



Biogeosystem Technique

Journal is being issued since 2014. ISSN 2409-3386
2014. Vol.(1). № 1. Issued 4 times a year

EDITORIAL STAFF

Dr. Kalinichenko Valery – Don State Agrarian University, Persianovsky, Russian Federation
(Editor-in-Chief)

EDITORIAL BOARD

Dr. Elizbarashvili Elizbar – Iakob Gogebashvili Telavi State University, Telavi, Georgia
Dr. Glazko Valerii – 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 15.09.14.

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-1.

Biogeosystem Technique

2014

№

1



Издается с 2014 г. ISSN 2409-3386
2014. № 1 (1). Выходит 4 раза в год.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Валерий Калинин – Донской государственный аграрный университет, 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 15.09.14.
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-1.

CONTENTS

Relevant Topic

Valery Kalinichenko Biogeosystem Technique as a Problem	4
--	---

The Science and the Problems of Development

Valery I. Glazko The Science and the Management Society in the 21 st Century	20
--	----

Articles and Statements

Leonid V. Berezin Scientific Basis of the Adaptive Landscape Reclamation Farming Systems	30
---	----

Olga S. Bezuglova, Anastasiya E. Shimko The Use of Lignite and Compost-based Sewage Sludge as a Fertilizer and Soil Ameliorants	41
---	----

Victor A. Chaplygin, Tatiana M. Minkina, Saglara S. Mandzhieva, Svetlana N. Sushkova, Olga G. Nazarenko, Galina V. Motuzova Steppe Zone Vegetation and Soil Layer Pollution by Heavy Metals Under the Influence Novocherkassk Power Station Emission	50
---	----

Valentin T. Cheshko, Lida V. Ivanitskaya, Yulia V. Kosova Configuration of Stable Evolutionary Strategy of Homo Sapiens and Evolutionary Risks of Technological Civilization (the Conceptual Model Essay)	58
---	----

Valery I. Glazko Ecological Genomics and Agriecosystems	69
--	----

Rashid Saeed, Muhammad Ishfaq, Urooj Ishfaq, Zeeshan Fareed, Bushra Zulfiqar, Farrukh Shahzad Effect of Greenhouse Gases on Agriculture Production in Pakistan	85
--	----

Evgeny V. Shein, Natalia S. Kukharuk, Sofia S. Panina Soil Water Retention Curve: Experimental and Pedotransfer Data to Forecast Water Movement in Soils	89
--	----

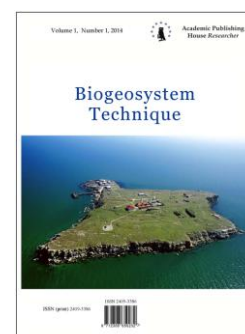
Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 1, No. 1, pp. 4-19, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.1.4

www.ejournal19.com



Relevant Topic

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

Biogeosystem Technique as a Problem

Valery Kalinichenko

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

Abstract

Imitating land use is dangerous for the biosphere, increases natural and anthropogenic uncertainty of geospheres and climate. Pedosphere is experiencing the negative impact of farming, which causes soil degradation.

To optimize the dispersion system of pedosphere, increase the biological capacity and productivity is prompted the scientific and technical branch Biogeosystem Technique.

Is considered one of the technical solutions of the biogeosystem technique – milling device for subsurface soil treatment, which allows to synthesize into soil the disperse system from the material of illuvial and transition horizons. The penetration capacity of the soil increases. Aggregate composition of the soil after treatment consist of 1-3 mm fraction, which in the long-term action of reclamation formed valuable soil structure. Soil freely accepts any precipitation. Reactions in the soil absorption complex accelerates. Readily soluble salts leached.

40 years after the milling soil reclamation an amount of humus in the layer 20-40 cm reaches 3.3%, in the layer 20-40 cm 2.4 %, no signs of eluvial-illuvial pedogenesis. Increase of the crop yields is up to 25-40 % to the level of standard technology of soil improvement for the entire period of observation. Return on standard technology agronomy 22.4, reclamation standard technology 22.9, technology of subsurface soil milling 57.1 %. The new transcendental quality of pedosphere is synthesized, the new vector is obtained of controlled biosphere evolution, A long-term increase is achieved of the soil biological productivity. The long-term horizon is proposed of strategic planning in the biosphere.

Keywords: Biosphere; biogeosystem technique; milling subsoil processing; controlled evolution of pedosphere.

Введение

Актуален запрос на новый вектор развития человечества в биосфере [1]. Преодоление конфликта биосферы и человечества должно быть лейтмотивом мировой стратегии внедрения энергоэффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных (зеленых) технологий и производств. Свою деятельность в биосфере человечество определило как «природопользование». Уникальное вещество Космоса отведено Мирозданием обитателям Земли в микроскопическом количестве. Природные экосистемы уже сейчас истощены на

60%, возможность их естественной регенерации под сомнением [2]. Заменить это уникальное вещество будет нечем.

Развитие человечества продолжается на базе устаревшей не имеющей перспективы индустриальной технологической платформы природопользования – фактически, уничтожении Земли особо изощренными способами. Из этого следуют многочисленные проблемы, вплоть до изменения климата [3-7].

Парадигма индустриального развития выстроена на имитацию отдельных свойств геосфер, природных процессов в технологиях получения продовольствия и сырья из ресурсов Земли. Получили распространение технологический детерминизм, социальный детерминизм, которые принуждают человечество согласиться со сложившимся вектором науки и техники, просто обращаясь с этим явлением с большей, чем раньше осторожностью. Законодательные и нормативные инструменты регулирования природопользования также выстроены под устаревшую парадигму, поэтому являются угрозой человечеству.

В мире существует острый запрос на новую парадигму развития [8], актуальна новая парадигма природопользования – непротиворечивое встраивание человечества и его технологий в биосферу [9-13].

Результаты и обсуждение

Биогеосистемотехника

Биогеосистемотехника это трансцендентальные междисциплинарные синтетические методы, технические решения и технологии управления биогеохимическим циклом вещества геосфер в газообразной, жидкой, твердой фазе. Биогеосистемотехника обеспечивает по сравнению с естественными условиями и известными стандартными технологиями более высокую норму экологически чистой биологической продукции, устойчивость биосферы, долгосрочную экономическую выгоду. Это исключает противостояние Человечества, Технологии, Биосферы, обеспечивая Гармонию Ноосферы, экологическую чистоту биосферы, развитие наукоемкой техники, зеленой экономики и привлекательность жизни.

Биогеосистемотехника отличается от технологий индустриальной платформы тем, что вместо накопления экологических проблем предлагает технические и технологические решения, которые позволяют непротиворечиво решать производственные и экологические задачи ноосферы в едином технологическом цикле, причем с большим производственным результатом и меньшими затратами. Это ограничивает использование методов современного природопользования, продуцирования отходов и ущерба геосферам, полезно как для краткосрочного планирования, так и с позиции долгосрочного горизонта стратегического прогноза развития, биологической стабилизации климата Земли.

Биогеосистемотехника является развитием философии техники [14]. Но фокус смещается с собственно имитации, органопроекции, трансцендентальных технических решений на трансцендентальное управление эволюцией геосферы в результате ее управляемого контролируемого антропогенного возмущения, трансцендентального технического воздействия.

Дисперсная система почвы и устройства для ее механической обработки

Дисперсный материал геосфер геологического и биологического происхождения образует почву как источник получения живых биологических продуктов – продовольствия и сырья. Почвенный покров Земли представляет собой трехмерный открытый континуум, в котором пересекаются и взаимодействуют твердая, жидкая, газообразная фазы почвы, биологические объекты почвы.

Управление дисперсной системой почвы давно вошло в сферу интересов цивилизации, поскольку турбация, механическая обработка почвы позволяет повысить норму биологической продукции в биосфере – урожайность возделываемых на почве растений.

В основе обработки почвы лежит имитационный подход. При выветривании в природе материал почвы подвергается диспергированию преимущественно с поверхности, и это используют для создания орудий для механической обработки почвы, повторяют рыхлящее воздействие, оказываемое на почву корнем растения, дерева, копытом животного. В этих рамках выполнено большинство технических решений до настоящего времени.

Имитационный путь управления композицией почвы приводит к тому, что ее фундаментальные свойства в результате механической обработки меняются в худшую с точки зрения эволюции сторону. Затем ухудшается плодородие почвы.

Механическую обработку почвы рассматривают только с точки зрения наличия на обработанной поверхности глыб размером 50–100 мм [15]. Это противоречит тому, что диапазон размеров ценных с агрономической точки зрения агрегатов почвы составляет 0,25–3 мм, рассматривается как негативный результат агротехники.

С точки зрения биogeосистемотехники изучено изменение почв солонцового комплекса (каштановых солонцеватых почв и солонцов каштановых) сухой степи за 30-летний период после обвальнoй обработки и агротехнической мелиорации с использованием нового приема внутрипочвенной фрезерной обработки [11, 13].

Почва в стандартной агротехнике представлена на рис. 1. Наблюдается вертикальная дифференциация горизонтов почвы, плотные с сизым налетом верхушки столбчатого иллювиального горизонта почвы на глубине ежегодной основной механической обработки 15–20 см. Глубже 20–25 см корневая система не распространяется. Верхний слой почвы при обработке проявляет склонность к образованию глыб при механической обработке в силу солонцовых свойств почвы. По этой же причине корневая система растений тяготеет к трещинам в почве, поскольку при низкой влажности почвы, которая характерна для сухой степи, почва внутри агрегатов верхнего обработанного слоя, тем более, нижележащего плотного иллювиального слоя, приобретает высокую твердость, которую растения своим осмотическим потенциалом преодолеть не в силах. Урожайность сельскохозяйственных культур низкая.



Рис. 1. Почва в стандартной агротехнике

Имитационный подход используют при мелиорации почв. Для этого выполняют глубокое рыхление (чизелевание) или глубокую вспашку (двухъярусную, трехъярусную) на глубину 30–50 см (рис. 2).



Рис. 2. Трехъярусный плуг ПТН-40

Мелиоративную трехъярусную (двухъярусную) обработку почвы проектировали с целью оставить верхний гумусовый горизонт 0–15 см (первый верхний ярус механической обработки) на месте, иллювиальный солонцовый уплотненный горизонт 15–30 см (второй средний ярус механической обработки) и подсолонцовый горизонт (третий нижний ярус механической обработки) 30–45 см разрыхлить и в процессе рыхления равномерно перемешать между собой в слое 15–45 см. Однако хорошо теоретически обоснованная схема агротехнической мелиорации солонцовых почв оказалась в реальности практически неработоспособной.

