XXI в.

В отличие от известных способов отвальной и безотвальной обработки почв орудиями с рабочими органами лемешного типа, а также упрощенных ордий типа самодельной сохи, новые инновационные технологии обработки малопродуктивных почв создают предпосылки существенного мелиоративного изменения почвенного профиля. Это происходит за счет углубления корнеобитаемого слоя почвы при дифференцированном учете особенностей условий почвообразования в разных природных зонах. В одних случаях в положительного действия мелиорации химическая мелиорация, в других – фитомелиорация. Но в том и другом случаях предлагаемые способы мелиорации базируются на мобилизации внутрипочвенных ресурсов почвенного плодородия без завоза чуждых веществ. Часто – веществ, нарушающих экологически сбалансированный химический состав окружающей среды.

Заключение

В Западной Сибири решение задач повышения продуктивности маломощных уплотняющихся почв тяжелого гранулометрического состава с пятнами почв низкого плодородия возможно осуществить с использованием инновационных способов мелиоративной обработки, применяя принципиально новые почвообрабатывающие орудия. Установлено, что в черноземной зоне, где малопродуктивные почвы находятся в активной стадии формирования, мелиоративный эффект достигается за счет глубокого локального чизелевания при одновременном внесении в разрыхляемый плотный биологически инертный подпахотный слой органических веществ и послеуборочных остатков, перемешанных с частью плодородного поверхностного слоя почвы, которые изменяют направление процесса почвообразования путем фитомелиорации. Изложенные представления об обработке почвы и результаты производственных экспериментов являются основой новой парадигмы обработки почвы.

Примечания:

1. Березин Л.В. Научные основы адаптивной ландшафтно-мелиоративной системы земледелия // *Biogeosystem Technique*, 2014, Vol.(1), № 1. С. 30-40.
2. Березин Л.В. Мелиоративная обработка малопродуктивных почв / Л.В. Березин, А.М. Гиндемит // Доклады РАСХН. 2013. №4. С. 31-34.
3. Kalinitchenko V.P., A.A. Batukaev, A.A. Zarmaev, T.M. Minkina, V.F. Starcev, Z.S. Dikaev, A.S. Magomadov, V.U. Jusupov. *Biogeosystem technique as a contribution to global food sustainability* // 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. 37.

4. 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.

5. Минкин М.Б., Калиниченко В.П. Интенсификация мелиоративного процесса на почвах солонцовых комплексов посредством регулирования гидрологического режима // Почвоведение. 1981. №11. С. 88-99.

6. Robert I. Papendick and James F. Parr. Soil quality – The key to a sustainable agriculture // American Journal of Alternative Agriculture. Vol. 7. Special Issue 1-2 (Special Issue on Soil Quality). May 1992. P. 2-3.

7. Anderson Randy L. A rotation design to reduce weed density in organic farming // Renewable Agriculture and Food Systems. Volume 25. Issue 03. August, 2010. P. 189-195.

8. Olha Sydorovych, Charles W. Raczkowski, Ada Wossink, J. Paul Mueller, Nancy G. Creamer, Shuijin Hu, Melissa Bell and Cong Tu A technique for assessing environmental impact risks of agricultural systems // Renewable Agriculture and Food Systems. Vol. 24. Issue 03. September 2009. P. 234-243.

9. Kennedy T.F., Connery J., Fortune T., Forristal D., Grant J. A comparison of the effects of minimum-till and conventional-till methods, with and without straw incorporation, on slugs, slug damage, earthworms and carabid beetles in autumn-sown cereals // The Journal of Agricultural Science. 19 September 2012. FirstView Article. P. 1-25.

10. Moberly P.K. Deep tillage investigations on five soil types of the South African sugarbelt // Proceedings of The South African Sugar Technologists' Association-June 1972. P. 205-210.

11. Титлянова А.А. Продукционный процесс в агроценозах /А.А. Титлянова, Н.А. Тихомирова, Н.Г. Шатохина. Новосибирск: Наука, 1982. 185 с.

12. Холмов В.Г. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. Омск: Изд-во ФГОУ ОмГАУ, 2005. 396 с.

13. Советов А.В. О системах земледелия. Избран. соч. М.: Гос. изд-во сель.-хоз. лит-ры, 1954. С. 241-422.

14. Березин Л.В. Авангард сибирского земледелия. К истории земледелия Сибири. Омск: Изд-во ИП Макшеевой, 2012. 132 с.

15. Кошелев Б.С. Организационно-экономические основы производства зерна в Западной Сибири. Омск: Изд-во ОмГАУ, 2003. 360 с.

16. Менделеев Д.И. Лекции по земледельческой химии // Работы по сельскому хозяйству и лесоводству. Изд-во АН СССР. М., 1954. С. 191-236.

17. Мальцев Т.С. О новой системе агротехники // Вопросы земледелия. Избранное. М.: Агропромиздат, 1985. С. 227-234.

18. Каштанов А.Н. Великий крестьянин России (К 110-летию со дня рождения Т.С. Мальцева). М.: Курган, 2005. 55 с.

19. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.: Изд-во МГУ, 1987. 304 с.

20. Афанасьева Е.А., Бахтин П.У. К вопросу о классификации почв, переходных от луговых к черноземам лесостепной полосы Западно-Сибирской низменности. Почвоведение. 1958. № 7. С. 76-85.

21. Патент 2407262 RU, МПК А01В 79/02. Способ мелиоративной обработки почвы / Л.В. Березин, А.М. Гиндемит. Заявл. 21.07.08. Оpubл. 27.12.10. Бюл. №36.

22. Гиндемит А.М. Влияние приемов мелиорации на свойства и продуктивность солонцовых комплексов лесостепной зоны Омского Прииртышья. Автореф. дис...канд. биол. наук: 03.02.13. Тюмень, 2011. 20 с.

23. Гиндемит А.М. Новый метод мелиоративной обработки солонцовых почв /А.М. Гиндемит, В.Ф. Клюстер // Докл. Омского отделения Междунар. акад. экологии и безопасности жизнедеятельности. Т. 8, вып. 2 (15). Омск: МАНЭБ, 2009. С. 57-69.

24. Патент на полезную модель №109633 RU, МПК А01В 49/02. Комбинированное орудие для глубокой обработки почв / Л.В. Березин, А.А. Кем, Е.В. Красильников, А.М. Гиндемит. Заявл. 12.04.2011. Оpubл. 27.12.11. Бюл. № 30.

25. Березин Л.В. Влияние мелиоративной обработки на биологическую активность почв солонцового комплекса Западной Сибири / Л.В. Березин, О.Ф. Хамова, Е.В. Падерина, А.М. Гиндемид // Почвоведение. 2014. № 11. С. 1138-1145.

26. Муха В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов // Сб. науч. тр. Харьковский с.-х. ин-т, 1980. С. 13-16.

27. Калиниченко В.П. Устройство для ротационного внутрипочвенного рыхления. Патент РФ на изобретение RU №2376737 С1. Патентообладатель: Институт плодородия почв юга России. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 декабря 2009 г. МПК А01В 33/02 (2006.01) А01В 33/02 (2006.01). Заявка в ФИПС от 25.04.08. Входящий №2008118583/12(021536) от 08.05.2008. Опубликовано 27.12.2009. Бюл. №36.

28. Rotating cultivator for under-humus soil layer. Geneva. Switzerland. The international Bureau of WIPO. Geneva. Switzerland. Patent cooperation treaty WO 2005/099427 A1. International application: PCT RU/2005/000195. Classification of subject matter: A01B 13/08, 13/16, 49/02. International filing date: 15 April 2005 (15.04.2005). International publication date: 27 October 2005 (27.10.2005). Priority date: 2004111564 16 April 2004 (16.04.2004) RU. Applicant: Institut Plodorodiya. Pochv Uga Rossii (IPPYUR). Inventor: V. Kalinichenko.

References:

1. Berezin Leonid V. Scientific Basis of the Adaptive Landscape Reclamation Farming Systems // Biogeosystem Technique, 2014, Vol.(1), № 1. С. 30-40. (in Russian)

2. Berezin LV Reclamation processing of marginal soils / LV Berezin, AM Gindemit // Reports of the RAAS. 2013. №4. Pp. 31-34. (in Russian)

3. Kalinitchenko V.P., A.A. Batukaev, A.A. Zarmaev, T.M. Minkina, V.F. Starcev, Z.S. Dikaev, A.S. Magomadov, V.U. Jusupov. Biogeosystem technique as a contribution to global food sustainability // 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. 37.

4. Kalinichenko V.P. Features of the structural organization of the soil mass in waterlogged soil slopes chernozem zone / V.P. Kalinichenko, O.G. Nazarenko, L.P. Ilina // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 1997. №5. P. 22-24. (in Russian)

5. Minkin M.B. Intensification of reclamation process in soils of alkaline complexes by adjusting the hydrological regime / M.B. Minkin, V.P. Kalinichenko // Soil Science. 1981. №11. P. 88-99. (in Russian)

6. Robert I. Papendick and James F. Parr Soil quality – The key to a sustainable agriculture // American Journal of Alternative Agriculture. Volume 7. Special Issue 1-2 (Special Issue on Soil Quality). May 1992. P. 2-3.

7. Anderson Randy L. A rotation design to reduce weed density in organic farming // Renewable Agriculture and Food Systems. Volume 25. Issue 03. August, 2010. P. 189-195.

8. Olha Sydorovych, Charles W. Raczkowski, Ada Wossink, J. Paul Mueller, Nancy G. Creamer, Shuijin Hu, Melissa Bell and Cong Tu A technique for assessing environmental impact risks of agricultural systems // Renewable Agriculture and Food Systems. Volume 24. Issue 03. September 2009. P. 234-243.

9. Kennedy T.F., Connery J., Fortune T., Forristal D., Grant J. A comparison of the effects of minimum-till and conventional-till methods, with and without straw incorporation, on slugs, slug damage, earthworms and carabid beetles in autumn-sown cereals // The Journal of Agricultural Science. 19 September 2012. FirstView Article. P. 1-25.

10. Moberly P.K. Deep tillage investigations on five soil types of the South African sugarbelt / Proceedings of The South African Sugar Technologists' Association-June 1972. P. 205-210.

11. Titlyanova AA Production process in agrocenoses /A.A. Titlyanova, NA Tikhomirov, N. Shatokhina. Nauka, Novosibirsk, 1982. 185 p. (in Russian)

12. Kholmov VG Intensification of agriculture and resource conservation in forest-steppe of Western Siberia. Omsk: Publishing House of the Federal State University OmGAU, 2005. 396 p. (in Russian)

13. Sovetov A.V. On the farming systems. Selected Works. M.: State Agro-Literature Publishing, 1954. P. 241-422. (in Russian)
14. . Berezin LV Vanguard of the Siberian agriculture. On the history of agriculture in Siberia. Omsk: IP Maksheeva Publishing House, 2012. 132 p. (in Russian)
15. Koshelev BS Organizational-economic bases of grain production in Western Siberia. Omsk: Publishing House of OmGAU, 2003. 360 p. (in Russian)
16. Mendeleev DI Lectures on agricultural chemistry // Work on agri-farms and forestry. Publishing House of the USSR Academy of Sciences. M., 1954. Pp. 191-236. (in Russian)
17. Maltsev TS New system of farming // Questions of farming. Favorites. M.: Agropromizdat, 1985. Pp 227-234. (in Russian)
18. Kashtanov AN Great Russian peasant (the 110-year anniversary of TS Maltsev). M.: Barrow, 2005. 55 p. (in Russian)
19. Zaydelman FR Reclamation of soils. M.: MGU Publishing House, 1987. 304 p. (in Russian)
20. Afanasyeva EA, Bakhtin PU On the classification of soils, transition from meadow to chernozem of the forest-steppe zone of the West Siberian Plain. Soil Science. 1958. № 7. Pp. 76-85. (in Russian)
21. Patent 2407262 RU, IPC A01B 79/02. The method of reclamation soil-processing / LV Berezin, AM Gindemit. Appl. 21.07.08. Publ. 27.12.10. Bull. №36. (in Russian)
22. Gindemit AM Influence of methods of reclamation on the properties and productivity of solonetz complexes of steppe zone of Omsk Irtysh region. Abstract. Dis ... Cand. Biol. Sciences: 02.03.13. Tyumen, 2011. 20 p. (in Russian)
23. Gindemit AM New method of reclamation processing of solonetz soil /AM Gindemit, VF Klyuster // Reports of Omsk Branch of International Acad. of Ecology and Life Safety. Volume 8, Issue 2 (15). Omsk: MANEB, 2009. Pp. 57-69. (in Russian)
24. Utility patent №109633 RU, IPC A01B 49/02. Combined instrument for deep tillage / LV Berezin, AA Kem, EV Krasil'nikov, AM Gindemit Appl. 12.04.2011. Publ. 27.12.11. Bull. №30. (in Russian)
25. Berezin LV Influence of reclamation treatment on soil biological activity of solonetzic complex of Western Siberia / LV Berezin, OF Khamova EV Paderin, AM Gindemit // Soil Science. 2014. № 11. Pp. 1138-1145. (in Russian)
26. Mukha VD About indicators reflecting the intensity and direction of soil processes // Proc. of Kharkov agricultural Inst., 1980. Pp 13-16. (in Russian).
27. Patent RU №2376737 C1. IPC A01V 33/02 (2006.01) A01V 33/02 (2006.01). Device for subsurface rotary tillage / Kalinichenko VP Patentee: Institute of soil fertility in southern Russia. Registered in the State Register of Inventions of the Russian Federation, December 27, 2009. Application on 25.04.08. Published on 27.12.2009. Bull. №36. (in Russian).
28. Rotating cultivator for under-humus soil layer. Geneva. Switzerland. The international Bureau of WIPO. Geneva. Switzerland. Patent cooperation treaty WO 2005/099427 A1. International application: PCT RU/2005/000195. Classification of subject matter: A01B 13/08, 13/16, 49/02. International filing date: 15 April 2005 (15.04.2005). International publication date: 27 October 2005 (27.10.2005). Priority date: 2004111564 16 April 2004 (16.04.2004) RU. Applicant: Institut Plodorodiya. Pochv Uga Rossii (IPPYUR). Inventor: V. Kalinichenko.

УДК 631.4:631.6

Новая парадигма обработки почв

Леонид Владимирович Березин

Омский государственный аграрный университет, Российская Федерация
Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Аннотация. Изложены новые принципы осуществления основной обработки комплексных почвенных массивов с участием солонцов и других почв пониженного

плодородия. Показана возможность управления дисперсной системой почвы и ее эволюцией в условиях ландшафтно-мелиоративной системы земледелия, что обеспечивает длительное повышение биологической продуктивности почв. Изложены особенности и эффективность новой технологии мелиоративной обработки почв, сочетающей глубокое рыхление с внесением органических веществ в подпахотный слой почвы с последующей мелкой предпосевной подготовкой почвы к посеву как основы новой парадигмы обработки почвы.

Ключевые слова: принципы обработки почвы; солонцовые комплексы почв; мелиоративная обработка; глубокое рыхление; чизелевание; биологическая активность почв.

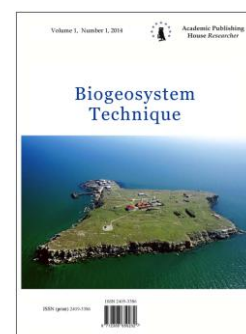
Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 2, No. 2, pp. 150-162, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.2.150

www.ejournal19.com



UDC 332.1

Integration Processes in the Geo-economic Structure of the World Economy: Trends of Contemporary Development

¹Mihail N. Dudin
²Nikolaj V. Lyasnikov
³Aleksandr S. Senin
⁴Sergej N. Kapustin

¹ Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Russian Federation

Dr. (Economy)

E-mail: dudinmn@mail.ru

² Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Russian Federation

Dr. (Economy), Professor

³ Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Russian Federation

Dr. (Economy), Professor

⁴ Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Russian Federation

Dr. (Economy), Professor

Abstract

Importance. Relevance of the chosen topic due to the establishment of post-war world order, the so-called "bi-polar world." When there were two superpowers - the US and the USSR, about the same power in all types of weapons, as well as each of them in theory could multiply to destroy their stockpiles of nuclear weapons all life on Earth. These two main factors exclude the armed conflict between the two countries, because such a conflict could become not just another war, but already the last war of humanity. These two systems are embodied in the two superpowers, could provide an alternative to other countries of the world: for some it was inevitable - the countries of Eastern Europe, the countries of Western Europe; but for Africa, especially after the "Year of Africa" - in 1960, there is an alternative choice model of socio-economic development - capitalist or communist (socialist), and very often, as the former colonies of Western European countries, these countries chose the Soviet model of economic development and society, often taking into account local circumstances.

At present, the world is objectively ceased to be a two-pole, and in the opinion of many experts the world is now a single-pole, and the main hegemony, primarily in the economic sphere is the United States, unfortunately, this country is not only the legislator of progress, but as we see impose their will throughout the world space, which adversely affects the entire Mir-system as well as its development.

In view of this very important are the issues of integration processes in contemporary geo-economic structure of the world economy.

The purpose / objectives. The purpose of this study establish the basic principles of integration and interaction of regional geo-economic systems in relation to the conditions of the present stage of development of Russia.

To achieve this goal, a number of tasks:

- Identify the purpose of the application of an integrated approach with respect to the functioning and development of geo-economics, regional or national scale of a single country;
- identify the factors of the process of international economic integration;
- explore and identify the criteria for determining the regional geo-economic system.

The object of research is the process of regional integration goeekonomicheskikh systems in the modern world at the present stage of development of the Russian economy.

The subject of the study is the economic and political relations in the folding process of regional integration goeekonomicheskikh RF systems in the modern world.

Results. As part of the article the author was found that at this stage of development of the world economy to achieve leadership positions in the rankings. Advanced economies is not enough to have a high national figures, they should be high and all regions of the country, because it is the regions are the engine of the world economy.

Keywords: geo-economic region; integration; regional association; the global economy; integration processes.

Введение

Общественное развитие последних десятилетий неразрывно связано с растущей глобализацией мировой экономики, сопровождающейся либерализацией движения капитала и ускоренным развитием технологий, позволяющих проводить операции на различных рынках. Влияние международного разделения труда в совокупности с повышением мобильности капиталов и исчезновением границ между различными финансовыми институтами, вовлекло сложившийся миропорядок в эпоху турбулентности, которая оказывает негативное влияние на состояние интеграционных процессов в современной геоэкономической структуре устойчивого развития мирового хозяйства.

Периодически проводимые в различных уголках земного шара экономические и социально-экономические эксперименты государственного масштаба часто основываются на сверхдоходах от углеводородов – нефти или газа. К примеру – Венесуэла, Туркменистан, Ливия времен правления Муаммара Каддафи (именно в этой стране была организована самобытная форма государственного управления – джамахирия), соответственно, внешне декларируемый отказ от благ мирового цивилизованного общества, где при этом не брезгают обменивать внешнеполитические угрозы на гуманитарную помощь от своих завяленных противников – КНДР.

В настоящее время Мир объективно перестал быть двухполюсным, и, по мнению многочисленных экспертов, в настоящее время является однополюсным. Гегемоном мира, в первую очередь в экономической сфере является США, в то же самое время эксперты выделяют триединую финансово-экономическую структуру мира, с тремя главными мировыми центрами – Западная Европа, США и Япония. Стоит заметить, что геополитическое устройство мира оказалось намного сложнее, чем упрощенный подход к его характеристике. Ярким подтверждением этому стал мировой финансовый кризис 2008 г. Именно в этот период были выявлены слабые места ЕС – Ирландия, Греция, Латвия, Испания и Кипр. А страны, которые многие воспринимали, как «второй» эшелон мировой экономики – КНР, Бразилия, Россия смогли продемонстрировать хорошее сопротивление кризису и даже динамический рост в посткризисный период. Одним из основных фактором этой устойчивости и роста стали золотовалютные запасы, которые как в России, так и в Китае считаются на настоящее время одними из самых больших в мире.

Принимая во внимание вышесказанное, можно говорить о том, что вопросы развития интеграционных процессов в современной геоэкономической структуре устойчивого развития мирового хозяйства являются актуальными и важными.

Результаты исследования и их обсуждение

На современном этапе развития мировой экономики, мы можем наблюдать интеграцию на уровне региональных объединений (ЕС, СААРК, АСЕАН, ТС, НАФТА), а также выделение роли отдельных регионов государства – Сянган, Калифорния, Бавария. Интеграция становится императивом современной мировой, национальной и региональной экономики. Поскольку она обеспечивает синергетический эффект в процессе комбинирования, переплетения и сращивания потенциалов развития хозяйственного процесса на всех уровнях его организации. Использование интеграционного подхода к развитию социально-экономической системы отдельно взятого региона, страны или региональной группировки стран обусловлено его позиционированием на одном из мезоуровней глобальной хозяйственной системы. Относительно регионов современной России интеграционный подход дополнительно актуализирован: необходимостью перехода от этапа восстановительного роста (равнение на показатели СССР или же даже на царскую Россию 1913 г.) к этапу устойчивого инвестиционного развития региональных систем. Для России это было бы актуально на Северном Кавказе, с перспективой «включения» в активное сотрудничество стран бывшего СССР в кавказском регионе, на Дальнем Востоке – в сотрудничестве с дальневосточными государствами, в европейской части – со странами ТС, странами СНГ и в перспективе со странами ЕС.

Адаптация интеграционного подхода по отношению к вопросу развития социально-экономической системы региона вызвана рядом обстоятельств:

- локализация региональной системы на одном из уровней геосистемы мирового масштаба;
- под действием глобальной интеграции усиливается потребность в эффективной пространственной реорганизации национальной и региональной экономики;
- для достижения уверенного устойчивого развития национальной экономики необходимостью поиска ресурсов модернизации и ускорения развития системы [1, 2].

Анализируя вышеизложенные обстоятельства можно определить цели применения интеграционного подхода по отношению к функционированию и развитию геоэкономики национального или регионального масштаба отдельно взятой страны:

- оптимизация существующих и при необходимости формирование иных институтов на новой, качественной основе, которая будет обеспечивать межрегиональное взаимодействие геоэкономической структуры мира;
- оптимальное и рыночное распределение потенциала (финансов, человеческого капитала, промышленного потенциала и др.).

Модернизацию инфраструктуры, промышленной базы, человеческого капитала может обеспечить интеграционный подход к взаимодействию между региональными геоэкономическими системами на уровне отдельно взятого государства.

Чтобы определить природу взаимодействия между региональными геоэкономическими системами можно провести некое обобщение функциональных задач относительно взаимодействия систем вплоть до интеграции, и соответственно переход на более качественный интеграционный уровень.

По нашему мнению, качественной формой интенсификации взаимодействия региональных систем в перерабатывающей промышленности является межрегиональные интеграционные кластеры. В структуре современных кластеров целесообразно выделять некоторые центры, обладающие наибольшей силой тяжести по отношению к остальным участникам. Таким центром в торгово-экономических интеграционных процессах становится, как правило, регион-лидер в области инвестиционной привлекательности и активности внутреннего экономического потенциала [11-12, 19, 20]. При этом кластеризация ориентирована на интеграцию имеющихся экономических и интеграционных потенциалов регионов по инвестированию, модернизации регионального пространства, технологического прорыва и тому подобное.

Термин «ближнее зарубежье», который вошел в русский экономико-географический лексикон, обозначает именно государства СНГ. Но в пределах этого блока есть и государства, с которыми Россия имеет тесные торгово-экономические контакты, и такие страны, уровень и объемы сотрудничества с которыми минимальный.

В зависимости от степени зрелости экономической интеграции в мировой практике выделяют пять типов интеграционных объединений, и шестой – политический, который на данный момент достигло только одно объединение стран – ЕС.

На первом этапе интеграционного процесса заключаются преференциальные торговые соглашения. В соответствии с ними сокращаются тарифные барьеры во взаимной торговле при сохранении национальных тарифов в отношении третьих стран.

На втором этапе создают зону свободной торговли, которая означает полную отмену таможенных тарифов во взаимной торговле при сохранении национальных таможенных тарифов в отношении третьих стран.

На третьем этапе создают таможенный союз. Это единая таможенная территория, которая предусматривает отмену всех таможенных сборов и ограничений между странами-членами, введение единого таможенного тарифа в отношении товаров третьих стран и реализацией совместной внешнеторговой политикой.

Четвертый этап связан с возникновением общего рынка. В его рамках свободная взаимная торговля товарами и услугами и единственный внешнеторговый тариф дополняются свободным передвижением факторов производства – капитала и рабочей силы, а также согласованием экономической политики.

На пятом этапе формируется экономический союз. Он объединяет рассмотрены типы интеграции с координацией макроэкономической политики стран-участниц, унификацией законодательства и стандартов, созданием наднациональных органов управления.

В международной практике выделяют два основных метода осуществления международной экономической интеграции: функциональный и институциональный. В первом случае подчеркивается интегрирующая роль рыночных сил. Интеграция рассматривается как процесс, основанный на статических сравнительных преимуществах стран. При этом важную роль играет взаимодополняемость экономик стран, которые интегрируются. С позиции институционального подхода интегрироваться могут не взаимодополняющие, а однородные и конкурентоспособные экономики, создавая принципиально новые экономические комплексы, в пределах которых должно происходить структурное взаимопроникновение экономик.

Итак, основным содержанием позиции России по формированию торговых режимов на постсоветском пространстве со своим участием является установление наиболее тесного взаимодействия между странами бывшего СССР, с перспективой к интеграции на политической основе, другими словами установление политического союза по примеру Союзного Государства России и Белоруссии или же ЕС. Ключевым в данном подходе является понятие «процесс», которое в широком смысле понимается как последовательная смена состояний и стадий развития объектов и явлений, имеет определенную целостность за счет взаимодействия и взаимосвязей составных частей и элементов, а также определенную направленность.

Для России, которая, с одной стороны, имеет мощный интеграционный потенциал, а с другой – медленно и болезненно интегрируется в мировую хозяйственную систему, жизненно необходима разработка научной базы взвешенной государственной политики и внешнеэкономической стратегии в этом направлении. Это ставит перед учеными различных направлений задачу более полного, системного исследования феномена региональной экономической интеграции, которое дополнило бы представление о региональных интеграционных процессах, которые основанные преимущественно на обобщении результатов экономического и политического взаимодействия стран.

Следует заметить, что исследования международных экономических отношений не дают достаточно достоверных результатов, если не учитывать эту взаимосвязанность. Поэтому методика исследования, опираясь на общенаучную методологию, должна обеспечить анализ изучаемых процессов и явлений с учетом тесной взаимосвязи экономического, природно-ресурсного и общественно-географического потенциала России с её геополитическим положением и ролью в международных торговых отношениях [16-18].

Исходя из общего анализа указанных аспектов исследуемой проблемы, можно представить следующую структурно-логическую схему внешнеэкономической интеграции России в мировое хозяйство путем активации внешнеторговой деятельности в векторе европейского и азиатского экономических пространств.

Одной из важнейших функций интеграции стран в систему мирохозяйственных связей является повышение конкурентоспособности государства и его регионов в рыночной экономике мирового пространства, и, как следствие, повышение социально-экономического уровня населения и уменьшение экологической нагрузки на окружающую среду [3, 5, 6].

В ходе протекания интеграционных процессов происходит углубление международного разделения труда, ограниченных ресурсов и возможностей и обеспечения наиболее эффективного производства на интегрированных территориях. Происходит интенсивный обмен товарами, услугами, капиталами и рабочей силой, сближения национальных экономик в целом. Экономическая интеграция как процесс объединения элементов национальных экономик имеет свою организационную структуру, представленную различными регулирующими органами, наднациональными независимыми образованиями.

С появлением международных экономических интеграционных тенденций появилась и объективная необходимость изучения и подведение теоретической базы этого явления. Попытки создания такой теоретической базы были осуществлены еще в 1950-е гг. такими учеными, как Р. Шуман, В. Хальштейна, М. Панича, Е. Бенуа, Л. Клохаш и др.

В разных странах интеграционные процессы происходят по-разному:

- с различными по характеру отношениями между странами-участницами;
- с различными организационными структурами;
- с разными результатами интеграционной деятельности.

Наряду с этим существуют общие черты и этапы интеграции. Ученые предлагают рассматривать международную экономическую интеграцию, как распространенную деятельность государств (правительств); предприятий (экономических агентов), разных субъектов культурной, правовой, хозяйственной и других видов деятельности, которая направлена на взаимопроникновение экономик, объединение национальных экономик в единое целое с точки зрения поставленных задач, включение их в единый воспроизводственный процесс в масштабах стран интегрируются.

Развитие процессов международной экономической интеграции основывается на:

- экономическая составляющая – объединения усилий для удачной конкуренции с другими геоэкономическими игроками на мировой арене (например – ТС, НАФТА, ЕС, АСЕАН);
- научно-техническая составляющая – кооперация стран, регионов для возможности успешно конкурировать на мировом рынке в эпоху всё ускоряющегося научно-технического прогресса (например – производство продукции Airbus в разных странах Европы);
- ресурсная составляющая – объединение для оптимизации промышленной базы (например – Европейское объединение угля и стали);
- демографическая составляющая – предоставление возможности вступления стран менее экономически развитых, но имеющих более лучшие демографические показатели (пример – «включение» Мексики в НАФТУ на ряду с США и Канадой, вступление Румынии и Болгарии в 2007 г. в ЕС) (Рис. 1).



Рис. 1. Процессы международной экономической интеграции
[составлено коллективом авторов]

Реализация интеграционных процессов предусматривает функционирование механизма интеграции. Он включает различные мероприятия, определенные на основе исследования теорий международной экономической интеграции, работ по анализу исторического опыта интеграционных процессов. Основными мерами для этого являются:

- организация наднациональных органов регулирования экономических связей;
- организация условий для свободного движения капиталов, рабочей силы, товаров и услуг в едином геоэкономическом пространстве;
- организация, как на общенациональном, так и на наднациональном уровне, в частности для еврорегионов, условий для оптимизации использования капиталов, рабочей силы, товаров и услуг в региональном геоэкономическом пространстве.

Процессы современной международной экономической интеграции имеют ряд особенностей, а именно:

- динамизм процессов международной экономической интеграции в целом, обусловлен как действием объективных факторов, так и «цепной» реакцией стран мира на развитие отдельных интеграционных группировок;
- неравномерность развития и реализации форм международной экономической интеграции, порожденная наглядными различиями экономического развития стран и регионов мира;
- развитие наряду с интеграционными дезинтеграционных процессов, которые имеют глубокие корни в исторических, политических, экономических и социальных закономерностях мирового развития.

Масштабы и темпы региональной экономической интеграции, что происходит в целом на объективной основе, дающие основания для выделения ее третьей детерминантой современного мирового экономического развития (первой детерминантой выступает национальная экономика, второй – интернационализация).

Масштабная и динамичная интернационализация обусловлена, прежде всего, доминированием транснациональных корпораций (ТНК) в системе современных экономических отношений и начальный этап развития процесса транснационализации. На микроуровне, интернационализация – это процесс внедрения фирмы в международные операции. На макроуровне интернационализация проявляется в распространении и углублении мирохозяйственных связей за счет увеличения международной мобильности факторов и результатов производства. Количественно это характеризуется увеличением экспортной, импортной и внешнеторговой квот (на уровне национальных экономик), а в целом – опережающими темпами роста международной торговли вместе с увеличением общемирового ВВП. На внешнюю торговлю влияют также неэкономические факторы, к которым можно отнести политическое вмешательство, государственное регулирование, религиозные, военные и т. д.

Подчеркнем, что проблемам формирования внешнеторговых отношений всегда уделялось достаточно внимания как теоретиками, так и практиками, в связи с тем, что она в значительной степени влияет на состояние экономики в целом и на увеличение благосостояния государства. Чтобы определить внешней торговли роль и востребованность в современном обществе, следует сказать о функциях, которые она выполняет. Отдельные ученые выделяют функции внешней торговли, но в настоящее время не существует единой четко сформированной концепции по этому вопросу. Среди современных ученых, которые выделили функции внешней торговли, следует отметить С. Сутырина. По его мнению, к наиболее значимым функциям внешней торговли можно отнести:

- пополнение недостающих элементов национального производства, необходимых для его восстановления на простой и расширенной основе. Эта функция внешней торговли заключается в том, что благодаря импорту, национальные товаропроизводители могут восстановить свое оборудование, которое они не могут приобрести на национальном рынке, и ввести новые мощности в производство, с целью достижения более эффективного его функционирования;

- трансформационная функция заключается в возможности внешних факторов производства видоизменить и разнообразить натурально-вещественную структуру ВВП и

приспособить его к нуждам потребления, накопления и возмещение израсходованных средств производства. С этой функцией связано расширение ассортимента продукции;

- эффектообразующая функция заключается в способности внешних факторов обеспечить максимизацию национального дохода при уменьшении общественных затрат труда на его производство (рост производительности труда; снижение энергоемкости и фондоемкости производства) [10-18].

Следовательно, интеграция России в систему мирового пространства является необходимым условием устойчивого развития государства, при котором одновременно должны происходить экономический и социальный рост и снижение экологической нагрузки на внешнюю среду. В современных условиях мало того, чтобы государство было экономически успешным, этому требованию необходимо чтобы отвечали и отдельно взятые регионы, особенно в такой большой стране, как Россия. Отметим что, конкурентоспособность региона в отличие от конкурентоспособности национальной экономики, характеризуется косвенной конкуренции регионов в рамках единой экономической системы. Регион считается конкурентоспособным, если его участие в повышении международной конкурентоспособности страны является весомым.

Понятие «региона» при исследовании процессов внешней торговли и современных интеграционных процессов варьируется в зависимости от целей и задач исследования или других целей, то есть любую территорию можно рассматривать как регион согласно ряду критериев, которые взяты в основу определения. Поскольку в данном исследовании речь идет о региональной политике, то целесообразно понимать регион как определенную административно-территориальную единицу в составе государства. Исходя из этого, можно воспользоваться определением, предоставляемым Ассамблеей европейских регионов: «Регион – это территориальное образование, сформированное в законодательном порядке на уровне, является непосредственно ниже после общегосударственного и который наделен самоуправлением» [3, 16, 17].

На сегодняшний день региональная политика России находится на стадии становления. Вопросы реформирования региональной политики поднимался на протяжении всего времени новой истории России, главной задачей которой является устранение межрегиональных диспропорций. Был принят ряд законодательных актов, утвержденные Концепция государственной региональной политики и Стратегия регионального развития, но в глобальном мире, когда изменения происходят ежеминутно, это явно не достаточно.

Критериями определения сути региональной геоэкономической системы выступают:

- величина и качественные показатели регионального богатства;
- показатель оптимизации между потребностями и возможностями региональной геоэкономической системы;
- относительный вклад региональной геоэкономической системы в общегосударственную геоэкономическую систему.

Подытоживая информацию указанную выше о критериях определения сути региональной геоэкономической системы, можно квалифицировать геоэкономические субрегионы России, как наиболее удобной для этого страны, которая является самой крупной в мире, находящейся одновременно в двух частях мира, и имея наиболее разнообразные природно-климатические условия для образования региональных геоэкономических субрегионов:

- регионы геоэкономические аутсайдеры, функционирующие за счет соседних регионов или же за счет финансовых «вливаний из центра»;
- регионы геоэкономические лидеры, которые могут удовлетворять потребности нынешних запросов региона (демографические, экологические, климатические) и имеют избыток в первую очередь доходов, что и позволяет скреплять и развивать геоэкономическое пространство национального масштаба;
- регионы геоэкономические «среднячки» – которые могут удовлетворять потребности нынешних запросов региона (демографические, экологические, климатические), но не более в силу различных причин – значительной коррупции, не в полной степени эффективного управления на различных уровнях, экологических условий, изменения геополитических условий;

- регионы геоэкономические «сердцевины» – регионы государствообразующие, концентрирующие на себе финансовые потоки, ресурсные потоки (выгодный логистический узел), потоки человеческого капитала, информационные потоки. Вся это концентрация потоков вызвана или же столичным статусом или же протостоточным (бывшие столицы или города, имеющие особый юридический статус в силу тех или иных причин), или же являющимися ареалами формирования государственности, что само собой подразумевает значительную плотность населения, «обжитость» региона, выгодное логистическое расположение, приемлемые климатические условия.

Комплексное применение указанных функций позволяет обеспечивать комплексное исследование особенностей внешнеэкономической интеграции регионов и России в целом в евразийское экономическое пространство, и разрабатывать рекомендации по теории повышения эффективности развитием вовлеченности экономики административно-региональной таксономической единицы в систему мирового хозяйства.

Процесс экономической интеграции происходит тогда, когда две или более страны объединяются вместе для создания более широкого экономического пространства. Страны заключают интеграционные соглашения, надеясь на экономический выигрыш, хотя могут также преследовать политические и другие цели. На макроуровне рассматривают следующие основные формы международной экономической интеграции: зона преференциальной торговли; зона (ассоциация) свободной торговли; таможенный союз, общий рынок, экономический и политический союзы, представлен в таблице 1.

Таблица 1

Формы международной экономической интеграции (обобщенно авторами на основе [4-7-9])

Формы международной экономической интеграции	Ключевые характеристики					
	Снижение внутренних тарифов	Устранение внутренних тарифов	Общий внешний тариф	Свободное движение капиталов и рабочей силы	Гармонизация экономической политики	Политическая интеграция
Зона преференциальной торговли	■					
Зона (ассоциация) свободной торговли	■	■				
Таможенный союз	■	■	■			
Общий рынок	■	■	■	■		
Экономический союз	■	■	■	■	■	
Политический союз	■	■	■	■	■	■

На региональном уровне, простейшая форма организации зона преференциальной торговли – начальная ступень интеграции. На этом этапе государства, входящие в зону, либерализуют между собой торговлю только ограниченным количеством товаров, оказывают друг другу некоторые льготы. К этому типу организаций принадлежит СНГ, а также ряд организаций Африки, Азии и Латинской Америки.

Зона свободной торговли отличается тем, что государства-участники устраняют между собой торговые барьеры, пошлина отменяется на большинство товаров. Но в отношении третьих государств, не входящих в зону, каждый член проводит самостоятельную таможенную политику. К этому уровню относятся, в частности, Европейская ассоциация свободной торговли (ЕАСТ), Североамериканская ассоциация свободной торговли (НАФТА), ассоциация государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН) и некоторые другие. Однако не все

специалисты по международной интеграции выделяют зону преференциальной торговли в самостоятельную ступень; по мнению некоторых из них, первыми ступенью интеграции является именно зона свободной торговли. Но тщательный анализ все же определяет различия между этими двумя типами. Между прочим, зона свободной торговли в рамках СНГ пока еще не в полной мере функционирует, несмотря на стремление к этому России и некоторых других стран объединения.

Таможенный союз предусматривает устранение таможенных тарифов в торговле между участниками, а также формирование общей таможенной политики в отношении стран; это означает, что все члены союза устанавливают одинаковый уровень тарифов в торговле с другими государствами. На стадии таможенного союза находились страны Европейского экономического сотрудничества в первое десятилетие образования организации (1958–1968 гг.). Близко к понятию таможенного союза подходят некоторые латиноамериканские интеграционные объединения – ЛАИ, МЕРКОСУР. Таможенный союз создан между Россией, Беларусью и Казахстаном, действие которого началось с 2010 г.

Общий рынок – это уже высокий уровень интеграции. Не только товары продвигаются беспрепятственно сквозь границы; убираются барьеры для движения рабочей силы, услуг и капиталов. Быстро развиваются и углубляются интеграционные связи, осуществляется совместная, согласованная экономическая политика. Этот тип интеграции был присущ Европейскому экономическому сотрудничеству (ЕЭС) в 1969–1992 гг. Именно эта организация получила неофициальное название «Общий рынок».

Экономический союз завершает структурное построение экономики организации как единого интеграционного объединения. На этом этапе осуществляется единая валютная политика, вводится общая валюта, единый эмиссионный центральный банк. На этом этапе находится Европейский Союз с 1992 г. (после заключения Маастрихтского соглашения).

Логическим завершением полной экономической интеграции должен стать политический союз, на пороге которого стоит ЕС, и который уже частично реализуется.

Рассматривая интеграционные процессы, следует отметить, что торгово-экономические отношения между странами также является процессом. Таким образом, научная работа посвящена анализу влияния одного процесса – торгово-экономического на другой процесс – интеграционный. Для того, чтобы доказать, что торгово-экономические отношения между странами или регионами является процессом, следует воспользоваться определениями Э.Б. Алаева.

По определению Э.Б. Алаева, процесс является последовательной сменой состояний, стадий развития. Геопространственный процесс характеризуется перемещением географических объектов и явлений по поверхности земли, или в пространстве. Итак, для географического процесса характерна последовательная смена состояний и стадий географических объектов и явлений в пространстве, то есть время, и пространство неразрывно связанное в географическом процессе.

Система, по определению Э.Б. Алаева, это объединение объектов с их свойствами и отношениями, с упорядоченными взаимными связями, которые придают этому сочетанию новые качества: целостность, автономность, устойчивость. Э.Б. Алаев разделял системы на малые и большие, простые и сложные, открытые и закрытые [1].

Заключение

На основании анализа взглядов ученых на функции внешнеэкономических и интеграционных процессов в государстве были определены основные функции торгово-экономической деятельности, которые предлагается квалифицировать следующим образом:

- прогрессивная функция, ориентированная на удовлетворение потребностей функционирования и развития субъектов, существующих в пространстве региона, а следовательно, и на эволюцию региональной системы в целом;
- интеграционная функция, обеспечивающее переплетение и интеграцию различных региональных систем, а также интеграционное взаимодействие с другими уровнями глобальной хозяйственной системы;
- информационно-инновационная функция, ориентированная на модернизацию социально-экономической системы региона и развитие его технологической основы и человеческого фактора.

Применение в международных экономических исследованиях указанных функций позволяет обеспечивать комплексное исследование особенностей внешнеэкономической интеграции регионов России и страны в целом в мировое экономическое пространство, разрабатывать рекомендации по теории повышения эффективности вовлеченности экономики административно-региональной таксономической единицы в систему мирового хозяйства.

Торгово-экономическая деятельность, как составляющая представлена разнообразными формами, и связана с производственным, налоговым, бюджетным, инвестиционным секторами экономики. Одной из важнейших задач интеграционных процессов является повышение конкурентоспособности государства в целом и ее регионов в частности, следствием чего является улучшение социально-экономических условий и качества жизни населения, указывает на общественно-географический аспект этого явления.

Примечания:

1. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь / Алаев Э.Б. М.: Мысль, 1983. 350 с.
2. Ахполова В.Б. Механизм интеграционного взаимодействия региональных социально-экономических систем в пространстве макрорегиона / В.Б. Ахполова. Ростов н/Д.: СКНЦ ВШ, 2004. 178 с.
3. Дергачева В.В. Глобализация и экономическое развитие: национальный аспект: монография / Дергачева В.В., Макогон Ю.В., Пашко Е.А., Фильянов П.А. // Под научной ред. Ю.В. Макогона. Донецк: ДонНУ, 2006. 260 с.
4. Лавров С.Ю. Макроэкономическая, технологическая и институциональная составляющие современного цикла мир-системы // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2012, № 5 (1), С. 236–241
5. Лясников Н.В., Дудин М.Н. Модернизация производства и генерирование инноваций как стимул сохранения стратегической устойчивости и конкурентоспособности предпринимательских структур // Актуальные вопросы инновационной экономики. М.: Издательский Дом «Наука»; Институт Менеджмента и Маркетинга РАНХ и ГС при Президенте РФ, 2012. № 1(1). С. 90–99.
6. Ларионов И.К. Антикризисное управление: учебное пособие. М.: Издательский дом «Дашков и К», 2010.
7. Малкина М.Ю., Лавров С.Ю. Институциональные причины цикличности экономического развития и особенности современного кризиса // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 40. С. 2–8.
8. Мироненко Н.С. Географический подход к центрo-периферическим отношениям в мировом хозяйстве / Н. С. Мироненко // Вестник Московского университета. 2005. Серия 5. География. №1. С. 25–38/
9. Московкин В.М. Методы анализа и инструменты трансграничной кооперации / В.М. Московкин // Региональная экономика: теория и практика. 2009. № 3 (96). С. 2-9/
10. Сутырин С.Ф. Международные экономические организации в поисках ответа на вызовы времени // Вестник Санкт-Петербургского Университета. 2008. Серия 5. Выпуск 1. С.79-86/
11. Полтерович В.М. Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации // Вопросы экономики. 2009. № 6. С. 53–61.
12. Порфирьев Б.Н. Экономический кризис: проблемы управления и задачи инновационного развития // Проблемы прогнозирования. 2010. № 5. С. 20-26.
13. Соколинский В.М., Бузулук Т.С. Финансовый кризис – феномен глобализации // Финансы и бизнес. 2009. № 1. С. 2–8.
14. Финансовый кризис в России и в мире / под ред. Е.Т. Гайдара. М.: Проспект, 2009. С. 7-8.
15. Хаустова В.Е., Проноза П.В. Теоретические аспекты возникновения и развития кризисных явлений в экономике // Проблемы экономики (Харьков). 2011. № 4. С. 13-23.