В результате механической мелиоративной трехъярусной обработки слоя почвы 0–45 см пассивные рыхлящие элементы почвообрабатывающего орудия формируют агрегаты размером до 300 мм из минерального и органического вещества из верхнего и иллювиального обрабатываемых послойно горизонтов почвы. Если почва имеет короткий почвенный профиль меньше глубины мелиоративной обработки, мелиоративная обработка затрагивает также и почвообразующую породу – материал прошлых этапов биосферы [16]. Агрегаты и конгломераты в профиле размещаются не по слоям, а произвольно. Вместо привязки горизонтов к заданным слоям в их размещении имеет место лишь слабая тенденция заданного позиционирования. В процессе трехъярусной обработки в верхний слой выносятся до 40 % солонцового и подсолонцового горизонтов. В такой системе крупных агрегатов и конгломератов вместо дисперсной системы преобладают тупиковые недоступные корням растений поры [17]. Крупные плотные агрегаты и конгломераты механической структуры почвы недоступны корням растений, при этом сохраняются в почве практически в неизменном виде в течение 30 и более лет после стандартной мелиоративной обработки, особенно в слое глубже 20 см, не затрагиваемом ежегодной основной обработкой почвы в процессе агротехники (рис. 3).



Рис. 3. Почва через 30 лет после обработки трехъярусным плугом ПТН-40

Развитие корневой системы растений после трехъярусной обработки идет только в зонах просыпавшегося в глубь почвы гумусового горизонта. Биота рассеяна очагами в локальных зонах комфорта, там, где расположен просыпавшийся сверху в процессе обработки почвы материал верхнего гумусового слоя. Будучи заземленным и рассредоточенным, этот, по существу, грунт довольно быстро переходит в состоянии седиментации отмирающим органическим веществом и теряет плодородие.

Поэтому прирост урожайности на мелиорируемой почве относительно небольшой. В результате неизменности вектора эволюции почвы ее продуктивность после мелиорации угасает в течение 2–8 лет.

Современная стандартная и почвенно-мелиоративная агротехника ведет к тому, что чем дольше период ее применения, тем все больше ухудшается проникновение ризосферы в глубь почвы, почвообразование в глубоких горизонтах прекращается, вероятно деградация почвы.

Были предприняты попытки усовершенствовать технологический процесс мелиорации почвы. Трехъярусную обработку заменили двухъярусной (рис. 4).



Рис. 4. Плуг ПЯС-1,4

Верхний горизонт почвы обрабатывали по прежней схеме, а иллювиальный и подсолонцовый горизонты обрабатывали одним и тем корпусом плуга. Модернизация позволила улучшить тяговые характеристики нового артефакта техники, но это второстепенный результат, поскольку основная задача – обеспечение новой устойчивой эволюции почвы не была решена. Структура почвенного профиля после механической обработки в виде спонтанно размещенных в нем крупных агрегатов и конгломератов почвы из разных горизонтов была столь же неудовлетворительной, что и после трехъярусной обработки.

Современная стандартная агротехника ведет к тому, что ухудшается проникновение ризосферы в глубь почвы. Во-первых, современное почвообразование с учетом известной значимости корневой системы растительности в генезисе почв, в глубоких горизонтах прекращается, во-вторых, расположенные в этих горизонтах биологические ресурсы прошлых стадий генезиса почвы исключаются из почвообразования, в-третьих, если рассматривать последствия в ближайшей перспективе, то биологический материал, расположенный ниже современного пахотного горизонта, превращается в седименты, которые, вместо участия в биосферном процессе, играют противоположную роль – исключают проникновение ризосферы в глубь почвы. Отсюда современная регулярная агротехника, особенно на почвах относительно тяжелого гранулометрического состава, непременно ведет к вертикальной дифференциации профиля почвы и другим деградационным явлениям, солонцовому педогенезу со всеми известными неблагоприятными последствиями. Почвообразование в глубоких горизонтах прекращается, вероятно деградация почвы.

Неприемлемый результат общепринятого подхода органопроекции при создании почвенно-мелиоративных артефактов побудил к трансцендентальному синтезу устройства для мелиорации почвы с целью приближения процесса механической обработки почвы, его непосредственного и долгосрочного результата, к природе дисперсной системы почвы.

Альтернативной обработке пассивными рабочими органами является роторная обработка почвы.

Известно, что агрофизические свойства верхнего слоя почвы обычно лучше, чем нижележащего иллювиального слоя, особенно это относится к почвам тяжелого гранулометрического состава, которые, как правило, отличаются природными или антропогенно обусловленными солонцовыми свойствами. Поэтому при создании нового артефакта техники предусмотрели механическую обработку только внутреннего слоя почвы 20–45 см.

Поскольку имитация природного рыхления почвы в стандартной почвенно-мелиоративной агротехнике дает неприемлемый результат, вместо пассивного рыхления предусмотрели фрезерование внутреннего слоя почвы 20–45 см, поскольку была очевидна необходимость обеспечить после обработки тонкодисперсную систему почвы. Техническое решение было продиктовано также тем, что известные устройства для фрезерной обработки почвы предусматривали обработку почвы с поверхности, диаметр фрезы по этой причине был большим, что обуславливало высокие энергетические затраты на обработку и избыточную дисперсность верхнего слоя почвы.

Цель – обеспечить дисперсность иллювиального слоя почвы, устойчивое преодоление его неблагоприятных свойств и этим оказать опосредованное положительное влияние на верхний слой почвы, изменить облик и свойства почвы в целом, улучшить условия развития и питания ризосферы, увеличить биологическую продуктивность почвы.

Принципиальная схема нового артефакта показана на рис. 5 [18].

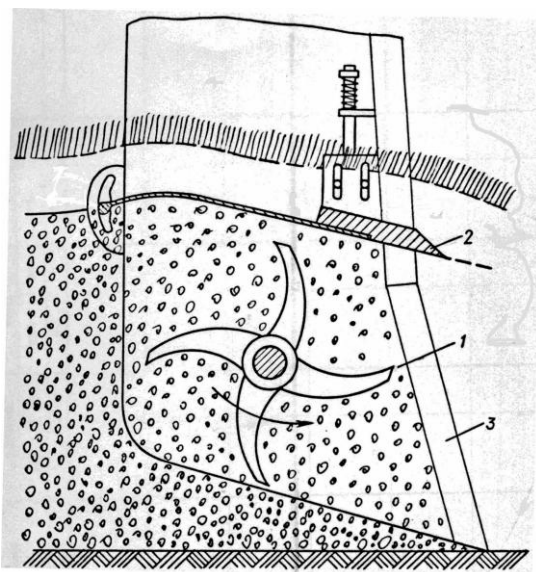


Рис. 5. Комбинированное почвообрабатывающее орудие.

1 – фрезерный рыхлитель с горизонтальным валом, 2 – подрезающий нож, 3 – подрезающая стойка-редуктор привода рыхлителя

Фрезерный рыхлитель с горизонтальным валом 1 выполняет диспергирование заданного слоя почвы, подрезающий нож 2 направляет верхний гумусовый слой почвы над зоной рыхления, предотвращая его неблагоприятной просыпание вглубь, механический привод рыхлителя выполняют, передавая крутящий момент от вала отбора мощности трактора через стойку-редуктор 3 к фрезерному рыхлителю с горизонтальным валом 1.

Внешний вид фрезерных рыхлителей показан на рис. 6.

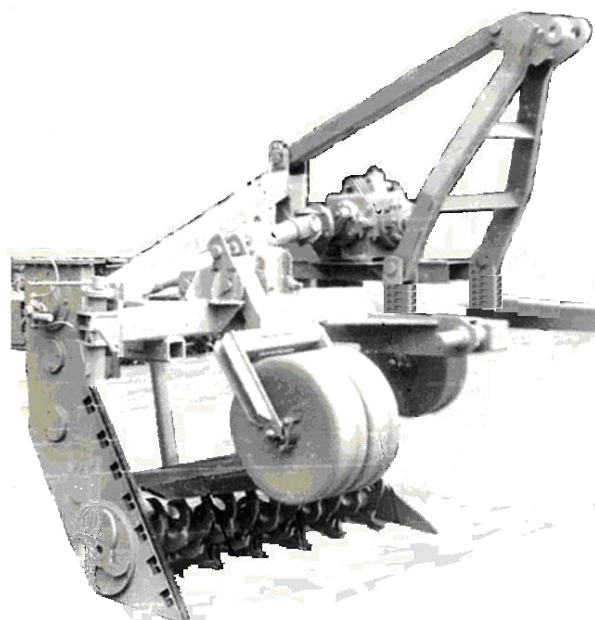
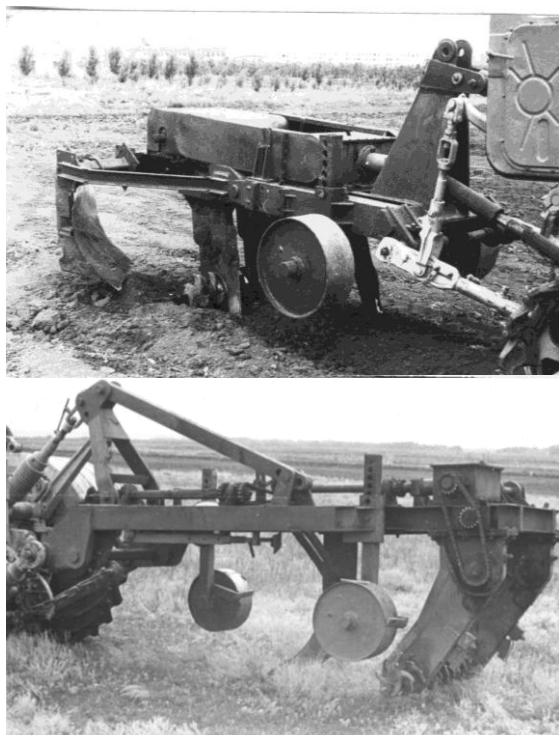


Рис. 6. Фрезерные глубокорыхлители почвы

На рис. 7–9 представлена почва через 36 лет после фрезерного рыхления слоя 20–45 см. Почва по всему профилю до глубины 45 см однородна по плотности, окраске, структурна, в ней хорошо развивается корневая система.



Рис. 7. Почва после фрезерного рыхления слоя 20–45 см, глубина 30 см



Рис. 8. Почва после фрезерного рыхления слоя 20–45 см, глубина 35 см



Рис. 9. Почва после фрезерного рыхления слоя 20–45 см, глубина 40–45 см

После однократной почвенно-мелиоративной внутрипочвенной фрезерной обработки установлено хорошее крошение и перемешивание заданных горизонтов (таблица).

Таблица

**Содержание фракций 1–3 мм при различной обработке солонцовой почвы, %
(Стационар Ленинский путь, 1972 г.)**

Глубина отбора образца, см	Солонец до обработки	Отвальная обработка, 20–22 см, контроль	Трехъярусная обработка почвы, ПТН-40, 45 см	Фрезерная обработка почвы, слой 20–45 см
0–20	8,2	14,4	15,9	33,7
20–40	21,3	17,1	20,8	39,6

Искусственные мелкие агрегаты почвы представляют собою комфортный субстрат для развития корневой системы растений и биоты, причем уже в первый год действия мелиорации в почве складываются условия, существенно облегчающие переход питательных веществ в доступные формы, ускоряющие обменные реакции в почвенном поглощающем комплексе и выщелачивание легкорастворимых солей. Глубокий рыхлый слой почвы имеет агрегаты, соответствующие масштабу архитектуры корневой системы степных растений и способствует тому, что она стабилизирует почвенную систему механически и биологически. В последнем случае имеется в виду свойство корневой системы поддерживать в почвенном теле реакцию среды в районе рН 7,0–7,5, что весьма значимо с учетом неблагоприятной высокой степени пептизации коллоидов почвы при повышенных значениях рН.