16. Чекменёва Т.Г. Кризисы в общественном развитии: теоретический аспект//Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 12. С. 103-106.
17. Щербаков Г.А. Ретроспективный обзор причин и последствий макроэкономической нестабильности//Экономика и управление: проблемы, решения. 2014. № 1. С. 16-27.
18. Baranenko S.P., Dudin M.N., Ljasnikov N.V., Busygin K.D. Using environmental approach to innovation-oriented development of industrial enterprises// American Journal of Applied Sciences. 2013. Vol. 11, No.2, P. 189-194.
19. Dudin M.N., Lyasnikov N.V., Senin A.S., Kapustin S.N. Cyclical development of the world economic system in the conditions of contemporary globalization// European Researcher, 2014, Vol.(84), № 10-1, pp. 1752-1764.
20. Dudin M.N., Lyasnikov N.V., Yahyaev M.A., Kuznetsov A.V. The organization approaches peculiarities of an industrial enterprises financial management // Life Science Journal. 2014. Vol. 11, No.9, pp. 333-336.

References:

1. Alaev Je.B. Socio-economic geography: conceptual and terminological dictionary / Alaev Je.B. – М.: Thought, 1983.
2. Ahpolova V.B. The mechanism of integration and interaction of regional socio-economic systems in the space of the macro-region / V.B. Ahpolova. Rostov n/D.: SKNC VSh, 2004.
3. Dergacheva V.V. The mechanism of integration and interaction of regional socio-economic systems in the space of the macro-region / Dergacheva V.V., Makogon Ju.V., Pashko E.A., Fil'janov P.A. // Pod nauchnoj red. Ju.V. Makogona. Doneck: DonNU, 2006.
4. Lavrov H.E. Macroeconomic, technological and institutional components of the modern cycle of the world-system// Bulletin of the NizhnyNovgorodUniversity. N.I. Lobachevsky, 2012, issue 5 (1), pp. 236–241.
5. Ljasnikov N.V., Dudin M.N. Modernization of production and generation of innovation as an incentive to preserve strategic stability and competitiveness of enterprise structures // Actual questions of the innovation economy. M.: Izdatel'skij Dom «Nauka»; Institut Menedzhmenta i Marketinga RANX i GS pri Prezidente RF, 2012. № 1(1). pp. 90–99.
6. Larionov I.K. Crisis management: a training manual. M: Publishing house "Dashkov and K, 2010.
7. Malkina M.Ju., Lavrov S.Ju. Institutional causes of recurrence of economic development and features of the current crisis // the Economic analysis: theory and practice. 2011. № 40. pp. 2–8.
8. Mironenko N.S. Geographical approach to the center-peripheral relations in the world economy / N. S. Mironenko // Bulletin of Moscow University. 2005. Serija 5. Geografija. №1. pp. 25–3.
9. Moskovkin V.M. Methods of analysis tools and cross-border cooperation / VM Moskovkin / V.M. Moskovkin // Regional economy: theory and practice. 2009. № 3 (96). pp. 2-9.
10. Sutyryn S.F. International economic organizations in search of an answer to the challenges of time // Vestnik St. Petersburg University. 2008. Series 5. Issue 1. pp.79-86.
11. Polterovich V.M. the innovation pause Hypothesis and the strategy of modernization // Questions of economy. 2009. № 6.
12. Porfir'ev B.N. Economic crisis: problems of management and tasks of innovative development//problems of forecasting. 2010. № 5. pp. 20-26.
13. Sokolinskij V.M., Buzuluk T.S. Financial crisis - the phenomenon of globalization // Finance and business. 2009. № 1. pp. 2–8.
14. The financial crisis in Russia and in the world, Ed. ET Gaidar. M: Prospect, 2009. pp. 7-8.
15. Haustova V.E., Pronoza P.V. Theoretical aspects of the appearance and development of crisis phenomena in the economy//economic Problems (Kharkiv). 2011. № 4. pp. 13-23.
16. Chekmenjova T.G. The current YEAR, the Crisis in social development: theoretical aspect//Vestnik of Voronezh state technical University. 2010. So 6. № 12. pp. 103-106.
17. Shcherbakov G.A. Retrospective review of the causes and consequences of macroeconomic instability//Economics and management: problems, solutions. 2014. № 1. pp. 16-27.

18. Baranenko S.P., Dudin M.N., Ljasnikov N.V., Busygin K.D. Using environmental approach to innovation-oriented development of industrial enterprises// American Journal of Applied Sciences. 2013. Vol. 11, No.2, pp. 189-194.

19. Dudin M.N., Ljasnikov N.V., Senin A.S., Kapustin S.N. Cyclical development of the world economic system in the conditions of contemporary globalization// European Researcher, 2014, Vol.(84), № 10-1, pp. 1752-1764.

20. Dudin M.N., Ljasnikov N.V., Yahyaev M.A., Kuznetsov A.V. The organization approaches peculiarities of an industrial enterprises financial management // Life Science Journal. 2014. Vol. 11, No.9, pp. 333-336.

УДК 332.1

Интеграционные процессы в геоэкономической структуре мирового хозяйства: тенденции современного развития

¹ Михаил Николаевич Дудин

² Николай Васильевич Лясников

³ Александр Сергеевич Сенин

⁴ Сергей Николаевич Капустин

¹ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХ и ГС), Российская Федерация
119571, Москва, проспект Вернадского, 82, строение 1
Доктор экономических наук, доцент
E-mail: dudinmn@mail.ru

² Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХ и ГС), Российская Федерация
119571, Москва, проспект Вернадского, 82, строение 1
доктор экономических наук, профессор

³ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХ и ГС), Российская Федерация
119571, Москва, проспект Вернадского, 82, строение 1
доктор экономических наук, профессор

⁴ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХ и ГС), Российская Федерация
119571, Москва, проспект Вернадского, 82, строение 1
доктор экономических наук, профессор

Аннотация. Актуальность выбранной темы обусловлена установлением в послевоенное время мирового порядка, так называемый «двухполюсный мир». Когда были две сверхдержавы – США и СССР, примерно одинаковые по мощности по всем видам вооружения, а так же каждая из них в теории могла многократно уничтожить своими запасами ядерного оружия все живое на Земле. Эти два основных фактора исключали вооруженный конфликт между странами, ведь такой конфликт мог стать не просто очередной войной, а уже последней войной человечества. Эти две системы, воплотившиеся в двух сверхдержавках, могли предоставить альтернативу для других стран мира: для одних она была неизбежна – страны Восточной Европы, страны Западной Европы; а вот для стран Африки, особенно после «года Африки» – 1960 г., появилась альтернатива выбора модели социально-экономического развития – капиталистической или коммунистической (социалистической), и очень часто, будучи бывшими колониями Западноевропейских государств, эти страны выбирали советскую модель развития экономики и общества, часто с учётом местных особенностей.

В настоящее время Мир объективно перестал быть двухполюсным, и по мнению многочисленных экспертов мир в настоящее время является однополюсным, и главным гегемоном, в первую очередь в экономической сфере является США, к большому сожалению

данная страна является не только законодателем прогресса, но и как мы видим насаждением своей воли всему мировому пространству, что негативно сказывается на всю Мир-систему, а также на ее развитие.

Ввиду этого очень важными являются вопросы развития интеграционных процессов в современной геоэкономической структуре мирового хозяйства.

Цель / задачи. Целью данной работы является установление базовых принципов интеграционного взаимодействия региональных геоэкономических систем применительно к условиям современного этапа развития России.

Для достижения данной цели поставлено ряд задач:

- выявить цели применения интеграционного подхода по отношению к функционированию и развитию геоэкономики регионального или национального масштаба отдельно взятой страны;
- определить факторы развития процессов международной экономической интеграции;
- изучить и выявить критерии определения региональной геоэкономической системы.

Объектом исследования выступают региональные геоэкономические системы в мире на современном этапе развития экономики России и процесс их интеграции.

Предметом исследования является экономико-политические отношения складывающиеся в процессе интеграции региональных геоэкономических систем в современном мире.

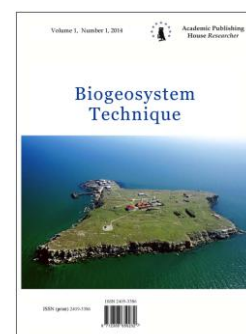
Результаты. В рамках представленной статьи автором было установлено, что на данном этапе развитии мировой экономики, для достижения лидерских позиций в мировых рейтингах. Странам с развитой экономикой уже не достаточно иметь высокие общенациональные показатели, они должны быть высокими и у всех регионов страны, так как именно регионы являются локомотивом развития мирового хозяйства.

Ключевые слова: геоэкономический регион; интеграция; региональное объединение; мировая экономика; интеграционные процессы.

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. 163-173, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.2.163

www.ejournal19.com

UDC 556.51 / 54

Basin Organizations of Nature Use, Belgorod region

¹ Fedor N. Lisetskii¹ Jeanne A. Buryak¹ Alla V. Zemlyakova² Vitaly I. Pichura

¹ Belgorod State National Research University, Russian Federation
308015, Belgorod, ul. Pobedy, 85

² Kherson State Agrarian University, Ukraine
73006, Kherson, Rosa Luxemburg, 23

¹ Dr. (Geography), ProfessorE-mail: liset@bsu.edu.ru¹ ResearcherE-mail: buryak@bsu.edu.ru¹ Senior Researcher, PhD (Geography)E-mail: zemlyakova@bsu.edu.ru² PhD (Agricultural), Associate ProfessorE-mail: pichura@yandex.ru

Abstract

Experience in developing the concept of basin organization nature use, which is being implemented throughout the territory of one of the subjects of the Russian Federation (Belgorod region), was represented. On the basis of hydrological and geographical typing 65 river basins of the region determine the feasibility of mining the four basic models of basin organization nature use with varying efficiency unit of soil and water protection measures. As a result geoplanning of basin landscape structure reorganized the structure of agricultural land in relation to topography and soils (adaptive land management) and to enhance the efficiency of regional ecological framework in the agrolandscape, which resulted in a compromise between economic efficiency land use and environmental stability of the territory. Results geoplanning of rural territories to the basin principle show the fundamental possibility of overcoming the most critical imbalances in the current structure of the land fund.

Keywords: geoplanning; river basins; basin landscape structure; adaptive land management; environmental management; GIS technology; remote sensing.

Введение

Деградация почв интенсивно проявляется на водосборах, из-за обмеления рек и сокращения густоты речной сети. Проблему ее предотвращения следует решать комплексно на основе единого методологического подхода. Бассейновая концепция природопользования, использующая речной бассейн в качестве операционной единицы

геопланирования сельских территорий, а также позиционно-динамические и бассейновые принципы ландшафтной структуризации водосборов, ориентированы на решение взаимосвязанных проблем рационального земле- и водопользования. В этой связи требуется разработка практически реализуемого на современной основе интегрального подхода к геопланированию сельских территорий на основе концепции бассейнового природопользования с учетом новых технологических возможностей проектирования – геоинформационных систем и методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Обоснование постановки проблемы

Рамочная водная директива Европейского Союза (European Union Water Framework Directive – WFD) фокусирует внимание на увязке гидролого-геоморфологических процессов и особенностей рек, в первую очередь, на необходимости учета формы, функции русла и его связности [1]. Эти показатели определяют способность водного потока обеспечивать миграцию водных организмов вверх и вниз по течению и поддерживать природную непрерывность транспорта наносов в речной системе. Поскольку основной акцент при реализации WFD делают на мониторинге гидрографической сети [2], то остается нерешенной проблема совместимости WFD с другими аспектами природопользования. В России принята Водная стратегия до 2020 г., которая предполагает разработку схем комплексного использования и охраны водных объектов. Основной целью создания единой системы управления водными ресурсами бассейна является оптимизация водопользования, увеличение располагаемых к использованию водных ресурсов в целом по бассейну за счет использования единого бассейнового подхода к управлению водными ресурсами, сочетающего интересы общеканальные с административно-территориальными. Сущность экосистемного бассейнового подхода к водопользованию заключается в переносе центра тяжести управления водохозяйственным комплексом и соответствующих мероприятий с самих водных объектов на весь водосбор для полного охвата всех возможных причин экологических нарушений, межотраслевых и межтерриториальных противоречий с целью их предупреждения и устранения [3]. Но в субъектах Российской Федерации практическое обустройство водосборов целенаправленно пока не проводят.

Интегрированное управление водосборами требует разработки такого подхода, который позволил бы увязать многокритериальные цели управления и влияние факторов окружающей среды в условиях неопределенности [4]. При геопланировании важен выбор подходов и критериев для обособления территориальные выделов пространства как операционных единиц проектирования. Чаще учитывают административные границы, что оправдано при ориентации только на экономический эффект или эффективность управления. На районном (муниципальном) уровне необходимо обеспечить поддержание механизмов воспроизводства почвенно-земельных и водных ресурсов на водосборах малых рек и внутрихозяйственное землеустройство агроландшафтов на почво-водоохранных и бассейновых принципах. При необходимости решения взаимосвязанных проблем рационального земле- и водопользования перспективен выбор такой операционной единицы геопланирования, как речной бассейн. Выбор в качестве системообразующей основы бассейновых ландшафтных структур (БЛС) как иерархической общности пространственных отношений, определяемых гидролого-геохимическим функционированием, имеет ряд преимуществ в организации и контроле экологически ориентированного природопользования. Фундаментальный характер БЛС, однозначно выделяемых в географическом пространстве, обусловлен тем, что дренажная сеть формируется в соответствии с морфоскульптурой рельефа, **с учетом** относительно неустойчивым к эрозии элементам. Гидрографическая сеть в пределе стремится к равновесию, минимизируя затраты энергии на трение, на перемещение воды и твердого стока (минимум диссипации энергии), как бы, совершенствуя свое самоподобие [5]. Наличие фрактальной размерности подтверждает анализ более чем 200 речных сетей [6].

Многоуровневая система мониторинга, которая основана на представлении о соподчиненности иерархических уровней природных систем, предложена для мониторинга почв, включая контроль их эрозионных потерь [7]. Такая система мониторинга применима также при организации и управлении природопользованием на бассейновых принципах.

Методика

Современные исследования по научно-технологическому обоснованию геопланирования сельских территорий развиваются на стыке ландшафтной экологии, экологического моделирования и геоинформатики [8]. При геопланировании БЛС необходимо применение новых методов анализа разнородных данных, их пространственной и временной координации. В этом отношении широкими возможностями располагает интегральный подход к геопланированию сельских территорий на основе бассейнового природопользования и технологических возможностей ГИС-проектирования и дистанционного зондирования. Предпроектным этапом геопланирования выступает оценка сложившейся эколого-хозяйственной ситуации в границах водосборов. Для этого необходимы: сбор, систематизация и координация геоданных с помощью ГИС-технологий. ГИС-технологии, с одной стороны, выступают в качестве средства анализа данных, моделирования и проектирования, обеспечивая междисциплинарную интеграцию экологии, землеустройства и экономики агропроизводства, а, с другой стороны, рассматриваются как ключевой инструмент поддержки принятия решений. Помимо ГИС в геопланировании важное место занимает использование данных дистанционного зондирования (ДДЗ). Если ГИС имеет интегрирующее инструментальное значение, то ДДЗ являются источником актуальных сведений, который позволяет достигнуть необходимой точности проектирования. ДДЗ позволяют оценить не только пространственную структуру землеустройства, ее изменения, но также ресурсы плодородия почв [9-11].

В целях типизации речных бассейнов использовали инструмент «*Iso Cluster*» в *ArcGIS* и сравнивали результаты вариантов кластеризации (от 3 до 10 классов). При анализе полученных вариантов типизации установлено, что доля наименьшего отклонения имеет место при 4 классах кластеризации, типы различимы по t-критерию с достоверностью 80 %.

Основу проектирования составили производные наборы растровых данных для операционно-территориальной единицы пространственного анализа – речного бассейна, полученные на основе цифровой модели рельефа (*digital elevation model – DEM*). С помощью набора инструментов *Spatial Analyst* приложения *ArcToolBox* для каждого речного бассейна методом интерполяции (операция *TopoToRaster*) была построена DEM высокой точности размером ячейки 20x20 м. Входными данными являлись цифровые векторные слои горизонталей и высотных отметок поверхности, взятые из топографических карт масштаба 1:10 000. Гидрологическую корректность обеспечивали дополнительные слои водотоков и площадных водных объектов. Путем оверлея гридов уклонов и векторного слоя угодий полуавтоматизированным способом была определена структура и конфигурация севооборотов. Проектирование залуженных водосборов было выполнено путем идентификации тальвегов гидрографической флювиальной сети (с помощью набора инструментов «*Gidrology*»).

Результаты и обсуждение

Используя векторную картографическую основу в среде *ArcGIS*, в пределах Белгородской области обоснованы границы 65 бассейнов малых рек 3–6 порядков размером от 67 до 1517 км². Из них 50 бассейнов полностью или большей своей частью расположены в пределах региона исследований [12]. За последние 200 лет длина и густота речной сети на всей территории Среднерусского Белогорья сократилась вдвое, длина речных потоков, имеющих длину более 10 км, сократилась на 550 км (12 % от первоначальной протяженности) [13]. Интенсивность деградации речной сети закономерно проявляется от водотоков низких порядков к высоким: отмечено отмирание водотоков I-III порядков, заиливание водотоков IV и V порядков, незначительные изменения у водотоков VI и VII порядков [14].

Основная территориальная особенность по результатам кластерного анализа выделенных трех типов речных бассейнов (рис.) – высокая степень предрасположенности к развитию эрозионных процессов на фоне высокой распаханности и низкой лесистости. Выполненная качественная оценка [15] показывает, что состояние сельскохозяйственных угодий находится на среднем (I и II типы) и высоком (подтипы IIIa и IIIb) уровнях. Фактически же эродированность агроландшафтов по типам бассейнов колеблется от 19 до 58 %, но иногда она может превышать 70 %. Земли в пределах I-II типов бассейнов наиболее

эрозионно-опасные, они требуют дифференцированного использования агротехнологий с участием почво-водоохранного блока мероприятий. Земли в бассейнах IIIa типа более эрозионно-устойчивы, при их обустройстве достаточны организационно-хозяйственные и агротехнические мероприятия. Таким образом, в соответствии с картосхемой (рис.) может быть рекомендована территориальная дифференциация четырех базовых моделей бассейновой организации природопользования, различающихся эффективностью почво-водоохранного блока мероприятий.

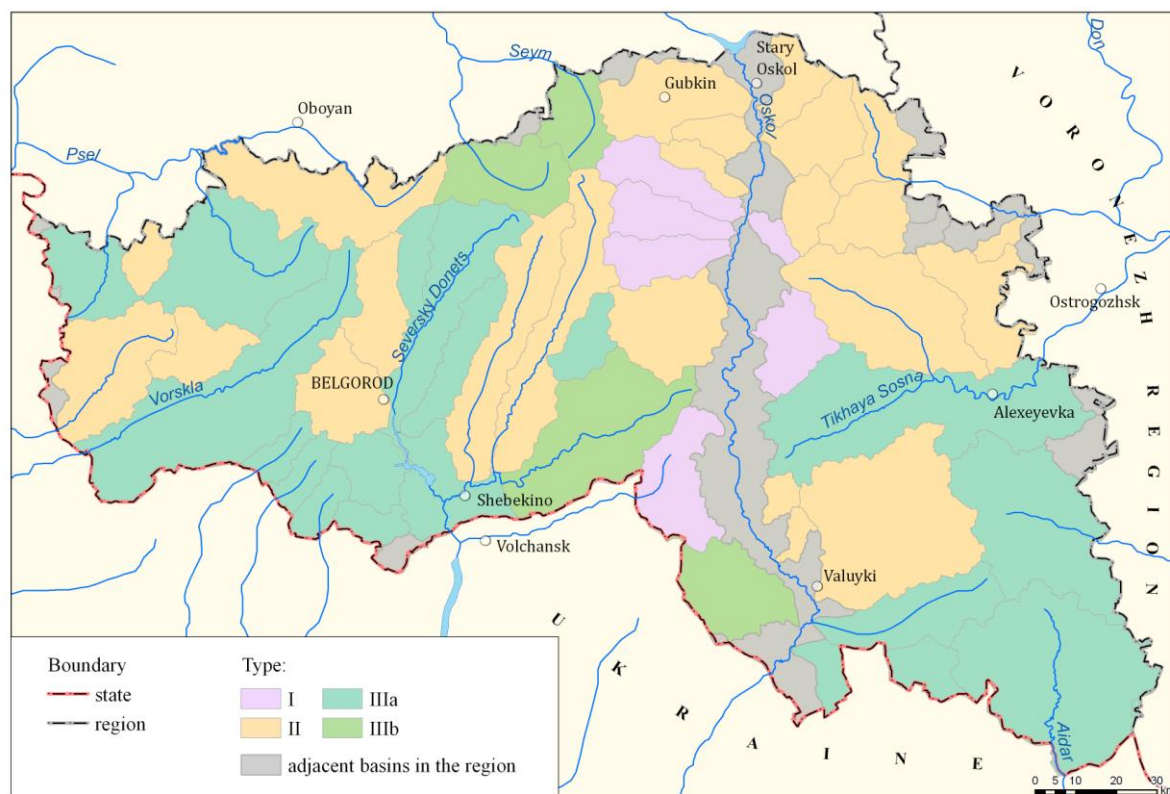


Рис. Гидролого-географическая типизация речных бассейнов Белгородской области

Геопланирование в Белгородской области осуществляли на бассейново-административных принципах, что определило формирование 140 частей речных бассейнов в границах муниципальных образований в качестве объектов проектных решений по организации бассейнового природопользования на единых методических и технологических принципах. Речной бассейн выступает операционно-территориальной единицей при геопланировании. В границах БЛС рационально организовать гидрологический и агроэкологический мониторинг, что позволит контролировать интегральные показатели эффективности внедрения концепции бассейнового природопользования. Таким образом, экологическая направленность геопланирования определяет обязательный учет природных границ, в данном случае бассейновых. Однако основные работы по реализации концепции бассейнового природопользования (внедрение и контроль) на территории области осуществляются в муниципальных районах и городских округах. Поэтому проявлением гибкости становится определенный компромисс, когда оба подхода не должны восприниматься как альтернативные. Бассейново-административный подход в природопользовании позволяет устанавливать эффективные пространственные формы взаимодействия между природопользователями, опираясь на специфику природно-хозяйственных условий в конкретном бассейне. С целью координации действий по восстановлению состояния окружающей среды и гарантирующих устойчивое социально-экономическое развитие территории области в муниципальных образованиях, находящихся в границах одного бассейна, планируется сформировать бассейновые комиссии.

В Белгородской области действуют федеральные и региональные программы софинансирования работ по природообустройству, что соотносится с практикуемыми механизмами реализации Водной Рамочной Директивы ЕС (WFD) [1], нацеленными на осуществление финансовых компенсаций и материального стимулирования хозяйствующих субъектов.

Информация по каждому речному бассейну с целью упорядочения, хранения, пополнения и изменения геоданных была интегрирована в базу данных «Бассейновая организация природопользования: проектирование и мониторинг» [16].

Для информационного обеспечения этапа реализации геопланирования на бассейновых принципах все проекты представлены на геопортале Белгородской области. Наборы разнотематических пространственных данных объединены во взаимосвязанные базы данных и геоданных. В базе геоданных размещены пространственно-координированные данные, которые напрямую отображаются на геопортале. К ним относятся векторные картографические слои, космические снимки, цифровые изображения генеральных планов, а также результаты геомоделирования в виде наборов растровых данных. База данных выступает в роли хранилища текстовых, табличных и графических данных, которые несут дополнительную информацию о социально-экономических и экологических характеристиках бассейна.

Все географические данные, размещенные на геопортале, должны поддерживать возможность вывода информации по запросам на различных административно-территориальных иерархических уровнях: области, района, муниципалитета. Для этого необходима пространственная интеграция границ речных бассейнов, сельских поселений и муниципальных образований. С помощью инструментов пространственного анализа в ГИС-приложении ArcGIS 9.3 была выполнена операция оверлея – совмещение атрибутивных характеристик векторных слоев на основе пространственного наложения их границ. В результате каждому элементу пространственной базы данных были присвоены характеристики: «Бассейн», «Район» и «Поселение». Сочетание таких характеристик позволяет однозначно идентифицировать принадлежность пространственного объекта к территории бассейна в пределах границ муниципальных районов и городских округов.

Целевой функцией геопланирования на бассейновых принципах должно стать обоснование оптимума между сложившейся практикой природопользования в бассейнах, перспективами развития территории, природно-ресурсным потенциалом, мерами по воспроизводству природных ресурсов и обеспечению экологической безопасности [17].

При геопланировании по основным компонентам (природная среда, население, хозяйство) реализуются три его составляющие: формирование экологического каркаса, экистическое (поселенческое) и хозяйственное геопланирование, что позволяет через объединенный анализ выйти на итоговое согласование планировочных решений [18].

К настоящему времени в результате геопланирования бассейнов предложены к обустройству 26,2 тыс. км², что составляет 96 % территории области (таблица). Опыт применения концепции бассейнового природопользования для геопланирования сельских территорий на уровне одного из субъектов Российской Федерации показывает принципиальную возможность преодоления наиболее критических диспропорций в сложившейся структуре земельного фонда.

Таблица

Трансформация земель в результате осуществления проектов бассейновой организации территории Белгородской области

Угодья	Площади, га		Баланс: +/-	
	фактическая (2011–2014 гг.)*	после внедрения проектов	га	%
Пашня, в т.ч.:	1466585	1461667	-4918	-0,3
севообороты на пашне:	–	1412139		

полевой	–	1014786		
зернотравяной	–	309375		
почвозащитный, в т.ч.	–	87978		
залужение в водоохранной зоне	–	5646		
овощеводство	258	258	0	0
медоносные культуры	0	31975	31975	
лесные полосы	1215	4256	3041	250,3
консервация земель	0	7954	7954	
залуженные водосбросы	0	4936	4936	
Природная травяная растительность	7016	8750	1735	24,7
Садовые и дачные участки, огороды	21917	21917	0	0
Ремизы	0	1072	1072	
Микрозаказники	0	929	929	
Природные кормовые угодья, в т.ч.	446661	373154	-73507	-16,5
сенокосы	–	199325		
пастбища	–	173829		
Сады	14135	14135	0	0
Лесные площади, в т.ч.:	357989	440050	82062	22,9
леса	277382	277883	501	0,2
древесно-кустарниковая растительность (в т.ч. на пашне)	55777	58326	2548	4,6
под облесение	25191	89298	64106	254,5
под самозаращение древесно-кустарниковой растительностью	0	15972	15972	
Под водой	20737	20737	0	0
Водоохранные зоны	–	142309		
Болота	8149,7	8149,7	0	0
Земли под застройкой, дорогами, промышленностью	270323,9	266743,9	-3580	-1,3
Прочее	5621,5	4870,5	-751	-13,4
Итого обустроено	2617919,3	2617919,3	0	0

* Прочерк – нет данных.

При проектировании были созданы новые виды угодий: на пашне размещены пчелопарки, включающие посевы энтомофильных культур, выведены земли под консервацию и организацию залуженных водосбросов; на кормовых угодьях были организованы ремизы и микрозаказники, а также выделены неиспользуемые площади под самовосстановление древесно-кустарниковой растительности.

Проектными решениями по реорганизации структуры сельскохозяйственных угодий в увязке с рельефом и почвами (адаптивное землеустройство) и по формированию регионального экологического каркаса осуществляется поиск компромисса между экономической эффективностью структуры землепользования и экологической стабильностью территории. В результате геопланирования должен быть достигнут эколого-хозяйственный баланс земель, что требует трансформации сложившейся структуры земельного фонда по видам хозяйственного использования, а в особых случаях и по категориям земель. При этом особо важен анализ пространственной совместности-

несовместимости тех или иных хозяйственных функций. Во многих случаях наблюдается дефицит территорий, обеспечивающих реализацию обязательных социально-экономических функций, что определяет необходимость оценки большей-меньшей территориальной совместимости тех или иных функций или же полную их несовместимости и даже альтернативности [18].

Впервые для территории Белгородской области на основе ландшафтного подхода разработана методика, обеспечивающая интеграцию проектных решений по созданию водоохраных зон и прибрежных полос малых рек и водоемов с региональной экологической сетью. Итоговыми показателями эффективности геопланирования определены коэффициенты экологической стабильности, естественной защищенности и экологической напряженности территории бассейнов.

Если, реализуя геопланирование сельских территорий на основе бассейнового природопользования, удастся решить задачу адаптивно-ландшафтного природопользования, т.е. максимально приспособленного к пространственным особенностям на топологическом уровне дифференциации территории, то пока только стоит на повестке дня не менее важная адаптация природопользования к разномасштабным временным состояниям агроландшафта, характеризующих морфологические и композиционные особенности его функционирования. Так, во внутривековой ритмике гидрологического процесса в результате Фурье-анализа определена циклическая составляющая временного формирования речного стока, составившая 12,5 лет [19]. Развернутая во времени и квантованная по усилению-ослаблению своей эффективности программа по реализации той группы природоохраных мероприятий, которые выступают регуляторами или их эффективность обусловлена изменениями климата, продукционного процесса, стока воды, смыва почвы, овражной активности, экологического состояния водных объектов и т.п., должна находиться в резонансе с хроноструктурой природных процессов, определяющих функционирование БЛС. Применение такого подхода, при условии разработки надежных методов прогнозирования природной ритмики, включая гидрологический цикл [20], помимо экологической целесообразности позволит также сократить экономические издержки. Следует учитывать новые возможности синтеза устойчивых высокопродуктивных биogeосистем, которые будут предоставлены с развитием методов биogeосистемотехники [21-23].

Заключение

Бассейновая агроландшафтная пространственно-временная система – это иерархически упорядоченная система, сравнительно однородная по совокупности естественных и измененных человеком природных компонентов, связанная единством генезиса и историей природно-агрогенного развития и имеющая временную определенность в современных режимах гидролого-геохимического функционирования.

Реализация разработанной и внедряемой концепции геопланирования сельской местности на принципах бассейновой организации природопользования обеспечивает высокую эколого-экономическую эффективность. Разработанный интегральный подход к геопланированию сельских территорий на основе концепции бассейнового природопользования и технологических возможностей ГИС-проектирования и дистанционного зондирования, администрирование проектов на этапе их практического внедрения в пределах всего субъекта Российской Федерации обеспечивают условия для устойчивого функционирования речных бассейнов с учетом необходимости удовлетворения потребностей человека в природных ресурсах и воспроизводства естественного, или близкого к нему, состояния природной среды.

Реализация концепции бассейновой организации природопользования вошла составной частью в комплексную областную программу экологически ориентированного развития территорий муниципальных районов и городских округов, названную «Район-парк» (распоряжение Правительства Белгородской области от 15 сентября 2014 г. N 391-рп).

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям социально-экономического развития Белгородской области (договор № 25-ГВН от 25.11.2014 г.).

Примечания:

1. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. 2000. L. 327. P. 1-72.
2. Naddeo V., Scannapieco D., Zarra T., and Belgiorno V. River water quality assessment: Implementation of non-parametric tests for sampling frequency optimization // Land Use Policy. 2013. № 30. P. 197-205.
3. Корытный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. 163 с.
4. Qi H., Altinakar M.S. Integrated watershed management with multiobjective land-use optimizations under uncertainty // Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 2013. № 139 (3). P. 239-245.
5. Пузаченко Ю.Г. Организация ландшафта // Вопросы географии. 2014. Вып. 138. С. 35-64.
6. Сидорчук А.Ю. Фрактальная геометрия речных сетей // Геоморфология. 2014. № 1. С. 3-14.
7. Shtompel' Yu.A., Lisetskii F.N., Sukhanovskii Yu.P. and Strel'nikova A.V. Soil loss tolerance of Brown Forest Soils of Northwestern Caucasus under intensive agriculture // Eurasian Soil Science. 1998. № 31(2), P. 185-190.
8. Aspinall R., Pearson D. Integrated geographical assessment of environmental condition in water catchments: Linking landscape ecology, environmental modelling and GIS // Journal of Environmental Management. 2000. № 59(4). P. 299-319.
9. Терехин Э.А. Анализ текстурных признаков земельных угодий по космическим снимкам Landsat TM // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2010. № 8. С. 47-52.
10. Zinchenko V.E., Lokhmanova O.I., Kalinichenko V.P., Glukhov A.I., Povkh V.I. and Shljakhova L.A. Space monitoring of agricultural lands in southern Russia // Izvestiya - Atmospheric and Ocean Physics. 2013. № 49 (9). P. 1036-1046.
11. Martínez-López J., Carreño M.F., Palazón-Ferrando J.A., Martínez-Fernández J. and M.A. Esteve Free advanced modeling and remote-sensing techniques for wetland watershed delineation and monitoring // International Journal of Geographical Information Science. 2014. № 28 (8). P. 1610-1625.
12. Лисецкий Ф.Н., Панин А.Г. Бассейновая концепция природопользования на сельских территориях Белгородской области // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 1. С. 48-51.
13. Дмитриева В.А. Трансформация речной сети и речного стока: причины и следствия // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2009. № 1. С. 84-92.
14. 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.
15. Кузьменко Я.В., Лисецкий Ф.Н., Нарожняя А.Г. Применение бассейновой концепции природопользования для почвоводоохранного обустройства агроландшафтов. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1(9). С. 2432-2435.
16. Buryak, Zh.A. GIS maintenance of rural territories geoplanning under basin principles / Zh.A. Buryak, O.I. Grigoreva, Ya.V. Pavlyuk // International Journal of Advanced Studies. 2014. V.4, Is. 2. P. 56-60. DOI: 10.12731/2227-930X-2014-2-8
17. Lisetskii F.N., Zemlyakova A.V., Terekhin E.A., et al. New opportunities of geoplanning in the rural area with the implementing of geoinformational technologies and remote sensing // Advances in Environmental Biology. 2014. Vol. 8. №. 10. P. 536-539.
18. Топчиев А.Г., Яворская В.В. Геопланировочная парадигма в украинской географии // Теория социально-экономической географии: современное состояние и перспективы развития: материалы Международной научной конференции; под ред. А. Г. Дружинина, В.Е. Шувалова. Ростов н/Д, Изд-во ЮФУ. 2010. С. 89-98.

19. Лисецкий Ф.Н., Столба В.Ф., Пичура В.И. Периодичность климатических, гидрологических процессов и озерного осадконакопления на юге Восточно-Европейской равнины // Проблемы региональной экологии. 2013. № 4. С. 19-25.
20. Fan M., Shibata H. Simulation of watershed hydrology and stream water quality under land use and climate change scenarios in Teshio River watershed, northern Japan // Ecological Indicators. 2015. № 50. P. 79-89.
21. 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.
22. Valery Kalinitchenko, Abdulmalik Batukaev, Vladimir Zinchenko, Ali Zarmaev, Ali Magomadov, Vladimir Chernenko, Viktor Startsev, Serojdin Bakoev, and Zaurbek Dikaev. Biogeosystem technique as a method to overcome the Biological and Environmental Hazards of modern Agricultural, Irrigational and Technological Activities // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-17015, 2014. EGU General Assembly 2014. DOI: Vol. 16, EGU2014-17015, Vienna, 2014.
23. Kalinichenko, V.P., Sharshak, V.K., Mironchenko, S.F., Chernenko, V.V., Ladan, E. P., Genev, E.D., Illarionov, V.V., Udalov, A.V., Udalov, V.V., Kippel, E.V. Changes in the properties of soils in a solonetz soil complex thirty years after reclamation // Eurasian Soil Science, 2014, Vol. 47, Issue. 4, pp. 319–333. DOI: 10.1134/S1064229314040024

References:

1. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. 2000. L. 327. P. 1-72.
2. Naddeo V., Scannapieco D., Zarra T., and Belgiorno V. River water quality assessment: Implementation of non-parametric tests for sampling frequency optimization // Land Use Policy. 2013. № 30. P. 197-205.
3. Korytnyi L.M. Basseinovaya kontseptsiya v prirodopol'zovanii. Irkutsk: Izd-vo Instituta geografii SO RAN, 2001. 163 p.
4. Qi H., Altinakar M.S. Integrated watershed management with multiobjective land-use optimizations under uncertainty // Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 2013. № 139 (3). P. 239-245.
5. Puzachenko Yu.G. Organizatsiya landshafta // Voprosy geografii. 2014. Is. 138. P. 35-64.
6. Sidorchuk A.Yu. Fraktal'naya geometriya rechnykh setei // Geomorfologiya. 2014. № 1. P. 3-14.
7. Shtompel' Yu.A., Lisetskii F.N., Sukhanovskii Yu.P. and Strel'nikova A.V. Soil loss tolerance of Brown Forest Soils of Northwestern Caucasus under intensive agriculture // Eurasian Soil Science. 1998. № 31(2), P. 185-190.
8. Aspinall R., Pearson D. Integrated geographical assessment of environmental condition in water catchments: Linking landscape ecology, environmental modelling and GIS // Journal of Environmental Management. 2000. № 59(4). P. 299-319.
9. Terekhin E.A. Analiz teksturnykh priznakov zemel'nykh ugodii po kosmicheskim snimkam Landsat TM // Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel'. 2010. № 8. P. 47-52.
10. Zinchenko V.E., Lokhmanova O.I., Kalinichenko V.P., Glukhov A.I., Povkh V.I. and Shljakhova L.A. Space monitoring of agricultural lands in southern Russia // Izvestiya - Atmospheric and Ocean Physics. 2013. № 49 (9). P. 1036-1046.
11. Martínez-López J., Carreño M.F., Palazón-Ferrando J.A., Martínez-Fernández J. and M.A. Esteve Free advanced modeling and remote-sensing techniques for wetland watershed delineation and monitoring // International Journal of Geographical Information Science. 2014. № 28 (8). P. 1610-1625.
12. Lisetskii F.N., Panin A.G. Basseinovaya kontseptsiya prirodopol'zovaniya na sel'skikh territoriyakh Belgorodskoi oblasti // Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. 2013. № 1. P. 48-51.
13. Dmitrieva V.A. Transformatsiya rechnoi seti i rechnogo stoka: prichiny i sledstviya // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2009. № 1. P. 84-92.

14. 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.
15. Kuz'menko Ya.V., Lisetskii F.N., Narozhnyaya A.G. Primenenie basseinovoï kontseptsii prirodopol'zovaniya dlya pochvovodookhrannogo obustroïstva agrolandshaftov. // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. 2012. V. 14. № 1(9). P. 2432-2435.
16. Buryak, Zh.A. GIS maintenance of rural territories geoplanning under basin principles / Zh.A. Buryak, O.I. Grigoreva, Ya.V. Pavlyuk // International Journal of Advanced Studies. – 2014. – V.4, Is. 2.– P. 56-60. DOI: 10.12731/2227-930X-2014-2-8
17. Lisetskii F.N., Zemlyakova A.V., Terekhin E.A., et al. New opportunities of geoplanning in the rural area with the implementing of geoinformational technologies and remote sensing // Advances in Environmental Biology. 2014. Vol. 8. №. 10. P. 536–539.
18. Topchiev A.G., Yavorskaya V.V. Geoplanirovochnaya paradigma v ukrainskoi geografii // Teoriya sotsial'no-ekonomicheskoi geografii: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii; pod red. A. G. Druzhinina, V. E. Shuvalova. Rostov n/D, Izd-vo YuFU. 2010. P. 89-98.
19. Lisetskii F.N., Stolba V.F., Pichura V.I. Periodichnost' klimaticheskikh, gidrologicheskikh protsessov i ozernogo osadkonakopleniya na yuge Vostochno-Evropeiskoi ravniny // Problemy regional'noi ekologii. 2013. № 4. P. 19-25.
20. Lisetskii F.N., Stolba V.F., Pichura V.I. Periodichnost' klimaticheskikh, gidrologicheskikh protsessov i ozernogo osadkonakopleniya na yuge Vostochno-Evropeiskoi ravniny // Problemy regional'noi ekologii. 2013. № 4. P. 19-25.
21. Moskalenko AP Kalinichenko VP Ovchinnikov V. Moskalenko SA, VA Gubachev Biogeosystem technique – the framework of environmental policy and environmental economics // Economy and Entrepreneurship. 2013. № 12-3 (41-3). Pp. 160-165.
22. Valery Kalinitchenko, Abdulmalik Batukaev, Vladimir Zinchenko, Ali Zarmaev, Ali Magomadov, Vladimir Chernenko, Viktor Startsev, Serajdin Bakoev, and Zaurbek Dikaev. Biogeosystem technique as a method to overcome the Biological and Environmental Hazards of modern Agricultural, Irrigational and Technological Activities // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-17015, 2014. EGU General Assembly 2014. DOI: Vol. 16, EGU2014-17015, Vienna, 2014.
23. Kalinichenko, V.P., Sharshak, V.K., Mironchenko, S.F., Chernenko, V.V., Ladan, E. P., Genev, E.D., Illarionov, V.V., Udalov, A.V., Udalov, V.V., Kippel, E.V. Changes in the properties of soils in a solonetz soil complex thirty years after reclamation // Eurasian Soil Science, 2014, Vol. 47, Issue. 4, pp. 319–333. DOI: 10.1134/S1064229314040024

УДК 556.51/54

Бассейновая организации природопользования в Белгородской области

¹Федор Николаевич Лисецкий

¹Жанна Аркадьевна Буряк

¹Алла Викторовна Землякова

²Виталий Иванович Пичура

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Российская Федерация

308015, Белгород, ул. Победы, 85

² Херсонский государственный аграрный университет, Украина

73006, Херсон, Розы Люксембург, 23

¹ доктор географических наук, профессор

E-mail: liset@bsu.edu.ru

¹ младший научный сотрудник

E-mail: buryak@bsu.edu.ru

¹ кандидат географических наук, старший научный сотрудник
E-mail: zemlyakova@bsu.edu.ru

² кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
E-mail: pichura@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен опыт разработки концепции бассейновой организации природопользования, которая внедряется на всей территории одного из субъектов Российской Федерации (Белгородской области). На основе гидролого-географической типизации 65 речных бассейнов региона определена целесообразность отработки четырех базовых моделей бассейновой организации природопользования с различной эффективностью блока почвоводоохранных мероприятий. В результате геопланирования бассейновых ландшафтных структур проведена реорганизация структуры сельскохозяйственных угодий в увязке с рельефом и почвами (адаптивное землеустройство) и усилена эффективность регионального экологического каркаса в пределах агроландшафта, что позволило добиться компромисса между экономической эффективностью структуры землепользования и экологической стабильностью территории. Результаты геопланирования сельских территорий на бассейновых принципах показывают принципиальную возможность преодоления наиболее критических диспропорций в сложившейся структуре земельного фонда.

Ключевые слова: рациональное природопользование; дистанционное зондирование Земли; геопланирование; речной бассейн; бассейновая ландшафтная структура; адаптивное землеустройство; ГИС-технологии.

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. 174-181, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.2.174

www.ejournal19.com



UDC 551.510.42: 616.98

Transformation of Components of Human Environment Under Anthropogenic Impact

¹ Vladimir G. Sister
² Igor' S. Tartakovskiy
³ Andrey N. Tsedilin
⁴ Nina V. Vorobeva

^{1, 3, 4} Moscow State Engineering University (MAMI), Russian Federation
105066, Moscow, str. Old Basman, d. 21/4

² Institute of Epidemiology and Microbiology named after NF Gamalei of Ministry of Health and
Social Development of the Russian Federation, Russian Federation

¹ Corresponding member of RAS, Professor

² PhD, Professor

³ PhD, Associate Professor

⁴ PhD, Associate Professor

E-mail: azedilin@yandex.ru

Abstract

Are present the results of research of microbiological contamination of man-made water systems and chemical pollution of the surface air. It has been shown that high concentrations of Legionella in air conditioning systems and hot water, and ozone in the surface air are associated with the transformation of the components of the human environment under anthropogenic impact.

Keywords: human environment; anthropogenic impact; polluting factors; transformation; legionella; ozone; MPC; danger to human life and health.

Введение

Среда обитания человека включает в себя природную и искусственную среды [1].