Почва становится гомогенной и состоит из мелких однородных по размеру агрегатов на всю глубину обработки. Нет признаков элювиально-иллювиальной дифференциации почвенного профиля, нет сохранившихся блоков солонцового горизонта, почва в целом имеет равномерную более темную, чем при зональной агротехнике или трехъярусной обработке, окраску.

Через 40 лет после фрезерной обработки почва в слое 20–45 см состоит из мелких однородных по размеру агрегатов, отсутствуют морфологические признаки восстановления солонцового педогенеза.

При фрезерной обработке почвы образуется рыхлый на глубину до 50 см слой, гомогенный как по профилю почвы, так и в латеральном простирании, почва свободно принимает в себя практически любое количество атмосферных осадков. Влага атмосферных осадков поступает в почву свободно. Высокая степень крошения почвы орудием с активными рабочими органами, малый размер структурных отдельностей почвы обеспечивают не только проникновение влаги в почву. Поступление влаги к корневой системе происходит от большого числа мелких агрегатов почвы, ризосфера получает большую поверхность контакта с влажной почвой, растение расходует меньше энергии и пластических веществ на развитие ризосферы в почвенном континууме, на получение влаги из почвы. В результате преобразования гидрологического режима комплекса почв легкорастворимые соли опускаются на большую глубину.

Через 30 лет после почвенно-мелиоративной фрезерной обработки структура почвы оптимальная, количество гумуса в слое 20–40 см достигает 3,3 %, в слое 20–40 см – 2,4 %, количество легкорастворимых солей в почве меньше на 30 %, количество поглощенного Na^+ в слое 20–30 см 10,6 % от емкости катионного обмена почвы вместо 19,8 % у необработанной почвы. Пространственная изменчивость структуры почвенного покрова меньше исходной. Выше пенетрационная способность почвы [13].

Прибавка урожайности сельскохозяйственных культур за время проведения многолетних исследований на разных стационарах составляет 25–60 и более процентов к уровню стандартной технологии земледелия и стандартной технологии мелиорации почв в течение всего периода наблюдений. Рентабельность стандартной технологии агрономии 22,4, стандартной технологии мелиорации 22,9, технологии внутрипочвенной фрезерной обработки почвы 57,1 %, что является примером декаплинга, возможность уменьшить темп затрат на производство сельскохозяйственной продукции за счет органичного встраивания технологии в биосферу с учетом возможностей педосферы.

Артефакты биогеосистемотехники ориентируют эвристический процесс в технике. Так, с точки зрения основного процесса обработки почвы подрезающая стойка-редуктор 3 является второстепенным элементом. Однако с точки зрения конкретных условий солонцового педогенеза, связанного с высокой плотностью и твердостью почвы, значимость подрезающей стойки-редуктора 3 резко возрастает как конструктивного элемента, испытывающего огромное противодействие обрабатываемой среды, что повышает вероятность отказа устройства, снижает его надежность.

Решена задача теоретической механики, заключающаяся в передаче крутящего момента внутрь обрабатываемой приводимым инструментом среды. Выполнен синтез нового артефакта техники мелиорации почвы. Из конструкции исключена подрезающая стойка-редуктор, привод фрезерного рыхлителя выполняют посредством роторного

щелереза, что исключает пассивное тяговое сопротивление устройства и обеспечивает снижение затрат энергии на обработку в 1,7–2 раз (рис. 10) [19].



Рис. 10. Внутрипочвенный фрезерный рыхлитель с роторным приводом ПМС-280. 2008 г.

Заданная посредством использования нового артефакта техники эволюция почвы стабильна в течение более 30 лет.

Методами биогеосистемотехники энергия живого вещества Земли может быть увеличена в несколько раз, и станет более доступной для получения продовольствия, сырья и биотоплива в результате применения новых технологий, уменьшения затрат труда, энергии и ресурсов по сравнению с тем уровнем техники, что имеет место в настоящее время.

Заключение

Биогеосистемотехника это трансцендентальные технологии преодоления конфликта биосферы и человечества.

Показана возможность управления дисперсной системой и эволюцией почвы, достигнуто длительное повышение биологической продуктивности почв.

В рамках биогеосистемотехники открыта возможность управлять гидрологическим режимом биосферы, уменьшить потребление воды для ирригации в 3–5 раз, преодолеть деградацию почв и ландшафтов, которая происходит в мире в катастрофических масштабах в результате применения устаревшей парадигме ирригации [20-37].

Биогеосистемотехника позволяют 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 [38-40].

Подход биогеосистемотехники обеспечивает принципиально новое непротиворечивое встраивание человечества и его трансцендентальных технологий ноосферы в трансцендентально синтезированные устойчивые геосферы, дает возможность резко сократить затраты на осуществление промышленных, аграрных, экологических технологий и природопользование [41], обеспечивает эколого-экономический декарлинг, развитие роботизации, новой индустриализации и перспективу долгосрочной стратегии развития РФ и мира [42-47].

Долгосрочные эволюционные изменения, которые можно получить в биосфере и других геосферах методами биогеосистемотехники, дают вектор развития приоритетной техники и технологии, имеют объективные долгосрочные биологические последствия, обеспечивают значительную долгосрочную экономическую выгоду, перспективу биологической стабилизации климата Земли [3-7].

Биогеосистемотехники обеспечивает беспрецедентный уровень встраивания технических решений в биосферу, технические решения можно реализовать на уровне робототехники. Это является составляющей новой индустриализации.

Законодательное регулирование должно обеспечивать не экстраординарные, а повседневное развитие человечества, использование лучших артефактов.

Следует принципиально пересмотреть законодательные и нормативные инструменты контроля состояния окружающей среды и на этой основе обеспечить приоритетное продвижение биогеосистемотехники для формирования в России нового мирового технологического уклада этапа ноосферы.

Теория, методы и практические результаты биогеосистемотехники объективно превышают достигнутый мировой уровень. Мы позиционируем биогеосистемотехнику в качестве составляющей технологической платформы развития человечества и его технологии на этапе ноосферы.

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. Rachael Rhodes, Edward Brook, John Chiang, Thomas Blunier, Hai Cheng, R. Lawrence Edwards, Olivia Maselli, Joseph McConnell, Daniele Romanini, Jeffrey Severinghaus, Todd Sowers, and Christopher Stowasser Continuous methane record of abrupt climate change 10-68 ka: sighting Heinrich events in the ice core record // Geophysical Research Abstracts Vol. 16, EGU2014-7984, 2014.
5. 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.
6. Erwan Monier, David Kicklighter, and Andrei Sokolov. Future changes in terrestrial carbon fluxes over Northern Eurasia under uncertainty in 21st century climate change // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-9763, 2014. EGU General Assembly 2014 © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
7. Ingeborg Bussmann, Alexandra Kraberg, Anna Matousu, and Roman Osudar. Comparing microbial methane oxidation rates and methane distribution in arctic and boreal estuaries // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-7362, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
8. International Commission Calls for 'Paradigm Shift' in Agriculture. www.worldwatch.org/node/5712
9. 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. p. 1042-1049.
10. 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.
11. Москаленко А.П., Калиниченко В.П., Овчинников В.Н., Москаленко С.А., Губачев В.А. Биогеосистемотехника – основа практики экологической политики и экологической экономики // Экономика и предпринимательство. 2013. № 12-3 (41-3). С. 160-165.
12. Минкин М.Б., Калиниченко В.П. Интенсификация мелиоративного процесса на почвах солонцовых комплексов посредством регулирования гидрологического режима. - Почвоведение. 1981. №11. С. 88-99.

13. Калиниченко В.П., Шаршак В.К., Миронченко С.Ф., Черненко В.В., Ладан Е.П., Генева Е.Д., Илларионов В.В., Удалов А.В., Удалов В.В., Киппель Е.В. Изменение свойств почв солонцового комплекса через 30 лет после мелиоративных обработок // Почвоведение. 2014. №4. С. 490-506. DOI: 10.7868/So032180X14040029.
14. Friedrich Dessauer Philosophie der Technik: das Problem der Realisierung. Bonn: Friedrich Cohen, 1927 - 180 Seiten
15. Горячкин В.П. Собрание сочинений. М.: Изд-во Колос, 1965. т. 1. 720 с. т. 2. 459 с. т. 3. 384 с.
16. Розанов А.Ю. Ископаемые бактерии, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы // Палеонтологический журнал. 2003. № 6. С. 41.
17. Шеин Е.В. Гранулометрический состав почв: проблемы методов исследования, интерпретации результатов и классификаций // Почвоведение. 2009. № 3. С. 309-317
18. Шаршак В.К., Москвичев Н.Н., Ладан Е.П., Генева Е.Д., Слюсарев В.С. Комбинированное почвообрабатывающее орудие. А.с. СССР №442760. А01В 49/00, А01В 33/10. Заявка 1855058/30-15 от 11.12.72. Б.И. №34. 15.09.74.
19. 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.
20. Минкин М.Б., Калиниченко В.П. Мелиорация мочаристых почв Восточного Донбасса. // Почвоведение. 1988. №2. С. 111-121.
21. 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.
22. Shavkat Kenjabaev, 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. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2013. CC Attribution 3.0 License
23. Carlos Ochoa, Steve Guldan, Alexander Fernald, Vince Tidwell, Emile Elias, Karina Gutierrez, and Mike Borman. Surface water and shallow groundwater interactions in semiarid agro-ecosystems of the western USA // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-3161, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License
24. Ильинская И.Н., Шкодина О.П. Нормирование водоотведения – фактор рационального водопользования / Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. РосНИИПМ. Новочеркасск, 2009. вып. 41. С. 74-84.
25. 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.
26. Irrigation & Water Use. United States Department of Agriculture <http://www.ers.usda.gov/topics/farm-practices-management/irrigation-water-use/background.aspx#.Ugiz99JM9Fs>
27. FAQ's Information System on Water and Agriculture. Aquastat. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/il/index.stm>
28. Israel Science & Technology: Agro-Technology. Jewish virtual library. <http://www.jewishvirtuallibrary.org/jsourc/Economy/eco3.html>
29. Estimated Use of Water in the United States in 2000. USGS. <http://pubs.usgs.gov/circ/2004/circ1268/htdocs/table07.html>
30. Dehadrai P.V. IRRIGATION IN INDIA. DIII/3403, Vasant Kunj, New Delhi-110070, India. <http://www.fao.org/docrep/007/y5082e/y5082eoa.htm#TopOfPage>
31. 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
32. 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

33. 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.

34. 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

35. 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.

36. 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

37. 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.

38. Mitloehner F. Agriculture infrastructure and farming practices: Responses to climate change and population growth // 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.

39. Kolesnikov S.I., Rotina E.N., Kazeev K.S. Technology of evaluation methods of soil remediation effectiveness according to biological indicators // Middle East Journal of Scientific Research. 2013. T. 17. № 7. С. 914-918.

40. Калиниченко В.П. Патент на изобретение RU №2387115 С2. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 апреля 2010 г. Устройство для внесения вещества при ротационном внутрипочвенном рыхлении. Патентообладатель ИППЮР. МПК А01В 33/02 (2006.01) А01С 23/00 (2006.01). Заявка №2008124500/12(029710) от 16.06.2008. ФИПС. Отдел №20. 08.08.08. т. 2406015. Решение о выдаче патента от 16.10.2009. 7 с. Опубликовано 27.04.2010. Бюл. №12.

41. 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.

42. Алексеев А.В. Государственные программы: реальный или номинальный инструмент управления экономикой? // Экономист. 2014. №6. С. 20-27.

43. Mitcham, Carl. Thinking through Technology: The Path between Engineering and Philosophy. University Of Chicago Press. 1994. ISBN 978-0-226-53198-4].

44. Giuseppe Di Capua and Silvia Peppoloni. Geoethics and geoscientists: some ongoing initiatives // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-2263, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.

45. Глазко В.И. Формообразование и микроэволюция: Породообразование, метаболомика, субгеном // Farm animal. №1. Март 2014. С. 20-32.

46. Указ Президента Российской Федерации — России от 12 мая 2009 года № 536 «Об Основах стратегического планирования в Российской Федерации»

47. United Nations Environmental Programme. Environment for development <http://www.unep.org/default.asp>

References:

1. Vernadsky V.I. Biosphere. L.: Scientific and Technical Chem. Publ., 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. Possible negative scenarios of biosphere dynamics as a result of human activities / E.P. Borisenkov, Pichugin Yu.A. // Reports of the Academy of Sciences. 2001. Vol .78. №6. P. 812-814.

4. Rachael Rhodes, Edward Brook, John Chiang, Thomas Blunier, Hai Cheng, R. Lawrence Edwards, Olivia Maselli, Joseph McConnell, Daniele Romanini, Jeffrey Severinghaus, Todd Sowers, and Christopher Stowasser Continuous methane record of abrupt climate change 10-68 ka: sighting Heinrich events in the ice core record // Geophysical Research Abstracts Vol. 16, EGU2014-7984, 2014 EGU General Assembly 2014 © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
5. 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.
6. Erwan Monier, David Kicklighter, and Andrei Sokolov. Future changes in terrestrial carbon fluxes over Northern Eurasia under uncertainty in 21st century climate change // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-9763, 2014. EGU General Assembly 2014 © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
7. Ingeborg Bussmann, Alexandra Kraberg, Anna Matousu, and Roman Osudar. Comparing microbial methane oxidation rates and methane distribution in arctic and boreal estuaries // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-7362, 2014. EGU General Assembly 2014. © Author(s) 2014. CC Attribution 3.0 License.
8. International Commission Calls for 'Paradigm Shift' in Agriculture. www.worldwatch.org/node/5712
9. 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. C. 1042-1049.
10. Minkina T.M. Carbonate-calcium equilibrium in the system WATER-SOIL / T.M. Minkina, A.P. Endovitsky, V.P. Kalinichenko, Y.A. Fedorov. Rostov-on-Don: Publishing House of the Southern Federal University, 2012. 376 p.
11. Moskalenko AP, Kalinichenko V. Ovchinnikov VN, Moskalenko SA, Gubachev VA BIOGEOSISTEMOTEHNIKA – FRAMEWORK FOR ENVIRONMENTAL POLICY AND PRACTICE Environmental Economics / A.P. Moskalenko, V.P. Kalinichenko, V.N. Ovchinnikov S.A. Moskalenko, V.A. Gubachev // Economics and Entrepreneurship. 2013. № 12-3 (41-3). P. 160-165.
12. Minkin M.B., Kalinichenko V.P. 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.
13. Kalinichenko VP, Changing of the properties of complex solonchic soils in 30 years after reclamation treatments / V.P. Kalinichenko, V.K. Sharshak, S.F. Mironchenko, V.V. Chernenko, E.P. Ladan, E.D. Genev, V.V. Illarionov, A.V. Udalov, V.V. Udalov, E.V. Kippel // Soil Science. 2014. №4. P. 490-506. DOI: 10.7868 / S0032180X14040029.
14. Friedrich Dessauer Philosophie der Technik: das Problem der Realisierung. Bonn: Friedrich Cohen,, 1927. 180 Seiten.
15. Goryachkin V.P. Works. M.: Kolos, 1965. Vol. 1. 720 p. Vol. 2. 459 p. Vol. 3. 384 p.
16. Rozanov A.Y. Fossil bacteria sedimentogenesis and the early stages of evolution of biosphere // Paleontological Journal. 2003. № 6. P. 41.
17. Shein E.V. Granulometric composition of the soil: PROBLEMS of methods of research, interpretation of results and their classification // Soil Science. 2009. № 3. P. 309-317.
18. Sharshak V.K., Moskvichev N.N., Ladan E.P., Genev E.D., Slyusarev V.S. Combined tillage tool. AS USSR №442760. A01B 49/00, A01B 33/10. Application No 1855058/30-15 from 12.11.72. BI №34. 09.15.74.
19. 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.
20. Minkin M.B. Reclamation of soils mocharistyh Eastern Donbass / M.B. Minkin, V.P. Kalinichenko // Soil. 1988. №2. P. 111-121.
21. 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.

22. Kenjabaev Shavkat, Yvonne Dernelde, Hans-Georg Frede, and Galina Stulina, Determination of actual crop evapotranspiration (ET_c) and dual crop coefficients (K_c) 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.
23. Ochoa Carlos, Steve Guldán, 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.
24. Iljinskaya IN, Shkodin OP Rationing of water drainage – a factor of water management / Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. RosNIIPM: Novocherkassk, 2009. Vol. 41. P. 74-84.
25. Shchedrin V.N. TRENDS AND PROSPECTS IN RUSSIA irrigated agriculture / V.N. Shchedrin, G.A. Senchukov, V.D. Gostishchev // The use and protection of natural resources in Russia. 2014. № 2 (134). P. 13-15.
26. Irrigation & Water Use. United States Department of Agriculture <http://www.ers.usda.gov/topics/farm-practices-management/irrigation-water-use/background.aspx#.Ugiz99JM9Fs>
27. FAQ's Information System on Water and Agriculture. Aquastat. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/il/index.stm>
28. Israel Science & Technology: Agro-Technology. Jewish virtual library. <http://www.jewishvirtuallibrary.org/jsource/Economy/eco3.html>
29. Estimated Use of Water in the United States in 2000. USGS. <http://pubs.usgs.gov/circ/2004/circ1268/hdocs/table07.html>
30. Dehadrai P.V. IRRIGATION IN INDIA. DIII/3403, Vasant Kunj, New Delhi-110070, India. <http://www.fao.org/docrep/007/y5082e/y5082eoa.htm#TopOfPage>
31. 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
32. 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
33. Vojvodina LA Effect of excessive watering under the drip irrigation on the soil melioration conditions // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture: Col. Of publ. FGNU "RosNIIPM" / Ed. V.N. Shchedrin. Novocherkassk: Helicon, 2011. Vol. 45. P. 49-56.
34. 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.
35. Agaltseva NA, Bolgov MV, Spektorman TY, Trubetskova MD, Chub VE Assessment of hydrological characteristics in the Amudarya basin to climate change / N.A. Agaltseva, M.V. Bolgov, T.Y. Spektorman, M.D. Trubetskova, V.E. Chub // Meteorology and Hydrology. 2011. № 10. P. 58-69.
36. Fitsum Woldemesel, 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.
37. Kalinichenko V.P. Concept of intrasoil continually-discrete pulse irrigation / V.P. Kalinichenko, T.M. Minkin, O.S. Bezuglova, A.A. Zarmaev, O.V. Romanov, VC-D. Kim // Environmental Engineering. 2013. № 2. P. 6-11.
38. Mitloehner F. Agriculture infrastructure and farming practices: Responses to climate change and population growth // 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.
39. Kolesnikov S.I. Technology of evaluation methods of soil remediation effectiveness according to biological indicators / S.I. Kolesnikov, E.N. Rotina, K.S. Kazeev. // Middle East Journal of Scientific Research. 2013. T. 17. № 7. C. 914-918.
40. Kalinichenko V.P. The patent for invention RU №2387115 C2. Registered in the State Register of Inventions of the Russian Federation, April 27, 2010. Device for introducing the substance at a rotary intrasoil hoeing. Patentee IPPYUR. IPC A01V 33/02 (2006.01) A01S 23/00 (2006.01). Application №2008124500 / 12 (029710) on 16.06.2008. Published 27.04.2010. Bull. №12.

41. 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.
42. Alekseev AV GOVERNMENT PROGRAMS: real or nominal instrument of economic regulation? // The Economist. 2014. №6. P. 20-27.
43. Mitcham, Carl. Thinking through Technology: The Path between Engineering and Philosophy. University Of Chicago Press. 1994. ISBN 978-0-226-53198-4.
44. Giuseppe Di Capua. Geoethics and geoscientists: some ongoing initiatives / Giuseppe Di Capua and Silvia Peppoloni // Geophysical Research Abstracts. Vol. 16, EGU2014-2263, 2014.
45. Glazko V.I. Shaping and microevolution: breeding, metabolomics, subgenom // Farm animal. №1. March 2014. P. 20-32.
46. Decree of the President of the Russian Federation – Russia on May 12, 2009 № 536 "On the basis of strategic planning in the Russian Federation".
47. United Nations Environmental Programme. Environment for development <http://www.unep.org/default.asp>

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

Биогеосистемотехника как проблема

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, kalinitch@gmail.com

Аннотация. Имитационное природопользование опасно для биосферы, повышает природную и антропогенную неопределенность (uncertainty) геосфер и климата. Педосфера испытывает негативное влияние агротехники, которая обуславливает деградацию почв.

Для оптимизации дисперсной системой педосферы, повышения биологической емкости, продуктивности биосферы предложено научно-техническое направление биогеосистемотехника.

Рассмотрено одно из технических решений биогеосистемотехники в виде фрезерного устройства для внутрипочвенной обработки, которое позволяет синтезировать внутри почвы дисперсную систему из материала иллювиального и переходного горизонтов. Повышается пенетрационная способность почвы. Агрегатный состав почвы после обработки представлен фракцией 1-3 мм, из которой формируется ценная в агрономическом отношении структура почвы, устойчивая в длительном действии мелиорации. Почва свободно принимает любое количество атмосферных осадков. Ускоряются обменные реакции в почвенном поглощающем комплексе. Легкорастворимые соли выщелачиваются.