Природная среда является само регулируемой системой. Испытывая на себе антропогенные нагрузки в виде загрязняющих биологических, физических и химических факторов она может терять свою устойчивость и переходит в новое равновесное состояние с меньшим, по сравнению с исходным, уровнем сложности, энергетическим и экологическим потенциалом [2]. При этом большая часть компонентов загрязняющих факторов не изменяют своих первоначальных физико-химических и биологических свойств.

Искусственная среда обитания человека является не само регулируемой системой. Для поддержания в ней оптимальных условий жизнедеятельности человека необходимо постоянное проведение организационно-экологических мероприятий по поддержанию загрязняющих факторов на допустимом уровне. При этом также большая часть компонентов

загрязняющих факторов не изменяют своих первоначальных физико-химических и биологических свойств.

Обоснование выбранного направления исследований

Некоторые компоненты загрязняющих факторов при антропогенном воздействии на среду обитания трансформируются и могут представлять опасность для жизни и здоровья человека. В данной статье представлены материалы, полученные авторами в результате исследований экологической безопасности по трансформируемым компонентам искусственной (легионеллы) и природной (озон) сред обитания человека.

Материалы и методы

Выявление бактерий *Legionella pneumophila* в исследуемых объектах искусственной среды обитания человека проводили согласно [3, 4]. Для оценки концентраций озона использовали данные ГПБУ «Мосэкомониторинг».

Результаты и обсуждение

Легионеллезная инфекция (болезнь легионеров) известна с 1976 г., разработаны методы ее диагностики и лечения, однако, возбудитель по-прежнему представляет существенную угрозу общественному здоровью, вызывая спорадические случаи и крупные эпидемические вспышки тяжелых пневмоний с высоким процентом летальных исходов в различных странах мира. Крупнейшая в Европе за 2007 г. вспышка легионеллеза была зарегистрирована в России, в г. Верхняя Пышма Свердловской области (более 100 заболевших, 5 летальных исходов) (5,6). В ноябре 2014 года крупная вспышка легионеллеза была в пригороде Лиссабона (более 300 заболевших, 12 летальных исходов) (7).

Возбудитель легионеллеза – *Legionella pneumophila* широко распространена в пресноводных водоемах, где природная планктонная форма может паразитировать в водных амебах и других простейших. Концентрация микроорганизма в этих условиях крайне низка и не превышает 10 КОЕ/л (8). Размножение легионелл активно идет в теплой воде в диапазоне температур 20–45°C, хотя их выделяют и из холодной воды.

Несмотря на высокий процент летальных исходов (от 5 до 20 %), сопоставимый с летальностью при особо опасных инфекциях, легионеллы «безобидный» водный микроорганизм, который только при определенных обстоятельствах способен представлять опасность для жизни и здоровья человека.

Обстоятельства эти обусловлены, прежде всего, антропогенным воздействием на среду обитания человека, когда при хозяйственной деятельности создаются оптимальные условия для накопления возбудителя в потенциально опасных искусственных водных системах (циркулирующий водный контур систем охлаждения, застойные участки систем водоснабжения и т.п.).

Если бы концентрация легионелл в природных пресноводных водоемах представляла опасность для человека, то легионеллез мог бы занять место среди наиболее распространенных инфекций. Но это не происходит, поскольку размножиться до опасных концентраций возбудитель может только в определенных типах искусственных водных систем, которые называют потенциально опасными водными системами (9).

К первому типу потенциально опасных водных систем относятся секции увлажнения и охлаждения централизованных систем кондиционирования воздуха, устанавливаемых в помещениях с повышенным скоплением населения. Типичная микробиологическая загрязненность секций увлажнения представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Микробиологические показатели секции увлажнения
центрального кондиционера**

Место отбора, вид образцов для исследования	Общее количество микроорганизмов (КОЕ\мл)	Количество легионелл (КОЕ\л)
Проба рециркулируемой воды из поддона	$5,5 \times 10^3$	$1,2 \times 10^2$
Поверхность увлажнения (соскоб)	$8,6 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
Поверхность поддона (соскоб)	$3,0 \times 10^4$	$3,2 \times 10^3$

В процессе кондиционирования, в зависимости от конструкции и режима работы, 0,1–2 % рециркулируемой воды распространяется в воздухе в виде водного аэрозоля с размером капель 1–100 мкм. Капли диаметром менее 5 мкм легко проникают в альвеолы легких человека, где вирулентные штаммы легионелл проникают в альвеолярные макрофаги и начинают размножаться и вызывать инфекцию у людей.

Схема рециркуляции воды при оборотном водоснабжении применяется в градирнях на тепловых электростанциях и АЭС, для охлаждения конденсаторов холодильных установок и аварийных электрогенераторов, в химическом и полимерном производстве и т.п. В процессе эксплуатации наиболее крупных гирерболоидных градирен водный мелкодисперсный аэрозоль, содержащий легионеллы, может распространяться на расстояние до 6 км.

Вторым типом потенциально опасной водной системы, в которой для размножения и накопления легионелл созданы благоприятные условия, являются системы горячего водоснабжения зданий различных типов (10). Контаминация легионеллами систем горячего водоснабжения происходит при температуре ниже 55 °С. Наличие застойных участков и зон, способность к колонизации микроорганизмами различных поверхностей способствует накоплению высоких концентраций возбудителя. Бактериологическая оценка наличия легионелл в системе горячего водоснабжения представлена в таблице 2.

Таблица 2

**Бактериологическая оценка наличия легионелл в горячей воде
с температурой 45–54 °С**

Объекты исследований	Концентрация легионелл (КОЕ/л)	ПЦР-РВ* (КОЕ/л)
микробиологическая лаборатории	$2,8 \cdot 10^3 - 6,4 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5 - 5,1 \cdot 10^5$
отделение интенсивной терапии	$9,9 \cdot 10^3 - 5,0 \cdot 10^5$	$6,0 \cdot 10^5 - 4,2 \cdot 10^7$
отделение детской хирургии	$9,0 \cdot 10^3$	$6,0 \cdot 10^4$
Кран горячей воды (соскоб)	$1,5 \cdot 10^3$	

Примечание: * – полимеразная цепная реакция в реальном времени.

К третьему типу потенциально опасных водных систем относятся различные типы «вихревых ванн или бассейнов», джакузи различного типа (whirlpoolbaths, sparpools, swim-spa, hottube), широко распространенные за рубежом, а в последние годы и в России. Данные системы являются обязательным элементом водных восстановительных процедур в отелях, спортивных и развлекательных центрах, центрах массажа и гидротерапии, аквапарках, банях и саунах, круизных судах. Система постоянного разбрызгивания водного аэрозоля при температуре воды 32–42 °С создает исключительно благоприятные условия для размножения легионелл и распространения водного аэрозоля, содержащего возбудитель.

Потенциально опасные искусственные водные системы, являющиеся результатом антропогенного воздействия на среду обитания человека, обладают условием, обеспечивающим размножение легионелл до концентраций представляющих угрозу жизни и здоровью человека. Этим условиям является трансформация в них легионелл от планктонных форм до биопленок (колонизирующих различные поверхности), отсутствующих в природных экологических нишах микроорганизма.

Одной из значимых экологических проблем антропогенного воздействия на природную среду обитания человека в последние десятилетия является существенное повышение концентраций озона в приземном воздушном слое. Наибольшие наблюдавшиеся концентрации озона в приземном слое атмосферы на территории РФ составляют 600 мкг/м³, что значительно превышает его природные концентрации.

Озон является составной частью атмосферы Земли. Его содержание составляет менее $2,0 \times 10^{-6}$ об.%. Толщина слоя озона, приведённого к нормальным условиям давления и температуры (760 мм.рт. ст., 0 °C), в среднем для всей Земли составляет 2,5–3,0 мм, в экваториальных областях — около 2,0 мм, а в высоких широтах — до 4,0 мм. Основная масса озона расположена в виде слоя — озоносферы — на высоте от 10 до 50 км с наибольшими концентрациями на высоте 20–25 км. В тропосфере содержание озона изменчиво во времени и по высоте. В незагрязненном воздухе его концентрация составляет в среднем 16 мкг/м³ (11).

Озон (O₃) трёхатомная аллотропная модификация кислорода. Обе связи O - O в молекуле озона имеют одинаковую длину 1,272 Å. Угол между связями составляет 116,78°. Центральный атом кислорода sp²-гибридизован, имеет одну неподелённую пару электронов. Порядок каждой связи — 1,5, резонансные структуры — с локализованной одинарной связью с одним атомом и двойной — с другим, и наоборот. Молекула полярна, дипольный момент — 0,5337 D (8). Характерными химическими свойствами озона следует считать его нестойкость, способность быстро разлагаться и высокую окислительную активность.

Озон относится к веществам первого класса опасности [12]:

- максимальная разовая предельно допустимая концентрация ПДК_{м.рв} в атмосферном воздухе 160 мкг/м³;
- средняя суточная предельно допустимая концентрация ПДК_{с.с} в атмосферном воздухе 30 мкг/м³;
- предельно допустимая концентрация ПДК_{р.з} в воздухе рабочей зоны 100 мкг/м³;
- порог человеческого обоняния 10 мкг/м³.

Образование озона и его разложение в приземной атмосфере происходит в результате многочисленных фотохимических и химических реакций газовых компонентов, число которых в современных моделях химии атмосферы превышает сотню (13). Такое количество реакций говорит о чрезвычайной сложности процессов, протекающих в тропосфере, которые зависят также от целого ряда метеорологических параметров, таких как температура, влажность, инсоляция, «роза ветров», загрязненность воздуха аэрозолями различных типов и т.п.

В настоящее время считается, что в урбанизированных экосистемах преобладают фотокаталитические реакции образования озона из кислорода и «предшественников» озона (окислы азота, углеводороды и др.) (14).

Исходя из этого, можно констатировать, что в результате антропогенного воздействия в атмосфере происходит трансформация экологически значимого кислорода атмосферы и загрязняющих химических веществ II–IV класса опасности в чрезвычайно опасное химическое вещество O₃ (I класс опасности), при воздействии которого экологическая система может необратимо разрушаться.

Оценку загрязненности приземного воздуха озоном провели в Московском регионе, на территории с высоким антропогенным воздействием на среду обитания человека (по данным ГПБУ «Мосэкомониторинг»).

При этом в летний период 2014 г. фиксировались максимальные дневные суточные значения концентрации O₃ (для оценки воздействия на здоровье человека и экологических расчетов). Зависимости максимальных значений концентраций озона на уровне земли и по высоте (август) представлены на рис. 1-2.



Рис. 1. Максимальные значения дневных суточных значений концентрации O_3 на уровне земли

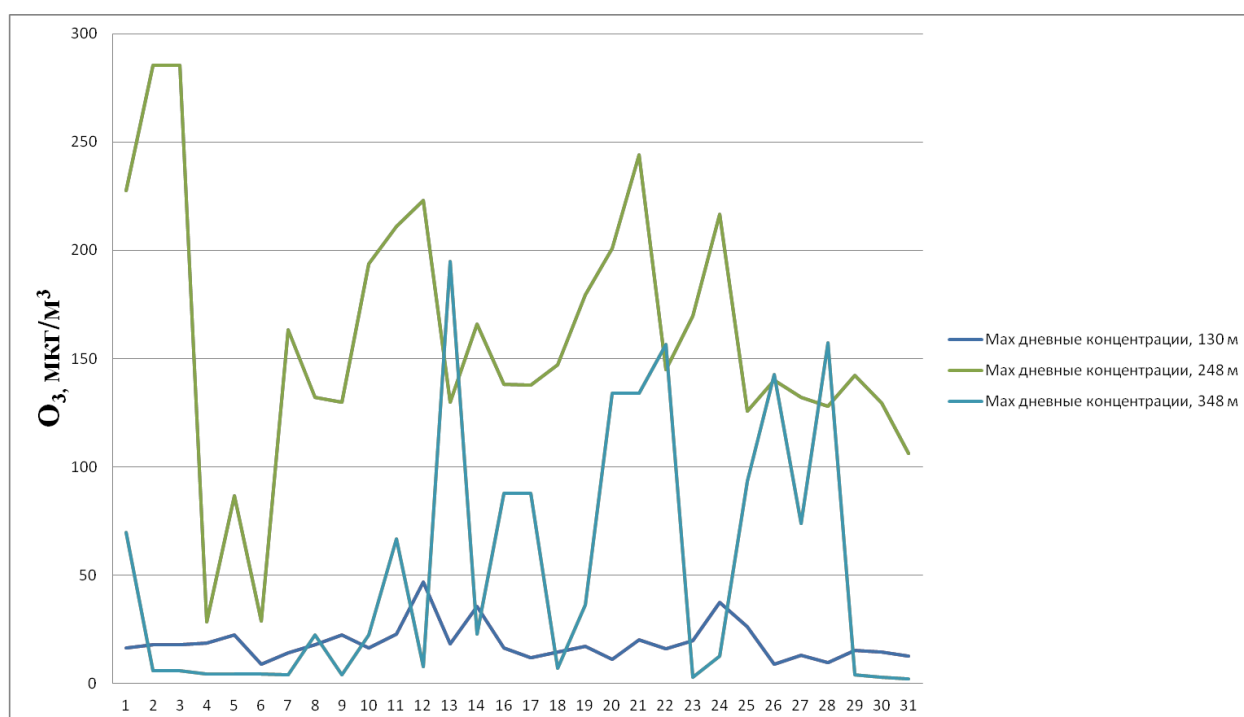


Рис. 2. Максимальные значения дневных суточных значений концентрации O_3 по высоте

Графики иллюстрируют сложный колебательный процесс, а представленные экспериментальные зависимости могут быть обработаны статистическими методами (15).

Анализ максимальных значений концентраций O_3 полученных за летний период 2014 г. показал, что имеет место превышение концентрациями O_3 значения в 60 мкг/м^3 (2 ПДК_{с.с}), при которых наблюдается корреляция между содержанием озона в тропосфере и количеством вызовов скорой помощи. Кроме того, по данным ВОЗ (14):

- увеличение средней за 8 часов концентрации озона с 70 мкг/м³ на каждые 10 мкг/м³ повышает смертность на 0,4 %;
- средняя за 8 часов концентрация озона 100 мкг/м³ повышает смертность на 1–2 % по отношению к концентрации озона 70 мкг/м³;
- средняя за 8 часов концентрация озона 160 мкг/м³ повышает смертность на 1–2 % по отношению к концентрации озона 100 мкг/м³.

Вывод

Антропогенная эволюция среды обитания человека определяет новые принципы управления экосистемами различных типов [16]. Поэтому при их разработке и практической реализации необходимо учитывать трансформацию компонентов загрязняющих факторов, которые могут представлять потенциальную угрозу биосфере.

Примечания:

1. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".
2. Брюхань Ф.Ф. Промышленная экология: учеб. для вузов. Москва: Форум, 2012. 208 с.
3. Санитарные правила «Профилактика легионеллеза», СП 3.1.2. 2626-10, М., 2010, 12 с.
4. Методические указания «Выявление бактерий *Legionella pneumophila* в объектах окружающей среды», МУК 4.2.2217-07. М., 2007, 27 с.
5. Онищенко Г.Г., Лазикова Г.Ф., Чистякова Г.Г. и др. Эпидемиологическая характеристика вспышки легионеллеза в г. Верхняя Пышма. Журн. микробиол. 2008. № 2. С. 82-85.
6. Тартаковский И.С., Гинцбург А.Л., Лазикова Г.Ф. и др. Стандарты лабораторной диагностики легионеллеза и их применение во время эпидемической вспышки пневмоний в г. Верхняя Пышма. Журн. микробиол. 2008. №2. С. 16-19.
7. Outbreak of Legionnaires' Disease in the Lisbon area, Portugal. 13 November 2014 ECDC. www.ecdc.europa.eu
8. Методические указания «Эпидемиологический надзор за легионеллезной инфекцией». МУ 3.1.2.2412-08, 01.09.2008 г.
9. Тартаковский И.С., Груздева О.А., Галстян Г.М., Карпова Т.И. Профилактика, диагностика и лечение легионеллеза. М.: Студия МДВ, 2013.
10. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Тартаковский И.С., Цедилин А.Н., Шульга Е.Г. Фильтрационные методы обеззараживания систем горячего водоснабжения от легионелл. Известия МАМИ, 2013. № 3. Том 2. С. 42-48.
11. Kenneth M. Mack; J. S. Muenter. Stark and Zeeman properties of ozone from molecular beam spectroscopy // Journal of Chemical Physics. 1977. Vol. 66. P. 5278-5283.
12. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: ГН 2.1.6.1338-03. Утв. Гл. гос. Санитар. врачом РФ, Первым зам. Министра здравоохранения РФ 21.05.2003 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/42/42030/index.htm> (дата обращения 04.03.2014).
13. Александров Э. Л., Израэль Ю. А., Король И. П., Хргиан А. Х. Озонный щит Земли и его изменения. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 288 с.
14. Проблемы мониторинга приземного озона и пути нейтрализации вредного влияния: сборник трудов. Второго Международного совещания-семинара, г. Таруса, 6–7 июня 2012 г. / под ред. Б. Д. Белан [и др.]. М., 2013. 118 с.
15. Систер В.Г., Воробьева Н.В., Цедилин А.Н., Воробьев Ю.В. Результаты статистической обработки концентраций тропосферного озона в Московском регионе, Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2014. №1(50). С. 74-81.
16. Калиниченко В.П. Биogeосистемотехника как гносеологическая основа управления экосистемами // Живые и биокосные системы. Декабрь 2012. Вып. 1. <http://www.jbks.ru/archive/issue-1/article-3>

References:

1. Federal Law of March 30, 1999 N 52-FZ "On the sanitary-epidemiological welfare of the population".
2. Bruchan' FF Industrial ecology: Textbook for higher schools. Moscow: Forum, 2012. 208 p.
3. Sanitary Regulations "Prevention of Legionnaires' SP 3.1.2. 2626-10, Moscow, 2010, 12 p.
4. Guidelines "Identifying the bacteria Legionella pneumophila in the environment," MUK 4.2.2217-07. M. 2007, 27, p.
5. Onishchenko GG, Lazikova G.F., Chistyakova GG et al. Epidemiological characteristics of outbreaks of legionellosis in Pyshma. Journal of. microbiology. 2008. № 2. Pp. 82-85.
6. Tartakovsky IS, AL Ginzburg, GF Lazikova et al. Standards for laboratory diagnosis of Legionnaires' disease and their use during an outbreak of pneumonia in Pyshma. Journal of. microbiology. 2008. №2. Pp. 16-19.
7. Outbreak of Legionnaires' Disease in the Lisbon area, Portugal. November 13, 2014 ECDC. www.ecdc.europa.eu
8. Guidelines "Epidemiological Surveillance of Legionella infection." MU 3.1.2.2412-08, 01.09.2008.
9. Tartakovsky IS, Gruzdeva OA, Galstyan GM, TI Karpova Prevention, diagnosis and treatment of legionellosis. M : Studio MDV, 2013.
10. Sister VG, Ivannikova EM, Tartakovsky IS, Tsedilin AN, EG Shul'ga. Filtration methods of disinfection of hot water systems from Legionella. Proceedings of the MAMI, 2013. № 3. Volume 2. Pp. 42-48.
- 11 Kenneth M. Mack; J. S. Muentner. Stark and Zeeman properties of ozone from molecular beam spectroscopy // Journal of Chemical Physics. 1977. Vol. 66. P. 5278-5283.
12. Maximum allowable concentration (MAC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas: GN 2.1.6.1338-03. Approved: Chief State. Sanitary Doctor of RF, First Deputy. Minister of Health of RF on 21.05.2003 [electronic resource]. Mode of access: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/42/42030/index.htm> (date of access 04/03/2014).
13. Aleksandrov EL, Izrael YA, Korol' IP, AH Hrgian. Ozone Shield of the Earth and its changes. SPb.: Gidrometeoizdat, 1992. 288 p.
14. Problems of monitoring ozone and ways to neutralize the harmful effects: Collection of papers. Second International Workshop-Seminar. Tarusa. 6-7 June 2012 / ed. BD Belan [et al.]. M., 2013. 118 p.
15. Sister VG, Vorobieva NV, Tsedilin AN Vorobyov V. Results of statistical processing of tropospheric ozone concentrations in the Moscow region, problems of modern science and practice. University named after VI Vernadsky. 2014. №1 (50). Pp. 74-81.
16. Kalinichenko VP Biogeosystem technique as the epistemological basis of ecosystem management // Live and biologically caused systems. December 2012. Vol. 1. <http://www.jbks.ru/archive/issue-1/article-3>

УДК 551.510.42:616.98

**Трансформация компонентов среды обитания человека
при антропогенном воздействии**

¹ Владимир Григорьевич Систер

² Игорь Семенович Тартаковский

³ Андрей Николаевич Цедилин

⁴ Нина Валентиновна Воробьева

^{1, 3, 4} Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Российская Федерация

105066, Москва, ул. Старая Басманная, д. 21/4

² НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи Министерства здравоохранения и социального развития РФ, Российская Федерация

¹ член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор

² д.б.н., профессор

³ к.т.н., доцент

⁴ к.т.н., доцент

E-mail: azedilin@yandex.ru

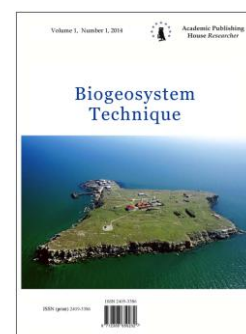
Аннотация. Приведены результаты по микробиологическому загрязнению искусственных водных систем и химическому загрязнению приземного воздуха. Показано, что высокие концентрации легионелл в системах кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения и озона в приземном воздухе связаны с трансформацией компонентов среды обитания человека при антропогенном воздействии.

Ключевые слова: среда обитания человека; антропогенное воздействие; компоненты загрязняющих факторов; трансформация компонентов; легионеллы; озон, ПДК, опасность для жизни и здоровья человека.