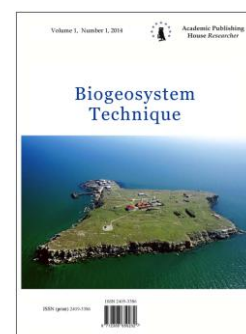
Через 40 лет после почвенно-мелиоративной фрезерной обработки количество гумуса в слое 20–40 см составляет 3,3 %, в слое 20–40 см – 2,4 %, в почве нет признаков элювиально-иллювиального педогенеза. Прибавка урожайности сельскохозяйственных культур составляет 25–40 % к уровню стандартной технологии мелиорации почв в течение всего периода наблюдений. Рентабельность стандартной технологии агрономии 22,4, стандартной технологии мелиорации 22,9, технологии внутрипочвенной фрезерной обработки почвы 57,1 %. Синтезировано новое трансцендентальное качество педосферы, сформирован новый вектор ее управляемой эволюции, достигнуто длительное повышение биологической продуктивности почв. Показан длительный горизонт стратегического планирования в биосфере.

Ключевые слова: Биосфера; биогеосистемотехника; управляемая эволюция педосферы; фрезерная внутрипочвенная обработка.

Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 1, No. 1, pp. 20-29, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.1.20

www.ejournal19.com

The Science and the Problems of Development

UDC 1:001

The Science and the Management Society in the 21st Century

Valery I. Glazko

Russian state agrarian University – Moscow agricultural Academy named after K.A. Timiryazev;
Russian Federation
Moscow, 127550, Timiryazevskaya str., 49

Abstract

The article observes the main functions of science, the relationship between power and science, including the historical aspect. The article underlines the historical distinguished features of the soviet science, defining its current unsatisfactory state. The article discusses the possible overcoming ways of the misconceptions about the possibility of solving the problems of science through "free market".

Keywords: soviet science; stratification; power and science; "red professors".

Как и любое сообщество, научное сообщество подразделяется на страты, среди которых можно выделить, по крайней мере, следующие. Генераторы — т.е. научные работники, производящие новые идеи, новые знания, действующие независимо от зарплаты, положения и прочих благ, даруемых государством — гордость мировой науки, впоследствии и страны. Молчаливое большинство — персоналии, выбравшее науку как способ жить. Руководители — чаще всего, люди, мотивация которых определяется желанием «партия, дай порулить», неважно, чем и как, независимо от образования и культуры, по типу печально известного научно-управленческого дуэта ВАСХНИЛ «Т. Лысенко – И. Презент», и их научных последователей – «внуков» и «правнуков». Страты научного сообщества в той или иной форме существовали всю историю российской науки и воспроизводятся в настоящее время. Научное сообщество представляет собой сложную структуру, в которой соотношение и взаимоотношение разных страт имеет выраженную динамику, зависящую, прежде всего, от особенностей текущего общего состояния государства. Исходя из этой взаимосвязи, не удивительно, что после распада СССР собственно российская наука достаточно быстро пришла в состояние выраженной нестабильности, и это немедленно сказалось на образовании и общем экономическом устройстве.

Почему нужна наука в современном мире

Наука и научное сообщество в современном мире выполняют две важнейшие функции — экспертную и социальную, основанные на генерации новых знаний. Для современного мира типична неустойчивость, рост техногенных и глобальных природных изменений, в тесной связи с ними меняются люди, все общество. Процессы в обществе, ускоряющиеся в

условиях природных и социальных кризисов, нуждаются в контроле и разработках методов прогноза для того, чтобы обеспечить хотя бы некоторое понимание их направлений. Следует подчеркнуть, что направление движения цивилизации в конечном итоге определяет небольшая прослойка научных работников, формируя не только новации, но и будущие гуманитарные, нравственные и социальные императивы и нормы. Все, чем и как мы живем сегодня, на чем держится мир (нравственность, гуманизм, принципы демократии, толерантность, социальная ответственность), было первоначально сформировано в очень узкой среде интернационального научного сообщества. Совершенно новые этические проблемы Человечества (например – проблема личного бессмертия) породили разработки по соматическому клонированию, прогресс в биотехнологии и генной инженерии. Мировое научное сообщество всегда интернационально (наука без границ), Много веков назад своим рождением оно положило начало всемирной интеграции для решения общечеловеческих проблем, стирая национальные границы. Это чувствуется и по языку науки: вначале латынь, затем какое-то время – французский язык, признание высокой роли французской науки. В XIX веке Франция потеряла лидерство в науке, уступив его Германии, и немецкий язык, вплоть до конца Второй мировой войны, оставался международным языком науки. Потом, ввиду последствий нацификации науки в Третьем Рейхе, международным языком науки стал английский. Следующим языком науки, многие надеялись, будет русский, но на самом деле это место начинает занимать китайский.

Значение науки для государства, а шире – всего Человечества столь велико, что уповать на дилетантский – «любительский» ее уровень было бы непростительным легкомыслием для будущего Земли с ее глобальными проблемами. Наука с ее установками на объективность и ценностную нейтральность является одним из эффективных и последовательных средств управляемой целесообразной глобализации. В постиндустриальном мире научная деятельность стала предметом пристального внимания государства и общества. Ведущие страны мира (независимо от численности населения) вынуждены рассматривать организацию научной деятельности как предмет особого внимания и заботы государства. Это демонстрируют и небольшие страны, такие как Израиль, Швеция, Швейцария, Финляндия и другие, сделавшие научно-технический прогресс основой своей государственной политики, имеют залог высокого жизненного уровня населения. Наукоемкие технологии позволяют этим странам успешно конкурировать с ведущими лидерами мировой экономики во многих ключевых отраслях. Многие страны догоняют по затратам на научные исследования и объему научной продукции США.

Наука – ведущая сила социального и экономического развития Человечества, реальный источник его безопасности, благополучия и роста благосостояния. Развитие научного сообщества и формированию эффективно действующих научных институтов заявлены как приоритетные целым рядом развитых и развивающихся государств. Это – предмет особого внимания правительств и законодательных органов таких динамично развивающихся стран. Высокий темп развития предполагает важнейший неперенный государственный атрибут – высокообразованное население, способное не только усваивать создаваемое наукой новое знание, но и трансформировать его в новые эффективные технологии, товары и услуги. Восприимчивость к новому знанию – главный залог роста благосостояния, государственной мощи и укрепления мировых позиций страны.

Наука обладает функцией более важной, чем только поддержание обороноспособности, образования, здравоохранения и др., поскольку служит не государству, и не капитализму, а всему мировому сообществу. Главная, глобальная ее цель – увеличить дистанцию до «горизонта прогноза». Иначе изменения в мире станут необратимыми. Наличие такого «горизонта» есть следствие ограничения на возможность предсказывать состояние динамичных, нелинейных систем. Причем существующие ограничения принципиальные – ни громадные научные коллективы, ни сверхмощные компьютеры не могут поймать, тем более изменить ситуацию. Эти ограничения связаны с тем, что в нелинейных системах (даже очень простых) малые причины могут давать большие непредсказуемые следствия. Такую неустойчивость математики называют чувствительностью к начальным данным, журналисты – «эффектом бабочки» (взмах крыльев бабочки может стать причиной разрушения мира, как в рассказе Рея Брэдбори «И грянул гром»).

Что было сделано и не сделано с наукой в СССР, и почему он распался

Созданная волей Петра Великого Российская академия наук была государственным учреждением, находилась под контролем власти и должна была обеспечивать ее научно-техническое и художественное обслуживание. Работникам платили.

СССР продолжил Петровскую традицию и создал в начале XX века мощную систему государственной науки. Тогда это было на зависть ученым всего мира, особенно во время Великой депрессии. Наука в СССР целиком финансировалась государством и полностью была подчинена его стратегическим целям. Отношения властей с наукой складывались непростые, предпринимались попытки закрыть Академию наук, создав вместо нее социалистические прототипы, типа – Коммунистическую академию. Традиционно русский вопрос «...что делать?», имел мало ответов в СССР в XX веке, и, по традиции, имеет столько же ответов в России в XXI. В основном рассматривают старую схему – «сохранить, сократить, реорганизовать и ликвидировать». Возник феномен идеологически и политически «корректной науки». Показательный пример тому – августовская сессия ВАСХНИЛ (1948). У советской власти была двойственность в отношении науки. Власть понимала, что, с одной стороны, наука необходима для военного могущества страны, но с другой – ее независимость, демократические традиции и многое другое, в стандарте российского менталитета – сильно раздражало.

Однако все перекрывавший аргумент был следующим: без Академии наук нельзя обеспечить обороноспособность страны, т.е., на самом деле, личную и международную безопасность власти. Академия, благодаря своему авторитету, помогла новому государству выйти из международной изоляции после революции и убийства царской семьи, восстановить разоренную страну. В конечном счете, удалось выработать общий язык между учеными и политиками, понимаемый всеми. Даже И. Сталин, уничтоживший огромное количество еще царской профессуры, понимал, что СССР может состояться как великая держава только в связи с работой научного сообщества. Так и оказалось, работы царских профессоров и их школ внесли огромный вклад в победу в Великой Отечественной войне. Они с максимальной эффективностью мобилизовали научные ресурсы страны для внедрения новых технологий, разработки новых видов вооружения. Для создания нового оружия, будь то атомная бомба, ракеты, реактивные самолеты или борьба с раком, нужна была традиционная наука, а не дуэты типа Т.Д. Лысенко – И. Презент и их последователей и учеников в биологии и в других науках. Это привело к возникновению феномена «мобилизационной» науки, выявив стратегическую и определяющую роль науки в обороноспособности, и резко усилив позиции Академии в государстве.

Но возникла проблема: любой научный «проект» имел шанс на государственную поддержку, только если обосновывался с позиций практической значимости. Но не для всех наук такое возможно. Кроме того, в результате увлечения практичностью разорвалась целостность научного сообщества.

Свою отрицательную роль всегда играла стратификация. Входя во власть, ученые превращались в чиновников, чувствуя себя ответственными только перед начальством, а не перед научным сообществом. Следствием этого было участие многих ученых, попавших во власть или пытающихся туда войти, в массовом терроре. Они старались удержаться во властных структурах любыми способами – унижаясь, лавируя, предавая друзей, свою науку и убеждения. В конечном итоге – предавали самих себя. Оставшиеся в живых ученые должны были приспособливаться к лозунгам и требованиям властей. Все кончилось формированием науки с новой социальной, но не научной ориентацией.

Академия наук была одним из приоритетов правительственной политики. Хотя попытки разогнать АН продолжались и в 1960-е годы. Так Н.С. Хрущев, оскорбленный тем, что одного из сторонников его друга, Т.Д. Лысенко, не избрали в Академию наук, а самого Лысенко не избрали вице-президентом – грозился разогнать АН к «чертовой матери».

В СССР сложилась и до конца существовала жесткая общественная и идеологическая система (в основном она управлялась выпускниками института красной профессуры (ИКП), типичный пример – М.А. Суслов) с высокой стабильностью и предсказуемостью основных параметров жизнеустройства, с централизованной системой управления отечественной наукой, пытающейся контролировать максимальный объем финансовых потоков в этой сфере.

В соответствии с этим сформировались критерии выбора приоритетов в науке и способ составления научных и научно-технических программ и проектов. Советский Союз сделал большой вклад в мировую науку, запустил первый спутник, отправил человека в Космос. Но в конечном итоге Советский Союз развалился. Причин развала было много, однако основная причина вовсе не та, что обычно рассматривают в политической плоскости – эта плоскость – производная. А основная причина – потеря научных школ, утрата ориентиров развития. В СССР в условиях наступающего кризиса в действительности не так важны были меры увеличения стабильности системы (усиление контроля, партийности в системах власти и цензура, идеологизация), как программы предупреждения отказов в нестабильных системах. Но сработали последствия Великого террора, когда уничтожались генофонд нации, когда уничтожали людей, имеющих государственный тип мышления (судьба Вавилова, Чайанова, Кондратьева и других), когда в руководство проходили деятели типа лысенко-презент, «кроты» в руководстве и многое другое. Некому было принять решение на уровне государственного мышления Платона.

Другая не менее важная причина, о которой никто обычно не говорит, ее не обсуждает – генетическая и культурная память научного сообщества и народа в целом. Народ и наука надорвались на революциях, коллективизации, голодоморе, индустриализации, войне. Постепенно в результате идеологических и политических обработок утрачивалась историческая память, уважение к ней, разрушалась коллективная память, шла прямая физическая потеря генофонда. По мере ухода из жизни носителей неявного знания – экспертов, в основном это царские профессора, и одновременно размывания научных основ массового сознания, государственнообразующий науки потенциал угасал. Эта – одна из основных причин катастрофы Советского Союза. Не уехавшие из СССР царские профессора со своими научными школами вытащили Россию после гражданской войны, когда промышленное производство было ориентировано в основном за жигалки. Эта когорта обеспечила превосходящий военный потенциал страны во время второй мировой войны, затем – создание щита Родины, водородной бомбы, запуск первого спутника, первого человека в космос и т.д. После ухода великой когорты их заменили выпускники ИКП, ученики выпускников ИКП, к чему это привело – мы хорошо знаем и видим.

Кроме рассмотренных проблем, в научном сообществе существовал разрыв между гражданским и профессиональным статусом ученых. С одной стороны деятели науки – мировая элита, с другой стороны, они – «обслуга правительства и народа». Накопилась критическая масса людей, убежденных, на примере оценок деятельности Хрущева, Брежнева, что так называемое правительство из народа, точнее – из сферы охлоса – не способно эффективно решать назревшие государственные проблемы. Многие представители науки стали связывать свое будущее не с модернизацией курса, а с коренными социально-политическими и экономическими реформами. Наглядным примером отношения к властным структурам и их деятельности являются факты массовой эмиграции потомков тех, кто долгое время руководил многострадальной Родиной, начиная с громких имен, таких как дочь Сталина, сын Хрущева, или даже дочь Ельцина, до детей мелких партийных работников регионального масштаба. Каждый отдельный случай, конечно же, носил свои индивидуальные черты но, в общем, из-за массовости таких фактов, складывался, и отчетливо осознавался большим количеством людей, устойчивый привкус мародерства партийной элиты по отношению к СССР. Во многом скомпрометированы были не только конкретные люди, которые этим занимались, ненов значительной степени и сама идеология, методы ее реализации.

Другая большая проблема СССР – перманентная реорганизация науки и образования начиная с 1917 года. Многие руководители от науки только в этом могли себя проявить. В США и Германии во время Великой депрессии проблему организации науки решали иначе. Германия, после Версальских договоренностей, защитила своих ученых под лозунгом «Наука есть заменитель военной мощи». Была обеспечена принципиально новая форма финансирования научных исследований на конкурсной основе, наиболее перспективные проекты поддерживали, создавая фонды развития немецкой науки. Характерно, что гранты распределяли сами ученые.

Во времена Рузвельта правительство США обратилось за советом о модернизации страны к ученым. Те предложили научно подойти к реформированию, «скорее по областям

науки, нежели в соответствии с административными проблемами правительства». Предложение деятелей науки было принято. При правительстве был создан Консультативный научный совет, включавший выдающихся ученых. Он провел всесторонний анализ государственной системы науки с целью ее улучшения. В результате финансирование научных исследований и разработок в США осуществляется через развитую систему, включающую до 26 федеральных агентств, остро соперничающих между собой за долю бюджетного пирога, выделяемого на исследования и разработки (что, справедливости ради, в какой-то степени применялось в царской России). Ежегодно бюджет всех финансирующих науку агентств США проходит многоступенчатую процедуру обсуждения в палатах Конгресса и многочисленных научно-общественных объединениях. Таким образом, США осуществляет более трети мировых расходов на научные исследования.

Именно равноправное партнерство власти и науки при наличии множества источников финансирования создало самую эффективную в мире американскую модель науки, на которую ежегодно выделяют около 370 млрд долларов. Высокий уровень финансирования науки в США и ряде развитых стран объясняет возникновение такого явления, как массовая эмиграция ученых. Развитые страны для поддержания наукоемкой скорости своего развития вынуждены собирать человеческий «научный ресурс» во всем мире, в том числе и в России (вроде бы, как говорят чиновники от науки, не конкурентно способной), понижая тем самым шансы стран, из которых интеллектуальный потенциал вымывается, на независимое научно-техническое развитие.

Остальной мир пошел по пути американцев, добавив к сегодняшнему дню идею Вавилова, быстро развивающуюся во всем мире, заключающуюся в создании и работе «виртуальными» институтами. Во времена Вавилова это была долгая история, связанная с техническим моментом работы почты, но теперь она реально реализована благодаря новым средствам связи – Интернету и другим информационным ресурсам.

Финансы, экономика, информация – все это уже не контролируется и не регулируется по большому счету государством. У большинства государств нет средств сохранить на прежнем уровне традиционные символы своей мощи, такие как наука, образование и культура. В результате наука, образование, культура предоставлены самим себе и сами должны искать средства к существованию. Другая проблема, это попытки поставить науку на службу нации или классу, как, например, «народная мичуринская биология» (снова вспомним дуэт Лысенко-Презент) или «арийская физика». Сейчас это невозможно, мир на эти грабли уже наступал.

Состояние науки в России

Наука в современной России формально неэффективна. Особенно очевидно это при ее сопоставлении с развитыми странами или другими, в которых примерно та же доля научных работников среди занятого населения. Показатели, характеризующие эффективность зарубежных национальных научных разработок – число нобелевских лауреатов, публикаций и патентов, доля наукоемких технологий и др. в разы превосходят российские. Еще одна пугающая проблема для России проистекает из того, что XXI век – это эпоха прикладных исследований. В этом аспекте взаимоотношения между теми, кто в мире создает знания, и теми, кто эти знания превращает в технологии и товары, носят прямой характер, без участия научной бюрократии, и ее попыток как в России поручить научными и прикладными направлениями и деньгами. Знания стали товаром, который – основа спроса на рынке. Важный элемент мировой науки заключается в том, что она стала высокопрофессиональным, дорогостоящим и сложно организованным, уже во многом не наукой, но бизнесом.

Научное сообщество России переживает культурный шок и кризис, поскольку достаточно обоснованно полагает, что оно было активной социальной силой на этапе перестройки государства, когда требовался авторитет науки, а когда все свершилось, научное сообщество оказалась грубо отброшенным новой властью, которую, в общем, оно и создавало. В деталях повторилась ситуация 1917 года, когда научное и культурное сообщество России отринуло царскую власть в любых ее проявлениях. До сих пор этот вопрос остался открытым – кто же составлял это научное сообщество (кроме выпускников ИКП), каковы были особенности его взаимодействия с властью во времена заката СССР, что ожидает научное сообщество сейчас и в ближайшей перспективе.

Причины отставания российской науки

Причины современного состояния российской науки очень сложны. Но фактом является то, что в рамках одной ментальности, пассионарности, природообустройства и с теми же основными ресурсами Россия в облике СССР была экономически мощной мировой и научной державой, без внешних и внутренних долгов. Через двадцать пять лет, вроде бы, все та же Россия – но в результате экономических и политических реформ потеряла свой статус великой державы...

Главная причина всех проблем науки России, и ее развития в том, что российское государство фактически устранилось от их решения. Создание условий для научной деятельности – прямая обязанность и одна из главных функций современного государства, по крайней мере, так принято в мире. Бывшее руководство забыло, что наука является системообразующей областью в современном государстве. Без развитой науки в стране не может быть ничего – ни развитой оборонной промышленности, ни эффективной системы образования, ни современного здравоохранения, ни инновационной экономики. Отсутствие собственной передовой науки вообще ставит под сомнение возможность независимого государственного развития России, по крайней мере, как державы мирового уровня. Наука, ранее плохо или хорошо, но через систему образования, средства массовой информации, личные контакты значительной прослойки ученых формировала общество с современным взглядом на мир и природу.

Просветительская и рационализирующая деятельность науки сегодня оказалась в оппозиции политике государства. Трудность этого положения не только в том, что наука России, будучи наукой государственной, не готова к роли активной оппозиции. Кроме того, российская наука накопила уже достаточный опыт результатов своей оппозиционности. В России научный статус уже в предперестречный период определялся многими, часто, совершенно ненаучными факторами. Однако еще сохранялся достаточно высокий социальный статус научного сообщества, обеспечивающий широкое влияние формулируемых научным сообществом точек зрения. Этот статус в последние десятилетия планомерно и демонстративно принижался и самим научным сообществом, и властью. В конечном итоге собственно ученые, значимость их экспертных оценок, как факт исчезли с политической арены.

Современное состояние российского научного сообщества, отношение к нему государства, не имеет аналогов ни в советской науке, ни в западной науке, ни в науке стран «третьего мира». К этому добавляется то, что у большинства населения понятие трудовой этики, причем не только в сфере науки, размыто жизненными примерами. Добросовестный труд, учеба, работа, творчество в «государство образующих» предприятиях и институтах науки не дают достаточных средств к существованию.

Научная политика государства антинаучна. Она строится исходя из иррациональных утверждений о «неконкурентной способности» нашей науки. Этим оправдывали демонтаж всей системы научно-исследовательских и технологических институтов. Но результат в реальности иной. Наши соотечественники оказались успешными в принявших их странах, некоторые из них стали нобелевскими лауреатами и в своем большинстве возвращаться на Родину не собираются.

Индикатором состояния и перспектив науки в стране, что ускоряет или замедляет эмиграцию ее самых активных носителей, служат примитивные вещи, например, зарплата научных работников. Если доктор наук, т. е. специалист высшей квалификации, имеет зарплату, в разы или на порядок меньшую, чем рядовой конторский служащий в банковской сфере или сфере природных ресурсов, то это однозначно определяет статус науки в современной социальной системе. Остатки российской науки существуют инерционно в режиме экстренного торможения (на «энергии выбега»).

Большинство научного сообщества полагает, как и руководство науки, что все дело в низком уровне финансирования отечественной науки, и стоит только этот уровень поднять, как увидим ее новый расцвет. Это так, и не так. Проблема осложняется тем, что социальная траектория современного общества ориентирована на его деградацию и упрощение, идет массовое развитие в «цивилизацию трущоб». С вытекающим из этого антиобщественным поведением, деградацией мышления, снижением или отсутствием умозаключений, внедрением упрощенных стереотипов, наркоманией и инфекционными заболеваниями.

Экономический и социальный ущерб от «одичания» в результате предыдущих реформ может привести к дальнейшему развалу государства.