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. 182-190, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.2.182

www.ejournal19.com

UDC 551.510

Soil Structure Formation: Role of the Soil Amphiphilic Organic Matter

¹ Evgeny Shein² Evgeny Milanovski¹⁻² Moscow State University, Russian Federation

Soil Science Faculty, Department of Soil Physics and Reclamation

E-mail: evgeny.shein@gmail.com

Abstract

Soil organic matter plays a leading role in the soil structure formation, especially in soil water stability soil properties. This is the most important property of soils on which depend the basic ecological functions of soil in the biosphere. However, so far unknown mechanism of formation of the soil structure, the soil water stability properties and value of soil organic matter in this processes. A physical reasonable hypothesis of formation water stable aggregate structure of chernozemic soils, based on the amphiphilic properties of soil organic matter, is proposed. Water stability of the aggregate structure is directly related to the surface properties of elementary soil particles (ESP) in the solid phase (SP) of the soil. In the case of elementary soil particles (ESP) hydrophilicity, water flows through the capillaries in the dry aggregate and leads to an increase of water pressure in the aggregate and its destruction. When ESP are hydrophobic, water and ions cannot get into the aggregate, and the "dead space" is created. Two forms of organic substances determine ESP architecture of soil aggregate and a combination of hydrophilic and hydrophobic surface properties of solid phase. Organic compounds adsorbed on the surface of mineral ESP provide film moisture migration, and hydrophobic organic ESP localized in the pore space of the aggregate provide the water repellent function and prevent the rapid migration of capillary moisture in the soil pore space.

Keywords: Soil structure; aggregate; soil organic matter; hydrophilic and hydrophobic properties of the soil solid phase.

Introduction

The phenomenon of the aggregate structure of the soil has always held and continues to hold one of the main places in the exploratory research of soil scientists. Origin, formation and stability of aggregates and, conversely, the processes of aggregate structure degradation - are the processes that directly affect the complex fundamental physical-chemical and biological processes in the soil, and at the same time are actually practical. However, there is no universally accepted and comprehensive theory of the aggregate formation and the structure formation control. There are a number of hypotheses on the aggregates formation, based on the works of V.P. Williams on the structure formation.

Unique natural formation that gives the soil a specific form of structural and hierarchical organization underlying all soil functions - soil unit - has a spatial organization, where the main role of "adhesives" is played by humic substances (HS), silt and cations such as Ca, Al, Fe-ions

^(1,12,32,33). The mineral skeleton, in most cases represented by elementary particles of mineral (quartz grains, feldspar, etc.). This is how the soil unit is formed: primary mineral particles are connected with each other with "adhesives" of different nature. This is confirmed by the huge amount of meso- and micromorphological observations, granulometric and mineralogical analysis of soil in general and the microaggregate fractions. This structure of the aggregates can be considered an indisputable fundamental fact of soil science ^(11, 32).

Based on the morphological structure of soil aggregates, the hypotheses of soil structure formation appeared. Among these hypotheses, the three main or most common can be selected. Initially, the coagulation theory of structure formation was dominant; K.K.Gedroyts can be regarded as the founder of this theory, which was subsequently developed by Antipov-Karataev and colleagues [1, 10]. It can be assumed that this hypothesis allowed to develop new schemes of analysis of soil aggregates, to classify and identify their characteristic types.

The most significant contribution to the theory of structure formation was V.R.Williams theory (1936), who emphasized the role of biological factors. He emphasized the importance of the plants root systems as a macro factor of granular structure formation, as well as the role of the so-called "fresh" organic matter, which is formed under anaerobic (!) conditions, and is a metabolic product of anaerobic bacteria functioning. According to the assumptions of VR Williams, anaerobic zones are localized within soil aggregates, and aerobic processes go on their surfaces. This ingenious guess of V.R.Williams was subsequently confirmed experimentally [11, 29, 34], and it was proven that when humidity exceeds 70% of the total moisture, the redox potential inside the unit is 100-200 mV lower as compared with the surface. Moreover, soil microbiologists experimentally established the presence of facultative anaerobic bacteria in soil aggregates [23], which form local anaerobic zones of microcenosis [29]. These facts indirectly indicate that the genesis of stable soil aggregates may be associated with specific properties of organic matter, which is formed in a lack of air and with the participation of specific microbiota.

However, the question of the physical and chemical properties, origin and mechanism of structure involving a "fresh organic matter" (by V.R.Williams) is not fully understood as of now.

To date, studies of humic substances (HS) allow to regard them as a multicomponent system. The strategy of the study of such objects is simplification by separation into components and their independent research. This approach involves the consideration of the initial multicomponent system as a mixture of a number of discrete states, the number of which is defined and limited by sufficiency to describe the currently available experimental data. Basic and fundamental problem here is the choice of criteria on which to carry out the separation.

Since the middle of last century to the present day separation of HS system is based on their solubility in acid and alkali. Although this property is never realized in a real natural setting, solubility parameter was adopted in soil science as a genetic characteristic of humus and soils of different genesis. With the widespread use of acid-base HS separation into components, this feature does not reveal the mechanisms of formation of humus soil profile, to explain the reasons for differences in the components of HS in soils of different genesis.

Indeed, most if not all soil processes involve soil water. The nature of interaction of the substance with water depends on the intensity of its hydrophilic or hydrophobic properties. Organic substances, of which HS are formed as a result of humification, have only biological origin. Most biological molecules are amphiphilic compounds, i.e. are capable of exhibiting both hydrophilic and hydrophobic properties [12, 23]. Amphiphilicity is caused by the presence of both hydrophilic (polar) groups and hydrophobic (nonpolar) zones in their structure. The ratio of the hydrophilic and hydrophobic portions in the molecule determines its solubility, spatial organization and diversity of functional properties. Apparently, the have more pronounced hydrophilic properties HS have, the more these substances are mobile in the profile of the soil, the more they act as acidic hydrolysis agents, the more they interact from the aqueous phase with the solid phase surface. Hydrophobic HS will, on the contrary, be fixed at the place of their formation, forming accumulative characteristics of the profile. Apparently, this constitutes the significance and the role of amphiphilic properties in the formation of humus (accumulative, eluvial, eluvial-illuvial) soil profile.

Because mineral components are hydrophilic, organic matter plays the role in the formation of the hydrophobic surfaces in the soil. The degree of surface hydrophobicity of organic particles will depend on their ability to interact with each other through hydrophobic binding and formation

water-stable aggregates, or susceptibility to peptization, due to the formation of hydrogen bonds. In this paper, we adhere to the assumption that the hydrophobic HS cause structural bonds and are responsible for the formation and stability (water resistance) of the soil structure. The formation of aggregates through hydrophobic interaction between elementary HS-coated soil particles is caused by the formation of the energetically most favorable, in an aqueous environment, surface of the resulting aggregate. Strong bonds existing between the water molecules are broken upon "dissolution" of a substance in water. In the case of ionic (hydrophilic) compounds these breakages are compensated by replacing water-water interaction by ion-water interaction. Upon "dissolution" of non-polar (hydrophobic) substances there is no such compensation and dissolution of substance in water does not occur. Association of hydrophobic particles to one another whereby the interaction between the water molecules are broken to the least degree is more energetically favorable ⁽¹⁸⁾. In general, the hydrophobic binding can be defined as the interaction between the particles, which is stronger than the interaction of these particles with water, and which can be caused by covalent or hydrogen bonding, electrostatic attraction, or charge transfer. On this basis, it is the severity of hydrophobicity properties of HS will determine water resistance (and, apparently, all resistance to external influences) of soil structure.

It is believed that the main role of organic matter (OM) supplier in soils, particularly in the cultivation of herbs, is played by plant roots waste. OM of the root waste, entering the soil in situ, is subsequently converted by soil biota, passing the step of biotransformation with insufficient oxygen; therefore mainly humic acids and fulvic acids are formed, which, in the modern understanding of the properties of the newly formed soil organic matter, are amphiphilic substances containing hydrophobic and hydrophilic components [3, 11, 18]. All this data indicate that the formation of stable soil aggregates is caused by the special properties of OM, which is produced by specific biota in the lack of air. To date, these hypotheses are supplemented with data about the importance of the fungi hyphae in the primary (first mechanically and then biochemical) formation of aggregates, the data on the role of hydrophobization in the creation of the structure stability, primarily by increasing the duration of moistening, reducing the "discontinuous" action of entrapped air [18, 34], the importance of anaerobic processes in the formation of water-stable aggregates. Aggregate forming function of OM is associated with the acquisition of the hydrophobic properties by SOM components in anaerobic conditions through hydrophobic interactions formation [9,24]. However, this is little to no data on participation of the hydrophilic and hydrophobic components in the formation of the soil aggregate structure and their change upon its degradation. The purpose of this work is to substantiate the value of the amphiphilic properties of soil organic matter in the formation and degradation of the water stable soil structure.

Objectives:

1. To assess the value of the hydrophilic and hydrophobic components of SOM in the formation of the soil structure;
2. To study the mechanism of structure formation with participation of hydrophilic and hydrophobic components;
3. To identify the preferred mechanisms of desaggregation of soil properties (on the case of the typical chernozem) under anthropogenic load.

Material and Methods

The object of study is typical chernozem (Alekhin Central Chernozemic Reserve, Kursk region) which is located under native steppe vegetation and bare (since 1947) fallow.

These objects are described in detail in [1, 15].

Humic substances were isolated from mineral genetic soil horizons by 0.1M Na₄P₂O₇ + 0.1 M NaOH solution at 1:10 soil:solution ratio. For organic horizons, the ratio of 1:40 was used. Humic substances were purified from the extract of mineral impurities by centrifugation (8000 rpm., 15 min) and filtered through a membrane filter with 0.45µm pores. Chromatography of the hydrophobic interaction was conducted on Octil-Sepharose CL-4B (Pharmacia). Fractionating was conducted for the humic acid preparations, dissolved (5mg/ml) in 0.05M Tris-HCl buffer, pH = 8 and OM directly extracted from the soils. Sample volume was 0.5 ml, filtration rate 1ml/min., eluate detection was conducted at 280 nm, column 1x10 cm.

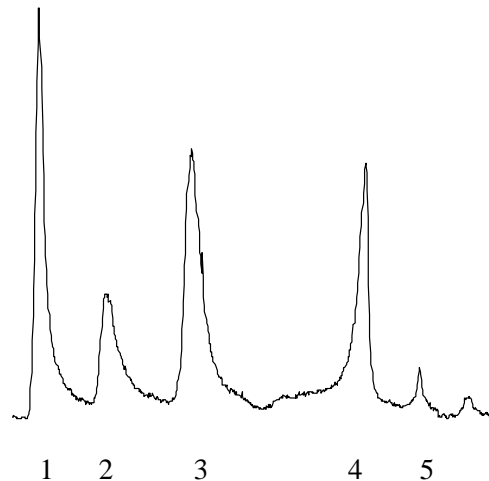


Fig. 1. Chromatograms of soil organic matter of the typical chernozem. 1-2 – chromatographic peaks of hydrophilic components, 3-5 - chromatographic peaks of hydrophobic components

As a result of chromatographic separation, the chromatograms clearly reveal five fractions differing in hydrophilic-hydrophobic interactions (Fig. 1): fractions 1-3 interacted demonstrated the least hydrophobic interactions and were regarded as hydrophilic fractions, whereas fractions 4-5 were regarded as hydrophobic fractions.

Results and Discussion

Long-term bare fallow conditions of chernozem in comparison with chernozem under native vegetation led to a decrease in humus content (Fig. 2) and a significant compaction of the upper layer ($0.60-0.75 \text{ g/cm}^3$ – native steppe, $1.05-1.31 \text{ g/cm}^3$ – bare fallow). A free filtering capability of upper chernozem horizons under native steppe is reduced in the bare fallow to $1.3-0.3 \text{ mm/min}$. Both amplitude and depth of profile freezing and heating increased. Aggregates of $>2 \text{ mm}$ lost the property of water-stability. According to microaggregate analysis, there was an increase in fraction of physical clay and silt and a significant decrease in content of fractions of medium and coarse sand. Decrease in SOM content within the plow layer is accompanied by accumulation of carbon in the lower horizons of the profile. The migration process of humic substances in the lower horizons of the profile was observed not only for the typical chernozem under bare fallow, but also for ordinary chernozem and dark chestnut soil, which were under long-term agricultural use (Fig. 3)

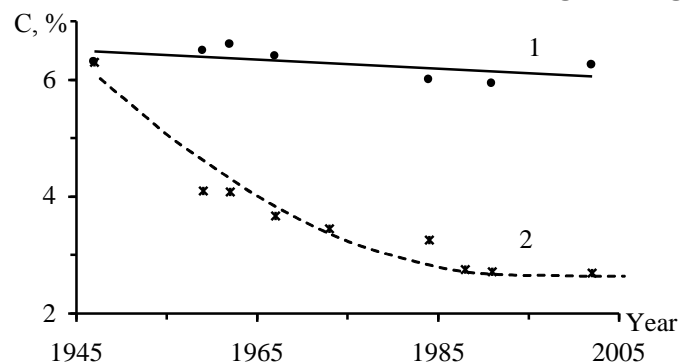


Fig. 2. The carbon content in A_{1_1} (1) and A_{fallow} (2) of a typical black soil under virgin vegetation and resting fallow

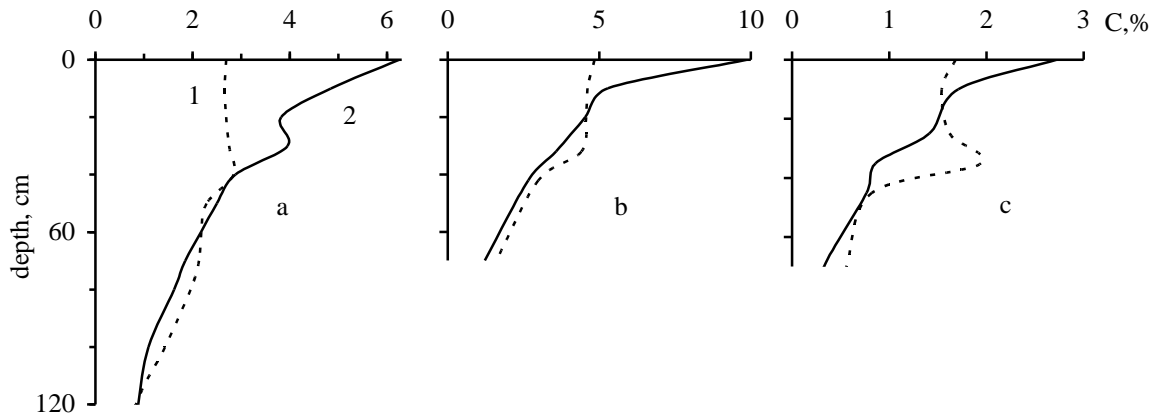


Fig. 3. Carbon distribution in the soil profile under tillage (1) and native vegetation (2);
a - typical chernozem, b - ordinary chernozem, c - dark chestnut soil

Significant changes in the structure of the chernozem under plowing, primarily related to the reduction of its water resistance, are characteristic consequences of anthropogenic degradation processes [2, 5, 24].

Although water resistant chernozemic aggregate structure is associated with the humic acids, identification of the humus composition in the virgin and arable chernozems reveals decline in Aarable value of nonhydrolyzable residue and a significant reduction of fulvic acids (by 22-46%) as compared to their content in virgin soils. The absolute content of humic acids was less decreased (4-26%). As a result, the index value Ch_{humic} / C_{fulvic} in Aarable as compared to Al1 of virgin soil increases [1, 14, 21]. According to some reports [21] long-cultivated chernozems demonstrate the carbon loss of about 4-5% in silt fractions and of 25% in clay fraction, indicating a more rapid mineralization of organic matter of the clay fraction and of microbiological and chemical stability of the humus composition in silt fractions. At our objects the carbon loss of the clay fraction is about 32% (10.24% in the virgin lands, 6.93% in fallow).

Chromatographic analysis (Fig. 4) of HS from virgin chernozem profile and arable chernozem demonstrated that prolonged exposure of a typical chernozem as black fallow led to a substantial decrease in the absolute content of hydrophilic components (fraction 1 and 2) as part of HS of arable horizon and their increase in the underlying horizons. Content of the hydrophobic components did not change in fraction 3 and increased in fraction 4.

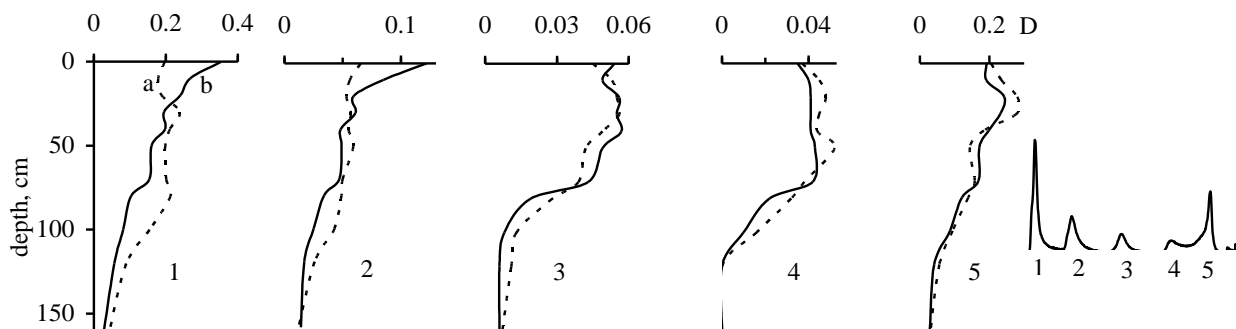


Fig. 4. Distribution of chromatographic fractions (1-5) HS along the profile
of a typical chernozem; a – bare fallow, b-native steppe

Reduction of hydrophilic HS in A_{arable} with their accumulation in the lower profile horizons indicates lesser stability of these components of HS to chemical and microbiological processes of mineralization on the one hand, and the migration of hydrophilic components through the profile on the other. This data is consistent with well-known facts about changing fractions of HS under degradation of the aggregate structure. Although traditionally chernozemic aggregate structure is associated with humic acids, determination of the humus composition in the virgin and arable chernozems shows a significant decrease in fulvic acids in the latter (22-46%) as compared to their content in virgin soils.

Thus, in conditions of the black fallow, under the deficit of the incoming fresh organic material primarily the mineralization of HS hydrophilic components localized on the surface of the mineral matrix occurs. Obviously, this process is a major cause of loss of water-resistance properties of the soil aggregates.

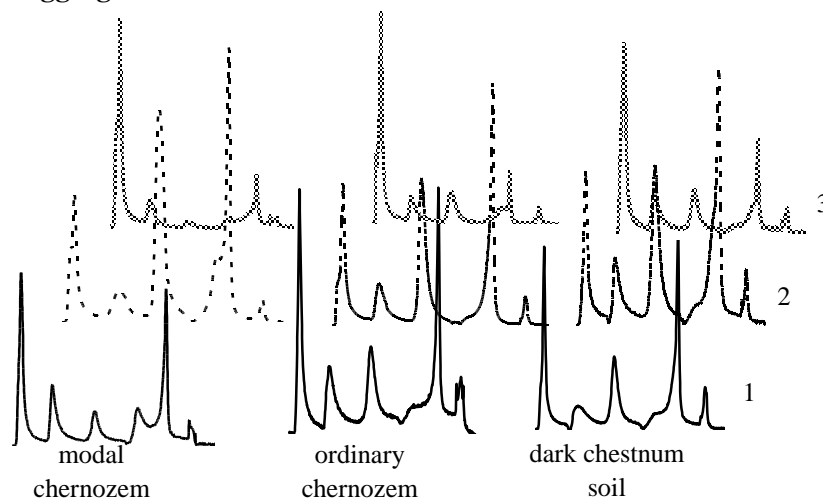


Fig. 5. Chromatograms of HS of soil (1), water-stable aggregates (2) and a clayey fraction of the yielded aggregates (3)

Accumulation of HS of hydrophobic nature in the SOM of water-stable aggregates is confirmed by results of HIC (Fig. 5). The content of hydrophobic HS in water-stable aggregates is greater (especially the third HS fraction) than in the soil as a whole. HS from clay fraction of aggregates are predominantly hydrophilic in nature (clay fraction from water-stable aggregates was isolated by decantation). We believe that hydrophobic components of water-stable aggregates HS are represented by the products of SOM humification *in situ* and correspond to particles of organic nature with size of 2-10 μm . HS of hydrophilic nature are mainly localized in clay-organic compounds.

The data obtained allow to create highly schematized model of the structural and functional organization of the hydrophobic-hydrophilic components in the chernozem aggregate formation. In the mineral horizons profile during humification of organic material *in situ* the heterogeneous system of SOM is formed whose components differ by hydrophobic-hydrophilic properties. Water-soluble (hydrophilic) products are removed from humified plant residues and, hitting the surface of the mineral particles, form sorption and organo-mineral complexes with this surface, reducing its hydrophilic properties due to mutual locking of polar groups of the mineral matrix and organic molecules, covering her surface. In other words, the surface of mineral solids becomes hydrophobized. In turn, the hydrophobic products of organic material humification, incapable of water migration, remain at the place of formation. This hydrophobic components are spatially "isolated" from mineral particles, being caught between them. Accumulation of hydrophobic components of HS in the internal volume of the aggregate is helped by quasianaerobical conditions of organic material humification. It was described previously that the central part of water-stable chernozem aggregates is an ecological niche for anaerobic microorganisms. Additional 4 species of anaerobes were found in the center zone of aggregates compared to soil in whole and initial aggregates (2 species of clostridia - primary anaerobes, as well as ferreducers and sulphatereducers - secondary anaerobes). Concentration of clostridia in "nuclei" of aggregates is 10-17 (!) times its content in the original soil [19]. These conditions of the formation of "fresh" humus were described in works of V.R. Williams. Nonpolar molecular fragments, on the one hand, determine their hydrophobic properties, and on the other - their resistance to oxidative, microbiological waste mineralization, especially in quasianaerobical conditions.

Presence of non-polar HS in the aggregate volume causes distortions in the structure of water that can be transmitted over considerable distances along chains of hydrogen bonds and cause long-range hydrophobic interaction. The combined action of HS, which hydrophobize the surface of mineral matrix and isolated in the micro areas, nonpolar molecules, stochastically distributed in

the aggregate, cause its water-stable properties. In the aqueous environment, the non-polar areas gravitate towards each other, as the approaching minimizes their thermodynamically unfavorable contacts with water. The total effect inside the hydrophobic areas of the aggregate is countering the rapid flow of water in the aggregate, reducing its swelling and promoting its stability in a saturated state. The last point is proven by data on water-resistant aggregates. Mineralization of the hydrophilic HS components, localized on the surface of the mineral particles, leads to the exposition of the hydrophilic surfaces of mineral solid soil phase, the efficiency of hydrophobic interactions within the aggregate drops and it is dispersed by water.