Доктрина реформы, исходящая из популярной когда-то идеи «разгосударствления» и перевод главных сфер деятельности государства в условия стихийного рынка, оказалась несостоятельной, в том числе, в отношении науки и техники. Никто в России не смог заменить государство как главного «заказчика» научных исследований и основного источника финансирования. То, что было ценным в системе управления наукой в царской России, и что затем было использовано в США – финансирование из разных источников. Сейчас этого в принципе не может быть. Другая Россия – другое общество, сложнейшая по структуре научно-техническая система России, созданная за 300 лет, оставлена без средств и социальной защиты.

Опасения научной общественности в настоящее время обусловлены достаточно обоснованными предположениями о том, что в результате намечаемых реорганизаций и усиления роли государства в управлении наукой ее судьбу будут решать, прежде всего, чиновники, совершенно не расположенные вдаваться в тонкости приоритетов фундаментальной науки. Вряд ли такое руководство может быть лучше, чем известное своими итогами партийное в СССР. В некоторых кругах управленческой элиты отсутствует понимание того, что управлять, тем более в такой деликатной области как наука, это не значит – предписывать. Управлять – это значит создавать условия, некую продуктивную окружающую среду, наиболее благоприятную для создания новой научной идеологии. Ведь «утечка мозгов» в России это не столько результат материального неблагополучия, но, прежде всего, ощущения второсортности по отношению к развитым странам, открытой незаинтересованности социума в научной деятельности, множественность ее имитаций, отсутствия реального экспертного научного сообщества, незагрязненной клановостью и близостью к властным структурам или к сообществу грантораспределителей. Всем этим, прежде всего, объясняется активная эмиграция из России молодых деятелей науки, понижающая тем самым наши шансы на независимое научно-техническое развитие. И никакие денежные вливания после множества актов неверного менеджмента в науке пока не могут изменить уровень доверия – как общества в целом, так и собственно исследователей – к этой самой организации – Российской академии наук, с ее историей, с ее управленческими традициями, консервативностью взглядов.

Теоретически, как во всем мире, только само научное сообщество может вырабатывать и поддерживать свои профессиональные и морально-этические нормы. Государство, на основании экспертного анализа ведущими специалистами тенденций в мировой науке и технологии, может и должно определять свои приоритеты и стимулировать их реализацию имеющимися в его распоряжении законодательными, финансовыми и налоговыми средствами. Причем, не выпуская из виду венчурные, поисковые исследования.

В среде недалководидных отечественных чиновников и политиков бытует представление, что чужой труд, зарубежные достижения можно легко купить и завести в страну. Эти представления сложились еще в 30 годах прошлого века. Часть элиты полагала, что, «сэкономив» на этой «малозначительной», по их мнению, сфере собственной науки, можно спокойно паразитировать на интернациональной мировой науке. Но не надо забывать (если конечно, менталитет менеджмента науки отличается от традиции 30-х годов XX века), что один из самых ярких дуэтов того времени – Лысенко-Презент, партия и правительство так и не решили проблемы продовольственной безопасности страны. Также как и «свободный рынок» в России последних 20-ти лет. В частности, благодаря, Лысенко, тушенку во время войны завозили американскую, благодаря Вильямсу – противнику химизации, порох то же. Хотя задолго до этого Прянишников предупреждал о том, что химические заводы по производству удобрений имеют двойное использование и назначение, не только сельскохозяйственное, но и военное.

До сих пор в стране сильны позиции последователей – «внуков» дуэта Лысенко-Презент. Отсутствие уважительного отношения к научной работе, непонимание необходимости использования самого современного оборудования и четкой организации материального обеспечения научных исследований – как раз это является прямым результатом принимавшихся ранее решений партии и правительства. Все это ведет к постепенному исчезновению в стране специалистов, способных воспринимать передовые

достижения своих зарубежных коллег. Значительная составляющая потеря российской науки состоит не только в отъезде деятелей науки за рубеж. Многие именно исчезают как ученые внутри страны. Не желая быть людьми второго сорта на чужбине, не желая быть вытесненными с Родины, они просто уходят в другие сферы деятельности, поскольку устали поступаться своим человеческим достоинством, достоинством деятеля науки и больше не в состоянии соприкоснуться с функционерами от науки. Можно только надеяться, что процесс не достиг критического уровня, и Россия сохраняет возможность развиваться не как аутсайдер, а как независимая страна – мировая держава.

Система советской науки, надо понимать, в основном разрушена и ее нельзя реанимировать. Хотя ее остатки, (уходящая натура – остатки государственников, на «энергии выбега»), со своим особым типом научного мышления, стилем коллективной работы частично смогли пережить кризис. Наука сильно сократилась в масштабах, но, можно надеяться, сохранила структурные подразделения на системообразующих направлениях. Возможно, они и могут быть собраны в новые структуры – более компактные, мобильные и стать своеобразными «центрами кристаллизации». Хотелось бы напомнить, российская наука всегда финансировалась плохо, видимо, это и было причиной формирования ее известного своеобразия – неприхотливости и изобретательности, за что российские ученые и ценились во всем мире. Для российской науки типичен элемент игры, азарта – в большей степени, чем исполнения своих служебных обязанностей, тем более – удовлетворения стандарта материальных запросов. Это тоже надо учитывать, пытаясь загнать пока еще – частично - живой организм науки в рамки «свободного рынка».

Рынок не решил и не решит проблем науки. Процесс самоорганизации и конкуренции в науке в России не пошел как ожидали реформаторы. Замысел был в том, что при экономических трудностях в науке (в научном сообществе) возникнет стихийно действующий механизм конкуренции (невидимая рука рынка). Это должно было привести к омоложению и повышению качественных характеристик кадров науки. Так думали функционеры, так они рассчитывали. Рассчитывали на наиболее дееспособные кадры науки – молодых и энергичных кандидатов наук. На деле получилось иначе, практически обратное – более молодые и энергичные кадры, именно те, на кого рассчитывали, ушли в бизнес «по-русски», либо в челноки, либо эмигрировали.

Структурной перестройки науки тоже не произошло. Надеялись, что мировое распределение науки и конкуренция сохранит и укрепит дееспособных отечественных ученых, которые работают «на мировом уровне». Результат оказался иным, обнаружилось чуть ли не полное сокращение потенциала практически всех ведущихся в стране научных направлений и учреждений.

Перераспределения ресурсов между научными направлениями и областями тоже не произошло. Возможности участия в наднациональных научных проектах в большинстве случаев не оказалось. Поэтому кто мог – годами последовательно вымывался в эмиграцию. Не оказалось научных менеджеров, что не удивительно, поскольку в плановой экономике СССР – откуда было взяться грамотному, самостоятельному, организованному научному менеджменту, профессионально способному к продвижению любых, не только научных проектов на свободный рынок. Обнаружился дефицит высокопрофессиональных и способных к эффективному международному научному сотрудничеству учёных. Не только в связи с эмиграцией, но и благодаря частому отсутствию совпадения между научным потенциалом и академическим рангом, в русле сформировавшейся традиции, уходящей корнями в те самые 1917-е и 1948-е годы.

По-видимому, большинство реформаторов как раз в этой традиции и формировались, поскольку даже школьнику понятно, что рынок не может поддержать исследования, результаты которых будут приносить прибыль в отдаленном будущем, для рынка нужен быстрый результат вложений. Однако научные исследования подчиняются иным критериям, не рыночным, а теми, в которые входит многое другое, например, образование и подготовленность населения пользоваться наукоемкими технологиями, технологический прогресс и устойчивое развитие страны.

Рынок не заинтересован в получении достоверного знания, поэтому он не может мотивировать обобщенные исследования, направленные на долговременный прогноз и развитие. Конкуренция между исследовательскими школами: нередко сама постановка

такого вопроса абсолютно бессмысленна, поскольку одинаковость предмета и объекта исследований вовсе не предполагает сходство путей и результатов. Часто именно в таких случаях возникают качественно новые знания. Нужно отчетливо представлять уникальность сложившегося опыта каждого профессионального исследователя, из чего следует абсолютная оригинальность его подходов и результатов. Попытка перевести научные исследования на самокупаемость приводит только к одному – усилению коррупции и произвола в поддержке тех или иных членов научного сообщества.

Для поддержания хотя бы видимости успешного функционирования «периферийной» науки, в которую трансформируется великая российская наука, прежде всего, необходимо учитывать ее исторически сформировавшееся своеобразие.

В то же время, в последние годы появилось мнение, что российскую науку может спасти испытанный Петром Великим, дорогостоящий и долгий путь приглашения зарубежных научных работников и преподавателей. По этому пути идут развивающиеся страны третьего мира. Но при массовости такого «экспорта» может возникнуть конфликт между своеобразием отечественной науки и традиционно иными подходами науки западной, как во времена М. Ломоносова.

Выход из кризиса и развитие России как страны, как великой державы, с сохранением ее территории и народа, возможны лишь через создание государственных программ типа «новая индустриализация», атомный проект, который в свое время обеспечил эффект «локомотива». Важно, что при этом страна не развалилась и не стала экономическим придатком других стран, в отличие от угрозы современных рисков. Вариант, основанный на экспорте природных ресурсов, может привести к уничтожению России как самостоятельного государства. Это наблюдали до первой мировой войны, когда страна активно становилась сырьевым придатком Германии и даже контрразведка, важнейший атрибут своевременной реакции на внешние вызовы и опасности в широком понимании безопасности страны, работала неэффективно, как сейчас.

В современном мире ни одно государство не в состоянии самостоятельно обеспечить развитие фундаментальных исследований по всему спектру наук и научных направлений. Разделение труда и кооперация необходимы и актуальны. Естественно, Россия должна определить свои приоритеты в фундаментальной науке, исходя из целесообразности, наличного потенциала, ресурсов и понимания вектора развития.

Большую часть усилий научной системы России, вследствие кризиса, необходимо затратить на изменение приоритетов и даже типа деятельности. Например, вернуться к идее М. Лаврентьева – Институт – КБ – Предприятие (завод), модифицировав ее. Восстановление России предполагает объединение в единую систему научных институтов с созданием в их составе малых предприятий для осуществления наукоемких производств. Это позволит создавать научно-технический потенциал, на базе которого может формироваться большая сеть малых предприятий с высокой технологией, но миниатюризированной. Далее – создание единой системы крупных предприятий с супервысокой технологией. Они, наряду с научными институтами, будут обеспечивать будущие малые предприятия с высокой технологией. То есть, необходимо создание сетей, а также информационного сопровождения, от научных институтов к прямым производителям конечных наукоемких продуктов.

Следует подчеркнуть, что четверть века Россия живет, и наверняка будет жить еще долгое время, в процессе сломов основных фондов (последний пример – авария на Саяно-Шушенской ГЭС). Вероятно, что обществу придется пройти и через ряд техногенных катастроф (важно, чтобы это не переросло в «Шахтинское дело»). Это требует срочного получения от науки ответа на множество новых вопросов, связанных с выявлением особо опасных «узких» мест. Необходимо срочно создавать институт реальных, работающих экспертов, подобный тому, что существовал во времена СССР. Знанием для принятия решений по такого рода ключевым проблемам, встающим перед Россией, научное сообщество не располагает, как в силу их принципиальной новизны, так и из-за утраты генофонда людей, обладающих государственным типом мышления.