One should specifically highlight the role of hydrophilic components in soil humus. The role of hydrophobic interactions in soils, in particular, is emphasized by the fact that the stability of soil aggregates correlates with the content of hydrophobic humus fraction in the soil [7]. Water-stability of aggregates increases by adding nonpolar liquids in the soil [6]. In addition, as a prerequisite for modifying the surface properties of soil solid phase by organic matter, it should be located in the liquid phase of soil, i.e. hydrophilic fraction or water-soluble organic matter.

Conclusion

1. Prolonged (from 1947) typical chernozem soil exposure in the black fallow conditions led to a decrease in humus content, the formation of subsoil compaction, compaction of the upper layer and a sharp decrease in water stability of aggregates. In conditions of arable black fallow, with a deficit of fresh-organic material, mineralization and partial migration down through the profile of hydrophilic HS components, localized on the surface of the mineral matrix, primarily occur.

2. Hypothesis of V.R. Williams on the role of "fresh" organic matter in the process of aggregation is confirmed by physico-chemical models of formation of black soil aggregate structure, where the role of sorbed on mineral surfaces matter is played by hydrophilic components of HS, and the links between the particles "mineral surface-hydrophilic components" are formed by hydrophobic HS components. Therefore organo-mineral water-stable aggregate has the following organo-mineral composition: "mineral particle surface – (hydrophilic-hydrophobic components) = (hydrophobic-hydrophilic components) – mineral surface" where the symbol () denotes a molecule of SOM, and the symbol "=" represents hydrophobic interactions.

3. A conceptual model of water stability of soil aggregates associated with the ratio of hydrophilic and hydrophobic components and their spatial localization is proposed. The combined action of hydrophobic components of SOM, which hydrophobize the surface of the mineral matrix and nonpolar molecules, isolated in microzones, stochastically distributed in the aggregate, cause its water-stable properties.

Acknowledgements

The authors are grateful to the management of the Kursk Biosphere Reserve for granted opportunities to explore unique soil objects and assistance.

This research was carried out at financial support of the Russian fund of basic researches, grant RSCF No 14-16-00065.

References

1. Afanasyeva, E.A., 1966. Chernozems of central Russian upland. Nauka, (in Russian)
2. Anthropogeneous evolution of chernozems. 2000. Voronezh, Voronezh State University.
3. Antipov-Karataev, I.N., Kellerman, V.V., and Khan, D.V. 1948. Soil Aggregate and Methods of Its Study, Moscow: Akad. NaukSSSR, (in Russian).
4. Antipov-Karataev, I.N., Theory of Soil As a Polydisperse System and Its Development in the USSR over 25 Years (1917-1942), Pochvovedenie, 1943, no. 6, pp. 3-26. (in Russian)
5. Bezuglova OS Humus status of soils in southern Russia. Rostov-on-Don: Izd SKNTSVSH, 2001. 228 p. (in Russian)
6. Biederbeck V.O. Using oil waste sludge disposal to conserve and improve sandy cultivated soils // Proc. 1-st Int. Symp. on Oil and Gas Exploration and Production Waste Management Practices (New Orleans, LA. 10-13 Sept. 1990). U.S. Environmental Protection Agency: Silver Springs, 1990. 1025-1038

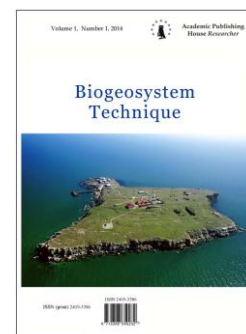
7. Capriel T., Beck H., Borchert H., and Harter P. Relation between aliphatic fraction extracted with supercritical hexane, soil microbial biomass, and soil aggregate stability // *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 1990. V. 54. P. 415 - 420.
8. Cheglov D.I. 1999. Chernozems of centre of Russian plain and their evolution under the influence of natural and anthropogenic factors. Moscow. Nauka. (in Russian)
9. Gedroits, K.K., *Soil Structure and Its Agricultural Significance*, Izv. Gos. Inst. Opytn. Agron., 1926, vol. 4, no. 3, pp. 117-127. (in Russian)
10. Kachinskii, N.A., *Fizika pochvy (Soil Physics)*, Moscow: Vysshaya Shkola, 1965, part 1.
11. Kaurichev, I.S. and Tararina, L.F., Redox Conditions within and on the Surface of Aggregates of Gray Forest Soil, *Pochvovedenie*, 1972, no. 10, pp. 39-42. (in Russian)
12. Koolman J., *RoHS K-H.Taschenatlas der Biochemie* Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 1998
13. Kovda, V.A., Samoilo,va, E.M. (Eds.), 1983. Russian Chernozem: 100 years after Dokuchaev (in Russian), Nauka, Moscow.177 (in Russian)
14. Kuznetsova I.V. 1998. The content and composition of organic matter of chernozems and its role in formation of water strong frame. *Pochvovedenie*. 1. 41-50. (in Russian)
15. Margolina N. Ya., A. L. Aleksandrovskii, B. A. Il'ichev., 1988. The Age and Evolution of Chernozems. Nauka, Moscow, (in Russian).
16. Milanovskii, E.Yu. 2000. Amphiphilous Components of Soil Humus Substances, *Eurasian Soil Sci*, 33, 6, 617-625].
17. Milanovskii, E.Yu. and Shein, E.V., Functional Role of Amphiphilic Humus Components in Humus Structure Formation and Soil Genesis, *Eurasian Soil Sci*, 35, 10 (in Russian)
18. Milanovskii, E.Yu., Shein, E.V., and Stepanov, A.A. 1993. Liophilic-Liophobic Properties of Organic Matter and Soil Structure, *Pochvovedenie*, 6, 122-126.
19. Milanovskiy, E. Yu., 2009. Humic Substances as Natural Hydrophobic-Hydrophilic Compounds. GEOS, Moscow, (in Russian).
20. Petkov I.A. 1965. About chemical and mineralogical composition of granulometric fractions of the powerful and lixiviated chernozems of Central Black Earth reservation.. *Pochvovedenie*. № 6. 62-75. (in Russian)
21. Ponomareva VV Plotnikov TA 1980. Humus and soil formation. Leningrad: Nauka. (in Russian)
22. Protein Purification. Principles, High-Resolution Methods, and Applications. Edit. by Jan-Christer Janson 1998.
23. Rudakov, K.I. 1951. *Mikroorganizmy i struktura pochvy (Microorganisms and Soil Structure)*, Moscow. SeFkhozgiz. (in Russian)
24. Serdobolsky I.P. 1953. Dynamics of redox requirements in chernozem soils of Stone steppe - In book: Questions of a grass-arable system of agriculture, M. 438-457. (in Russian)
25. Shein E, V., E, Yu. Milanovskiy. 2003. The Role of Organic Matter in the Formation and Stability of Soil Aggregates. *Eurasian Soil Science*, 36, 1, 51-58.
26. Shein E.V., D. I. Shcheglov, A. B. Umarova, I. V. Sokolova, E. Yu. Milanovskii 200-. Structural Status of Technogenic Soils and the Development of Preferential Water Flows. *Eurasian Soil Science*, 42, 6, 636-644.
27. Shein, EV; Rusanov, AM; Milanovskii, EY; Khaidapova, DD; Nikolaeva, EI Mathematical models of some soil characteristics: Substantiation, analysis, and using features of model parameters *Eurasian Soil Science*, 46I: 5. 541-547
28. Six, J., Elliott, E. T., Paustian, K. 2000. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil Biol. Biochem.* 32, 2099-2103
29. Stepanov A.L. 1997. Produktivirovanie nitrous oxides bacteria in soil aggregates. *Pochvovedenie*. 8, 973-976. (in Russian)
30. Sullivan, L.A. Soil Organic Matter, Air Encapsulation and Water-Stable Aggregation, 7. *Soil Sci.*, 1990, vol.41, pp. 529-534.
31. Voronin A.D. 1984. Structural and functional hydrophysics soils. Moscow: Moscow State University Press. (in Russian)

32. Voronin, A.D. 1986. Osnovy fiziki pochv (Basic of Soil Physics), Moscow: Mosk. Gos. Univ. (in Russian)
33. Vozmozhnosti sovremennykh i budushchikh fundamental'nykh issledovaniy v pochvovedenii (The Potential of the Present and Future Fundamental Studies in Soil Science), Moscow: GEOS, 2000. (in Russian)
34. Williams, V.R. 1936. Pochvovedenie. Obshchee zemledelie s osnovami pochvovedeniya (Soil Science: General Farming with Basic Pedology), Moscow: Sel'khozgiz. (in Russian).

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. 191-200, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.2.191

www.ejournal19.com

UDC 574.2

Protected Natural Areas of South Vietnam – Dong Nai Biosphere Reserve

^{1, 2}Nguyen Van Thinh²Alla A. Okolelova¹Joint Russian-Vietnamese Tropical Research and Development Center (South Branch), Vietnam²Volgograd State Technical University, Russian Federation

Graduate student

E-mail: thinh39b@gmail.com²Volgograd State Technical University, Russian FederationE-mail: allaokol@mail.ru

Dr. of Biol. Sciences, Professor

Lenin Av., 28, Volgograd, 400005

E-mail: allaokol@mail.ru

Abstract

Confirmed by high biodiversity richness of the soil resources of the Dong Nai biosphere reserve as a result of unique natural conditions. Revealed of plants and animals in the Red book of Vietnam and the IUCN Red list. The authors list includes 2.236 species of flora, 121 species of mammals, 373 species of birds and 2.109 species of insect in the biosphere reserve. Described 117 species of plants and animals listed in the Red book of Vietnam and 74 species included in the IUCN Red list. At monitoring sites identified 122 species of birds from 42 families. Of these 72 species are found in natural tropical forest (A, F, LV, LN, PL and PD1) and disturbed (B2 and PD2), 20 species are found only in the primary, 29 species in the anthropogenically transformed. The maximum rates of species richness of oribatid mites characteristic of the natural forest formations and decrease in anthropogenic transformed conditions. In natural forest ecosystems are more diverse species composition and high density of individuals. Identified an inverse relationship between the number of oribatid mites and their species diversity.

Keywords: Vietnam; Reserve; rainforest; biodiversity; mammals; birds; oribatid mites; ferralitic soil.

Введение

Биосферный заповедник Донг Най включен в список Всемирных биосферных заповедников ЮНЕСКО и стал восьмым во Вьетнаме и 580-м – в мире. Он расположен в южной части Вьетнама. Это практически единственный уцелевший фрагмент естественного тропического муссонного леса Южного Вьетнама.

Исследования проводили на территории природно-культурного заповедника Винь Кыу и национального парка Кат Тьен, которые с 2011 года входят в состав Биосферного заповедника Донг Най (далее заповедник). Изучению разнообразия фауны и флоры заповедника посвящены работы сотрудников Российско-вьетнамского научно-

исследовательского Тропического Центра, Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова и других ученых [1-17].

Почвы большей части территории заповедника сформированы на базальтах, вулканических туфах, древнем аллювии и глинистых сланцах. Это ферралитные почвы широкой цветовой гаммы: красные, желтые, красно-желтые, бурые, коричневые, розовые, черные, а также аллювиальные почвы прирусловых зон [18-19].

Цель работы: выявить наиболее информативные биодиагностические показатели, отражающие разнообразие Биосферного заповедника Донг Най, состояние экосистем и степень антропогенного воздействия на них.

Объекты и методы

Нами заложено 11 модельных площадок (табл. 1, рис. 1) в парке Кат Тьен (А, Ф, ЛН, ЛВ, ЛЛ, ДГ, Б1, Б2 и ПД2) и в заповеднике Винь Кыу (ПЛ и ПД1). Площадки выбраны на почвах различного генезиса, сформированных на базальтах, сланцах и древнем аллювии и учитывают все разнообразие растительного покрова:

Таблица 1

Характеристика модельных площадок

Площадки, код	Почвы, <i>FAO-UNESCO</i>	Растительность
На базальтах		
Фикус, Ф	Черная ферралитная, <i>Haplic Andosols</i>	<i>Ficus</i> sp., <i>Lagerstroemia calyculata</i> Kurz., <i>Dalbergia mammosa</i> Pierre.
Лагерстремия верхняя, ЛВ	Черная ферралитная, <i>Haplic Andosols</i>	<i>Lagerstroemia calyculata</i> Kurz., <i>Tetrameles nudiflora</i> R. Br.
Лагерстремия нижняя, ЛН	Черная ферралитная, <i>Haplic Andosols</i>	<i>Lagerstroemia calyculata</i> Kurz., <i>Tetrameles nudiflora</i> R. Br.
Афзелия, А	Буря ферралитная, <i>Rhodic Ferralsols</i>	<i>Azelia xylocarpa</i> (Kurz) Craib., <i>Lagerstroemia calyculata</i> Kurz., <i>Ficus</i> sp.
Полидоминант-ный лес, ЛЛ	Буря ферралитная, <i>Rhodic Ferralsols</i>	<i>Lagerstroemia calyculata</i> Kurz., <i>Azelia xylocarpa</i> (Kurz) Craib., <i>Tetrameles nudiflora</i> R. Br.
На глинистых сланцах		
Полидоминант-ный лес с преобладанием лагерстреми, ПЛ	Красная ферралитная, <i>Orthic Ferralsols</i>	<i>Lagerstroemia calyculata</i> Kurz., <i>Bambusa</i> sp., <i>Calamus</i> sp.
Диптерокарповый лес, ПД1	Красно-жёлтая ферралитная, <i>Orthic Ferralsols</i>	<i>Dipterocarpus dyeri</i> Pierre.
Диптерокарповый лес на гряде ДГ	Жёлтая ферралитная, <i>Orthic Ferralsols</i>	<i>Dipterocarpus alatus</i> Roxb., <i>D. turbinatus</i> Gaertn.f.
Бамбуковый лес у озера, Б1	Буря ферралитная, <i>Rhodic Ferralsols</i>	<i>Bambusa</i> sp., <i>Erianthus arundinaceus</i> (Retz.) Jeswiet.
На древнем аллювии		
Возобновляющийся-ся бамбуковый лес, Б2	Буро-желтая ферралитная, <i>Ferric Acrisols</i>	<i>Bambusa</i> sp.
Диптерокарповый лес, ПД2	Буро-желтая ферралитная, <i>Ferric Acrisols</i>	<i>Dipterocarpus alatus</i> Roxb.

Примечание: ПД2 подвергалась антропогенным действиям, на Б2 – с 1975 по 1998 гг. вели лесозаготовки.

- вечнозеленые широколиственные леса (Ф, А, ПД1 и ДГ), широколиственные листопадные леса (ЛВ, ЛН, ЛЛ, ПЛ);
- смешанные древесно-бамбуковые леса (Б2);
- искусственные лесные посадки (ПД2), растительность водно-болотных угодий (Б1) [6-7, 20, 21-23].

Видовой состав деревьев исследовали на участках размером 50 x 50 м. Изучение проводили по трансектам и тропам. Наблюдения и сбор данных териофауны проводились во время пеших дневных и ночных маршрутов.

Орнитофауну исследовали в естественных экосистемах (А, Ф, ЛВ, ЛН, ПЛ и ПД1) и на участках, подвергшихся антропогенному воздействию (Б2 и ПД2). За птицами наблюдали в 5 час. 30 мин и 17 час. 30 мин ежедневно в течение 48 дней. В работе использовали сети длиной 10 м.

Классификацию птиц проводили в ходе полевой экспедиции с помощью орнитологов Тропического центра и на основании трудов Robson (2000) и Нгуен Кы (2000). Для определения птиц по звукам применяли программу Bird of Tropical Asia 2.0.

На площадках было отобрано по 10 почвенных проб металлическим буром высотой 100 мм и диаметром 78 мм. Отбор проб для изучения микроартропод проводили возле ствола дерева, в удалении от него и в межкрупном пространстве. Выгонку артропод производили высокоградиентным эклектором в течение 5-7 суток в 70 % растворе этилового спирта.

Почвенные образцы отбирали согласно ГОСТу 17.4.4.02-84 и вьетнамскому стандарту. Подготовку почв к анализу – по методу TCVN 4047:1985 (вьетнамский стандарт). В почвенных образцах определяли $C_{орг}$ по методу TCVN 4050:1985 (вьетнамский стандарт, основанный на методе И.В. Тюрина); $N_{орг}$ анализировали по методу TCVN 6498:1999 (вьетнамский стандарт, на основе метода Кьельдаля). Все анализы выполняли в лаборатории Тропического центра (г. Хошимин).

Обсуждение результатов

Экологические особенности заповедника. Биосферный заповедник Донг Най отличается высоким таксономическим разнообразием флоры и фауны (рис. 1). Он представляет собой резерват для растений и широкой группы животных, находящихся под угрозой исчезновения. Данные о числе охраняемых видов представлены в таблице 2.

В Красную книгу Вьетнама (2007) внесено 464 вида растений и 418 видов животных. Из них в заповеднике произрастает 53 вида редких растений (11,4 % от всех редких видов Вьетнама), и 64 вида животных (15,3 % от всех редких видов Вьетнама).

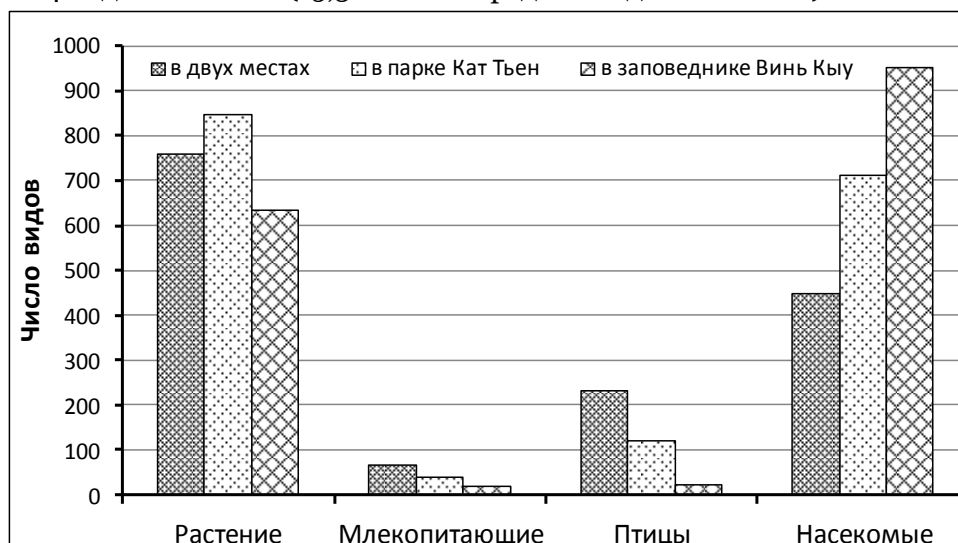


Рис. 1. Разнообразие видов растений и животных в заповеднике

Растительный покров. В составе флоры заповедника произрастают растения, относящиеся к четырем географическим зонам Азии:

- флора Малайзии – Индонезии с юга, характеризующаяся семейством Диптерокарповые (Dipterocarpaceae);
- флора Индии – Мьянмы с запада и юго-запада с семействами: Lythraceae, Combretaceae, Datisceae, Bombaceae, Verbenaceae и пр. Эти породы деревьев формируют вечнозеленые широколиственные и листопадные леса;
- флора умеренной субтропической провинции Гималаи-Юньнаня-Гуичжоу (Китай) с севера. Главные представители: семейства Lauraceae, Fagaceae, Podocarpaceae, Gnetaceae, Theaceae, Aceraceae, Ericaceae;
- флора северного Вьетнама – южного Китая с семействами: Fabaceae, Euphorbiaceae, Ebenaceae, Sapindaceae, Meliaceae, Rubiaceae, Anacardiaceae.

Таблица 2

Число видов, находящиеся под угрозой исчезновения

Группы	Красная книга Вьетнама	Красный список IUCN
Растения	53	24
Млекопитающие	34	28
Птицы	22	22
Насекомые	8	Не установлено
Итого	117	74

Полный список флоры Биосферного заповедника Донг Най, включает 2236 видов растений из 833 родов 181 семейства 92 отрядов и 6 отделов. Таксономическое богатство флоры заповедника составляет 17 % от общего богатства флоры Вьетнама [24].

Представители 17 семейств (с численностью более 30 видов в семействе) насчитывают 1187 видов, что составляет 53,09 % общего числа видов растений заповедника. Среди них наибольшее число видов представлено семейством Fabaceae (184).

Лесные древостои формируют 3-5 подъярусов в первичных лесах (площади Ф, А, ЛН, ЛВ, ЛЛ, ПЛ, ПД1 и ДГ). На площадке Б1 – 2, Б2 и ПД2 представлен только один подъярус. На низко плодородных почвах растительность не только беднее по составу и плотности видов, но и представлена меньшим количеством подъярусов в структуре древостоев. На плодородных почвах леса отличаются более разнообразным видовым составом и высокой плотностью особей.

Разнообразие животного мира. В ходе нашего исследования на модельных площадках выявлено 27 видов млекопитающих (9 отрядов и 20 семейств). На территории заповедника обитает 10 видов приматов, 7 видов парнокопытных, 25 видов хищных млекопитающих. Доминантными являются представители мелких млекопитающих. Грызуны представлены 29 видами, летучие мыши – 41 видом.

В настоящее время видовое разнообразие млекопитающих заповедника составляет 40 % от их числа во Вьетнаме. Кат Тьен является одним из самых важных территорий сохранения крупных млекопитающих, таких как азиатский слон (*Elephas maximus*), кабан (*Sus scrofa*), олень (*Cervus unicolor*), гаур (*Bos gaurus*). Плотность популяций кабанов, оленей и гауров выше, чем на любой другой территории Вьетнама [25] (Ling, 2000). По данным Фам Хью Кхань [10] (2010) численность гауров парка Кат Тьен составляет 111 особей, что составляет 32 % от их общей численности в стране.

Нами выявлено 122 вида птиц из 42 семейств на исследуемых участках, в том числе 72 вида встречаются как в первичном тропическом лесу (А, Ф, ЛВ, ЛН, ПЛ и ПД1), так и в антропогенно преобразованных (Б2 и ПД2), 20 видов обитают только в первичном (например *Symbirhynchus macrorhynchus*, *Eurylaimus javanicus*, *Corydon sumatranus*, *Nyctornis athertoni* и др.) 29 видов – в антропогенно преобразованных (Б2 и ПД2, *Alcedo atthis*, *Hirundapus giganteus*, *Streptopelia tranquebarica*, *Egretta garzetta* и др.).

На территории заповедника нами было описано 1476 экземпляров 78 видов панцирных клещей [22]. Средняя численность почвенных оribатид на исследованных площадках составила 9402 экз./м², максимальная, 29 видов – только в нарушенных (Б2 и

ПД2). 15647 экз./м² в буро-желтой ферраллитной почве под искусственным лесом (ПД2, табл. 3, рис. 2), минимальная – в красной ферраллитной почве (ПЛ, 4531).

Наибольшую численность панцирных клещей можно объяснить преобладанием более выносливых видов. Это доказано тем, что их численность обратно пропорциональна видовому разнообразию.

Для оценки разнообразия и устойчивости экосистемы нами были рассчитаны видового богатство и индекс Шеннона-Вивера (табл. 3).

Высокий информационный индекс видового разнообразия Шеннона-Вивера подтверждает максимальное разнообразие и устойчивость сообществ. Показатели обилия почвенных клещей являются важной характеристикой структурно-продукционных показателей экосистемы.

Таблица 3

Содержание $C_{орг}$ и численность орибатид

Площадки Элементы	Ф	ЛН	ПЛ	ПД1	ДГ	ПД2
$C_{орг}$, %	4,70	5,16	5,16	2,20	1,91	1,71
Численность орибатид (экз./м ²)	7328	5664	4531	13204	13983	15647
Индекс видового разнообразия Шеннона-Вивера	3,22	3,03	2,67	3,04	2,50	1,64

При сопоставлении данных о содержании органического углерода в почвах и численности панцирных клещей выявлен следующий селективный ряд:

$$ЛН = ПЛ > Ф > ПД1 > ДГ > ПД2.$$

Отмечена тенденция уменьшения содержания органического углерода в почвах и возрастание в этом ряду численности орибатид (рис. 2).

Сравнительный анализ структурных характеристик почвенных и подстилочных орибатид показал, что максимальные показатели видового разнообразия характерны для естественных лесных формаций: Ф (3,22), ПД1 (3,04) и ЛН (3,03) и снижаются в антропогенно преобразованных условиях (ПД2, 1,64).

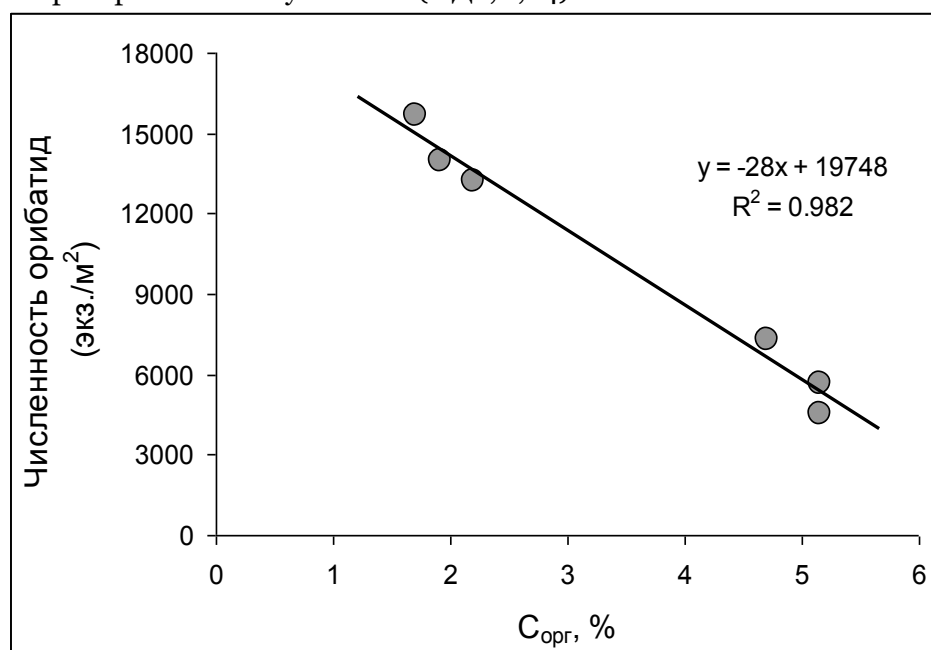


Рис. 2. Численность орибатид в зависимости от содержания органического углерода в почвах

Свойства почв. Органический углерод. В профиле почв заповедника содержание органического углерода колеблется в широких пределах (от 1,14 % до 5,34 %, рис. 3). Доля $C_{\text{орг}}$ в верхних горизонтах исследуемых нами почв варьирует от 1,71 % (буро-желтая ферраллитная, ПД2) до 5,34 % (бурая ферраллитная, ЛЛ, рис. 3).

Б.Н. Нгуен [18] определил величину $C_{\text{орг}}$, равную 2,9 %, в ферраллитной почве на базальтах под Афзелией в окрестностях заповедника.

Органический азот. В почвах, сформированных на базальтах, содержание азота в профиле почвы изменяется в интервале 0,14 (ЛН) – 0,44 % (ЛЛ), а в почвах, сформированных на сланцах, диапазон составляет 0,09 (ДГ, Б1) – 0,48 % (ПЛ), на древнем аллювии: 0,09 (ПД2) – 0,35 % (Б2). Максимальное содержание азота (0,48 %) определено в красной ферраллитной почве (ПЛ), минимальное – в профиле почв бурой ферраллитной (Б1), желтой ферраллитной (ДГ) и буро-желтой ферраллитной (ПД2) – по 0,09 % (рис. 3).

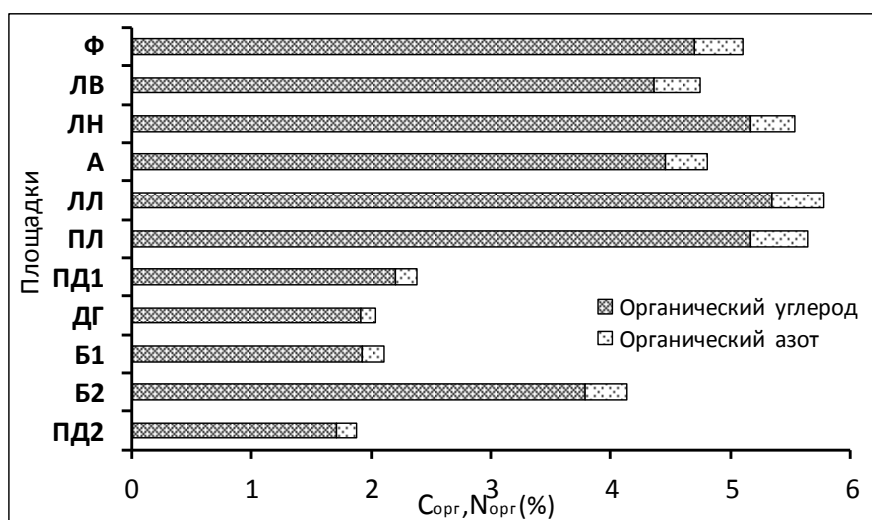


Рис. 3. Доля органических элементов в верхних горизонтах почв

Тропические ферраллитные почвы широколиственных лесов, сформированные на базальтах, более обогащены органическим углеродом и азотом, наименее – почвы, сформированные на аллювии. Промежуточное положение занимают почвы, сформированные на сланцах.

Биоиндикаторами состояния экосистем являются ярусность лесов, показатели видового разнообразия и численность птиц и клещей.

Закключение

Составленный авторами список включает 2236 видов флоры, 121 вид млекопитающих, 373 вида птиц и 2109 насекомых заповедника. Описано 117 видов растений и животных, внесенных в Красную книгу Вьетнама и 74 вида, включенных в Красный список МСОП.

На исследуемых участках выявлено 122 вида птиц из 42 семейств. Из них 72 вида встречаются как в естественных тропических лесах (А, Ф, ЛВ, ЛН, ПЛ и ПД1), так и в нарушенных (Б2 и ПД2), 20 видов обитают только в первичном (например *Symbirhynchus macrorhynchus*, *Eurylaimus javanicus*, *Corydon sumatranus*, *Nyctornis athertoni* и др.) 29 видов – в антропогенно преобразованных (Б2 и ПД2, *Alcedo atthis*, *Hirundapus giganteus*, *Streptopelia tranquebarica*, *Egretta garzetta* и др).

В естественных экосистемах леса отличаются более разнообразным видовым составом и высокой плотностью особей.

Выявлена обратная зависимость между численностью орибатид и их видовым разнообразием. Высокая численность почвенных клещей вызвана преобладанием более выносливых видов.

Отмечена тенденция уменьшения содержания органического углерода в ряду почв:

$$\text{ЛН} = \text{ПЛ} > \text{Ф} > \text{ПД1} > \text{ДГ} > \text{ПД2}$$

В этой же последовательности возрастает численность орибатид.

Максимальные показатели видового разнообразия характерны для естественных лесных формаций и снижаются в антропогенно преобразованных условиях.

Тропические ферраллитные почвы широколиственных лесов, сформированные на базальтах, более обогащены органическим углеродом и азотом, наименее – почвы, сформированные на аллювии. Промежуточное положение занимают почвы, сформированные на сланцах.

Благодарности

Авторы глубоко признательны дирекции и сотрудникам южного отделения Российско-вьетнамского научно-исследовательского Тропического Центра, Биосферного заповедника Донг Най, особенно к.б.н. Александру Евгеньевичу Аничкину за практическую помощь в изучении панцирных клещей и в экспедиционной работе.

Примечания:

1. Thai Van Trung. The general features of oecogenic factors and vegetation types in the tropical lowland mixed dipterocarp rain forest ecosystems, at Nam Cat Tien Forest Reserve. *Garrulax* 4. 1988. P. 6-9.

2. Калякин М.В. Характеристика орнитокомплекса равнинного диптерокарпового леса Ма да (провинция Донг Най, южный Вьетнам) / М.В. Калякин, Л.П. Корзун, В.Л. Трунов // Сборник работ «Тропцентр-98». Москва-Ханой, 1998. С. 74-113.

3. WWF – Cattien National Park Conservation Project. 2004. 182 p.

4. Нгуен Кы. Птицы Вьетнама. / Нгуен Кы, Ле Чонг Чай, Карен Филиппс. Ханой. Изд. общества и труды, 2000. 250 с. (на вьетнамском языке).

5. Аничкин А.Е. Почвенное население муссонных тропических лесов заповедников Кат Тьен и Би Дуп-Нуй Ба (южный Вьетнам) /А.Е. Аничкин, Н.В. Беляева, И.Г. Довгоброд, Ю.Б. Швеёнкова, А.В. Тиунов // Известия РАН. Серия биологическая. 2007. № 5. С. 598-607.

6. Кузнецов А.Н. Тропический диптерокарповый лес. М.: ГЕОС, 2003. 140 с.

7. Кузнецов А.Н. Лесная растительность: видовой состав и структура древостоев / А.Н. Кузнецов, С.П. Кузнецова // Структура и функции почвенного населения тропического муссонного леса (Национальный парк Кат Тьен, Южный Вьетнам). Под общей редакцией А.В. Тиунова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 16-43.

8. Российско-вьетнамский научно-исследовательский Тропический Центр. Результаты исследования экосистем Национального парка Кат Тьен в период 2002–2004 гг. Результат исследования темы Э-1.2. Хошимин г., 2004. 238 с. (на вьетнамском и русском языке).

9. Le Xuan Tham. Analysis of the black Lingzhi newly-found from national park of Cat Tien, South Vietnam Le Xuan Tham, Nguyen Le Quoc Hung, Dang Ngoc Quang, Bui Thi Luong // *Journal of Biology*. Hanoi. 2009. Т. 31, №4. P. 55-64.

10. Фам Хью Кхань. Изучение характеристик распределения обитания и экологических отношений гауров (*Bos gaurus* Н. Smith, 1827) в национальном парке Кат Тьен для управления и сохранения: дисс.... канд. с. х. наук. Вьетнамский лесной институт. Ха Тай, 2010. 125 с. (на вьетнамском языке).

11. Зрянин В.А. Анализ локальной фауны муравьев (Hymenoptera, Formicidae) южного Вьетнама // Зоологический журнал. 2010. Том 89, № 12. С. 1477-1490.

12. Зрянин В.А. Новый вид рода *Indomyrma* Brown, 1986 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) из Вьетнама // Российский энтомологический журнал. 2012. № 21(2). С. 223-228.

13. Peter Geissler. New records of snakes from Cat Tien National Park, Dong Nai and Lam Dong provinces, southern Vietnam / Peter Geissler, Truong Quang Nguyen, Nikolay Poyarkov, Wolfgang Bohme // *Bonn zoological Bulletin*. 2011. Vol. 60 (1). P. 9-16.

14. Палько И.В. Биология дроздов рода *Copsychus* (Turdidae: Passeriformes) как птиц-дуплогнёздников южно-восточной Азии: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 2012. 27 с.

15. Artem Sinev. *Alona kotovi* sp. nov., a new species of Aloninae (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae) from South Viet Nam // *Zootaxa*. 2012. Vol. 3475. P. 45-54.

16. Sergey G. Ermilov. Oribatid mites (Acari: Oribatida) of fungi from Dong Nai Biosphere Reserve, Southern Viet Nam / Sergey G. Ermilov, Alexander E. Anichkin // *Persian Journal of Acarology*. 2013. Vol. 2, № 2. P. 195-208.
17. Melnik V. A. Two new species and new records of hyphomycetes from Vietnam V. A.? Melnik V. A., A. V Alexandrova, U. Braun // *Mycosphere*. 2014. Vol. 5(4). P. 591-600.
18. Нгуен Нгок Бинь. Лесные почвы Вьетнама. Вьетнамский институт лесных наук. Ханой. Сельскохозяйственное издательство, 1996. 155 с. (на вьетнамском языке).
19. Народный комитет провинции Донг Най (Вьетнам) и МАБ Вьетнама (программа «Человек и Биосфера»). Рекомендованный профиль Биосферного заповедника Донг Най. Донг Най, 2011. 195 с. (на вьетнамском языке).
20. Аничкин А.Е. Животное население почв: структура и сезонная динамика // Структура и функции почвенного населения тропического муссонного леса (Национальный парк Кат Тьен, Южный Вьетнам). Под общей редакцией А. В. Тиунова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 44-75.
21. Околелова А.А. Морфологические особенности ферралитных почв парка Кат Тьен Южного Вьетнама / А.А. Околелова, В.Т. Нгуен, А.Е. Аничкин // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10 (ч. 8). С. 1762-1765.
22. Околелова А.А. Свойства основных типов почв Биосферного заповедника Донг Най (Южный Вьетнам) / А.А. Околелова, В.Т. Нгуен, В.К. Авилов. // *Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Серия "Естественные науки"*. 2014. № 10 (181), вып. 27. С. 138-144.
23. Нгуен Ван Тхинь. Национальный парк Кат Тьен – общие сведения / В.Т. Нгуен, А.Е. Аничкин // Структура и функции почвенного населения тропического муссонного леса (Национальный парк Кат Тьен, Южный Вьетнам). Под общей редакцией А.В. Тиунова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 11-15.
24. Заповедник Винь Кыу и Институт Экологии и Биорезервов Вьетнама. Отчет проекта создания списка растительности и животных лесов Природно-культурного заповедника Винь Кыу. Донг Най, 2009. 265 с. (на вьетнамском языке).

References:

1. Thai Van Trung. The general features of oecogenic factors and vegetation types in the tropical lowland mixed dipterocarp rain forest ecosystems, at Nam Cat Tien Forest Reserve. *Garrulax* 4. 1988. pp. 6-9.
2. Kalyakin M.V., Korzun L.P., Trunov V.L. Characteristic birds of lowland dipterocarp forests Ma Da (province Dong Nai, south Vietnam) // *The collection of works "Tro-center 98"*. Moscow-Hanoi. 1998. pp. 74-113.
3. WWF-Cattien National Park Conservation Project. 2004. 182 p.
4. Nguyen Cu, Le Trong Trai, Karen Phillipps. *Birds of Vietnam*. Hanoi. Publ. house society and work. 2000. 250 p.
5. Anichkin A.E., Belyaeva N.V., Dovgobrod I.G., Shveenkova Yu.V., Tiunov A.V. Soil population of monsoon rainforest reserves Cat Tien and Bi Dup-Nui Ba (south Vietnam) // *Izvestiya Akademii Nauk. Serya Biologicheskaya*. 2007. № 5. pp. 598-607.
6. Kuznetsov A.N. *Tropical dipterocarp forest*. M.: GEOS. 2003. 140 p.
7. Kuznetsov A.N., Kuznetsova C.P. Forest vegetation: species composition and stand structure // *Structure and functions of soil communities of a monsoon tropical forest (Cat Tien National Park, southern Vietnam)*. IPEE A.N. Severtsov (RAS) – M.: KMK Scientific Press. 2011, pp. 16-43.
8. Russian-Vietnamese Tropical Research and Technological Center. The results of the study of the ecosystems of the Cat Tien National Park in the period 2002 – 2004. Ho Chi Minh city. 2004. 238 p.
9. Le Xuan Tham, Nguyen Le Quoc Hung, Dang Ngoc Quang, Bui Thi Luong. Analysis of the black Lingzhi newly-found from national park of Cat Tien, South Vietnam // *Journal of Biology*. Hanoi. 2009. T. 31, №4. P. 55-64.
10. Pham Huu Khanh. The study of the characteristics of the distribution of habitats and ecological relationships of gaurus (*Bos gaurus* H. Smith, 1827) in the Cat Tien NP for the management and conversation. Diss. doc. of science. Institute of forest Vietnam. Hanoi. 2010. 125 p.

11. Zryanhin V.A. Analysis of local ant fauna (Hymenoptera, Formicidae) in South Vietnam // Zoological journal. 2010. T. 89, № 12. pp. 1477-1490.
12. Zryanhin V.A. A new species of the genus *Indomyrma* Brown, 1986 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) from Vietnam // Russian entomological journal. 2012. № 21(2). pp. 223-228.
13. Peter Geissler, Truong Quang Nguyen, Nikolay Poyarkov, Wolfgang Bohme. New records of snakes from Cat Tien National Park, Dong Nai and Lam Dong provinces, southern Vietnam // Bonn zoological Bulletin. 2011. Vol. 60 (1). P. 9-16.
14. Palko I.V. Biology thrushes of the genus *Copsychus* (Turdidae: Passeriformes) as of hollow-nesting birds in South-east Asia. Abs. of diss. doc. of science. M.: MGU. 2012. 27 p.
15. Artem Sinev. *Alona kotovi* sp. nov., a new species of *Aloninae* (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae) from South Viet Nam // Zootaxa. 2012. Vol. 3475. P. 45-54.
16. Sergey G. Ermilov, Alexander E. Anichkin. Oribatid mites (Acari: Oribatida) of fungi from Dong Nai Biosphere Reserve, Southern Viet Nam // Persian Journal of Acarology. 2013. Vol. 2, № 2. P. 195-208.
17. Melnik V. A., Alexandrova A. V., Braun U. Two new species and new records of hyphomycetes from Vietnam // Mycosphere. 2014. Vol. 5(4). P. 591-600.
18. Nguyen Ngoc Binh. Forest soils of Vietnam. Institute of forest Vietnam. Agricultural publ. house. Hanoi. 1996. 155 p.
19. People's Committee of province Dong Nai (Vietnam) and MAB Vietnam (Man and the Biosphere). Recommended profile of Dong Nai Biosphere reserve. Dong Nai. 2011. 195 p.
20. Anichkin A.E. Soil macrofauna: structure and seasonal dynamics // Structure and functions of soil communities of a monsoon tropical forest (Cat Tien National Park, southern Vietnam). IPEE A.N. Severtsov (RAS) – M.: KMK Scientific Press. 2011, pp. 44-75.
21. Okolelova A.A., Nguyen Van Thinh, Anichkin A.E. The morphological characteristics of ferralitic soil of Cattien National Park of South Vietnam // Fundamental research. 2013. № 10 (8). pp. 1762-1765.
22. Okolelova A.A., Nguyen Van Thinh, Avilov V.K. Properties of basic types of soils in the Dong Nai Biosphere reserve (South Vietnam) // Scientific Bulletin BGU. Serial Natural Sciences. 2014. № 10 (181), T. 27. pp. 138-144.
23. Nguyen Van Thinh, Anichkin A.E. The Cat Tien National Park: general information // Structure and functions of soil communities of a monsoon tropical forest (Cat Tien National Park, southern Vietnam). IPEE A.N. Severtsov (RAS) – M.: KMK Scientific Press. 2011, pp. 11-15.
24. Reserve Vinh Cuu and Institute of Ecology and Bioreserves Vietnam. Project report list of vegetation and animals of forest Vinh Cuu Reserve. Dong Nai. 2009. 265 p.

УДК 574.2

Экологические особенности Биосферного заповедника Донг Най Южного Вьетнама

^{1, 2} Нгуен Ван Тхинь
² Алла Ароновна Околелова

¹ Совместный Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический Центр (Южное отделение), Вьетнам
г. Хошимин, район 10, ул. 3/2, № 3

² Волгоградский государственный технический университет, Российская Федерация
аспирант

E-mail: thinh39b@gmail.com

² Волгоградский государственный технический университет, Российская Федерация

E-mail: allaokol@mail.ru

Волгоград, пр. Ленина, 28

доктор биол. наук, профессор

E-mail: allaokol@mail.ru

Аннотация

Подтверждено высокое биоразнообразие и богатство почвенных ресурсов Биосферного заповедника Донг Най как результат уникальных природных условий. Выявлено наличие растений и животных, внесенных в Красную книгу Вьетнама и Красный список МСОП. Составленный авторами список включает 2236 видов флоры, 121 вид млекопитающих, 373 вида птиц и 2109 насекомых заповедника. Описано 117 видов растений и животных, внесенных в Красную книгу Вьетнама и 74 вида, включенных в Красный список МСОП. На исследуемых участках выявлено 122 вида птиц из 42 семейств. Из них 72 вида встречаются как в естественных тропических лесах (А, Ф, ЛВ, ЛН, ПЛ и ПД1), так и в нарушенных (Б2 и ПД2), 20 видов обитают только в первичных, 29 видов – в антропогенно преобразованных. Максимальные показатели видового богатства панцирных клещей характерны для естественных лесных формаций и снижаются в антропогенных преобразованных условиях. В естественных экосистемах леса отличаются более разнообразным видовым составом и высокой плотностью особей. Выявлена обратная зависимость между численностью оribатид и их видовым разнообразием.

Ключевые слова: Вьетнам; заповедник; тропические леса; биоразнообразие; млекопитающие; птицы; панцирные клещи; ферралитные почвы.