Работа института экспертов должна быть направлена, прежде всего, на технологии, разрабатываемые для предотвращения ущерба. Это аналитическая работа и разработка принципиально новых диагностических и прогностических технологий, позволяющих

контролировать состояние объектов в условиях нестабильности (примеры – от аварий в метро до деградации биосферы).

У России два традиционных на протяжении веков пути развития – сырьевой и модернизационный – инновационный, возможно есть и третий. Первый означает расширение добычи, продажу и первичной переработки традиционных природных ресурсов – нефть и газ, лес, металлы и др. Второй путь – возрождение науки в России как системообразующей отрасли, которая может потянуть за собой все остальное, как атомный проект СССР, лунная программа в США. Программа «Аполлон» вызвала небывалый всплеск энтузиазма в США и завершилась, помимо всего прочего, подъемом экономики (более 4 тысяч частных фирм работало на эту программу). На этом пути США достигли безоговорочного лидерства в микроэлектронике, вычислительной технике и ряде сопутствующих технологий. Сегодня Обама амбициозно призывает США стать мировым лидером в геномных технологиях и микробиологии.

Манкуртизация нашей страны дошла до того, что страна до сих пор думает, что может прожить за счет природных ресурсов, забывая, что СССР рухнул, в частности, из-за падения цен на природное сырье – нефть. Такой вариант, вполне прогнозируемый, возможен и в будущем. Исчерпание ресурсов приведет к снижению доли населения, кормящейся от «трубы». Остальные, если смогут – эмигрируют.

Восстановление страны и систем жизнеобеспечения народа возможны лишь на своем интеллектуальном ресурсе. Для этого нужна «дорожная карта» развития страны на десятилетия. Время упущено, а «социальные страхи» о том, что станет еще хуже – остались. За прошедшие десятилетия в мире произошел громадный технологический прорыв «высоких технологий», появились приборы и оборудование нового поколения. Но специалистов, работающих на этих технологиях, в стране фактически нет. Нет и веры, надежды и оптимистических ожиданий. А это необходимо при коренном преобразовании страны.

Оставшийся запас прочности оценить трудно. Но Россия долгое время жить без своей науки не может даже просто как страна. Наука – один из ее корней. Наука участвует в создании, скреплении и развитии России, и ее современного общества. В этом плане заслуживает развития биогеосистемотехники как перспективное отечественное синтетическое научно-техническое направление, превосходящее по многим позициям мировой уровень. Державная наука не может быть заменена чужеродным импортом знания, технологий и научных экспертов.

УДК 1:001

Наука и управляющее сообщество в XXI веке

Валерий Иванович Глазко

РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49

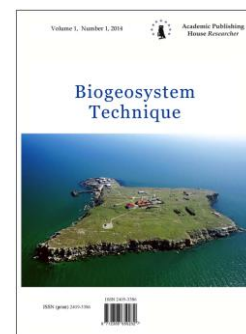
Аннотация. Рассматриваются основные функции науки, взаимоотношения власти и науки, в том числе в историческом аспекте. Выделяются исторически сложившиеся особенности отечественной науки, определяющие ее современное неудовлетворительное состояние. Обсуждаются пути преодоления заблуждения о возможности решения проблем науки за счет «свободного рынка»

Ключевые слова: Отечественная наука; стратификация; власть и наука; «красная профессура».

Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 1, No. 1, pp. 30-40, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.1.30

www.ejournal19.com

Articles and Statements

UDC 631.4:631.6

Scientific Basis of the Adaptive Landscape Reclamation Farming Systems

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

The article explains the need for a new direction in farming systems. Instead the zonal system of agriculture in recent years is introduced the adaptive-landscape system of agriculture. It is proposed to expand the range of possible options of the adaptive-landscape system of agriculture on the principles of adaptive landscape and reclamation system of agriculture (ALRSA) that will transform agriculture in Russia and other countries, where arable land has a significant share of soils of low fertility. ALRSA is a systematic regular use of materials of remote sensing of the Earth by devices of high resolution (less than 10 m), the maximum differentiation of components of agricultural technologies to the land fund elements in order to ensure the protection and reproduction by environmentally safe soil reclamation.

Keywords: remote sensing; high resolution satellite images; low fertility soil; Farming system.

Введение

Важнейшим фактором недостаточно эффективного земледелия в РФ является то, что в пашне преобладают массивы комплексного почвенного покрова с участием почв низкого плодородия. Относительно однородные в пространстве массивы плодородных почв черноземного ряда занимают лишь третью часть пахотного фонда РФ – около 40 млн га, в том числе в Западной Сибири – 25 %, а в Омской области менее 8 %. В то же время, интенсивно используемые в пашне черноземные почвы в комплексе с малоплодородными солонцовыми почвами составляют соответственно около 20, 29 и 72 %. Кроме того, значительную долю пахотных земель занимают переувлажненные и маломощные легко самоуплотняющиеся почвы нечерноземной зоны. К сожалению, широкое распространение получили деградированные почвы в результате эрозионных процессов и химического загрязнения. В литературе выделяют десятки различных видов деградации агрофизической, агрохимической и биологической природы.

Поскольку в РФ преобладает неорошаемое земледелие, главной задачей для обеспечения устойчивого эффективного сельского хозяйства в XXI веке стала разработка экономически оправданной комплексной мелиорации земель. Актуальна разработка варианта ландшафтно-мелиоративной системы земледелия (АЛМЕЗ), использующего

дистанционные методы исследования Земли и внедрение комплексных мелиораций. АЛМЕЗ позволяет продуктивно и рентабельно использовать все компоненты почвенного покрова на основе дифференцированного подхода.

Обоснование постановки проблемы

Автором первого исследования систем земледелия является профессор А.В. Советов – первый ученый России, получивший в 1867 г. за эту работу ученую степень доктора сельскохозяйственных наук. Обобщив опыт земледелия провинций России и других стран, он свел многообразие систем земледелия к двум типам: системы, имеющие тесную связь со скотоводством, и системы, не имеющие такой связи [1]. В начале XXI в. эта группировка систем земледелия стала вновь актуальной, как и в конце XIX в.

После реформирования сельскохозяйственных предприятий РФ в конце XX века значительная доля землевладельцев, создавших крестьянско-фермерские хозяйства (КФХ), отказавшись от многоотраслевой специализации, перешла на использование зерновых или зернопаровых севооборотов. Часть КФХ встала на путь диверсификации, заменяя монокультуру пшеницы полями различных технических и крупяных культур. Но этот путь развития сельского хозяйства требует равноценных по плодородию полей севооборота, какие в районах с комплексным почвенным покровом практически не встречаются.

В то же время ведущие ученые страны предлагают сосредоточить основные ресурсы интенсификации сельского хозяйства только на использовании небольшой части плодородных почв. Полагают, что это обеспечит в любом регионе страны получение высококачественной продукции. С аналогичным предложением 60 лет назад выступил ряд членов ЦК КПСС, когда обсуждали целесообразность освоения целинных и залежных земель. Однако в условиях холодной войны и слабости промышленности гражданского направления эти предложения не были приняты. СССР избрал экстенсивный курс развития земледелия – расширение площади пашни.

Следует отметить, что в конце XX века путь сокращения площади пашни избран многими ведущими странами Мира. На фоне непрерывно растущего населения планеты из активного оборота выведено с 1961 по 2003 гг. 223 млн га сельскохозяйственных угодий, в т.ч. в семи странах – основных производителях продуктов питания – 176 млн га. В этом списке первое место занимает Россия – 58,3 млн га, затем Австралия – 40 млн га; США – 35,6 млн га и страны Европы 25,1 млн га [2, с. 46]. Причины этого процесса различны, но результат сказывается на сокращении количества продовольствия, растут цены на продукты питания. В результате сложившейся политики использования земель Россия за 25 лет потеряла треть сельскохозяйственных земель и четверть пашни. Это все быстрее лишает страну продовольственной независимости. По некоторым оценкам эта грань давно пройдена и только высокие цены на нефть пока не обнажают проблему продовольственной зависимости РФ от внешнего рынка.

При этом забывают совет М. Варрона, директора первой публичной библиотеки Юлия Цезаря, автора 80 научных трудов, который более 2000 лет назад рекомендовал начинающим земледельцам максимально использовать все имеющиеся почвы. При этом учитывать их разнообразие и требовательность культур к плодородию – на «жирных» почвах – виноград, а на «тощих» – лен и пшеница [3].

В этом плане оправдана методология проектирования ландшафтно-контурно-мелиоративных систем земледелия, которая была положена в основу нового направления мировоззрения в земледелии РФ – ландшафтно-экологического земледелия [4].

Современные технологические достижения (использование геоинформационных систем и результатов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)) находят широкое применение при проектировании структурно-функциональной основы систем земледелия, адаптированных к морфологической структуре агроландшафтов [5-10].

В «Государственной программе развития АПК РФ на период до 2020 года» к приоритетам первого уровня относят «в сфере развития производственного потенциала – мелиорация земель сельскохозяйственного назначения, введение в оборот неиспользуемых пашни и других категорий сельскохозяйственных угодий...». Для реализации этой целевой функции предусматривается увеличение инвестиций на повышение плодородия, развития

мелиорации сельхозугодий. Стимулирование улучшения использования земель ставится во главу угла.

В рамках Федеральной целевой программы «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения...», по нашему мнению, необходимо обеспечить проведение мелиоративных работ на новом технологическом уровне. При выполнении мелиорации комплексов почв следует учитывать оперативные материалы космической съемки высокого разрешения (не менее 10 м в пикселе), и на их основе дифференцированно в пространстве земельных угодий применять методы агротехнической и химической, а, где возможно, и гидротехнической мелиорации [11].

По этой причине новый характер использования каждого элемента почвенного покрова следует строить на программных принципах агротехнической и эколого-рациональной мелиорации. Реализация современной агротехнологии возделывания культур с учетом особенностей ландшафтного состояния комплексов почв, возможна лишь при условии обеспечения любому землепользователю доступа к космической информации о состоянии и текущем характере использования каждого элемента почвенного покрова. Эта территория передана пользователю государством для осуществления сельскохозяйственного производства, поэтому новый характер использования каждого элемента почвенного покрова следует строить на программных принципах агротехнической и эколого-рациональной мелиорации. При этом необходимы контроль и корректировка планов использования земель сельскохозяйственного назначения, в том числе их нормативно-правовая база, на основе космической информации согласно государственным интересам развития продовольственной базы, устойчивости и плодородия государственного земельного фонда [11].

Пути решения проблемы

Новая парадигма землепользования, основанная на детальном мониторинге рационального использования земельного фонда каждым землепользователем, и в целом по России, требует пересмотра методологии анализа состояния почвенного покрова и путей повышения его качества. Современная тенденция развития АПК идет в направлении освоения принципов Precision Agriculture, среди которых главный – поконтурная, точная, точечная агротехнология, учитывающая и положительные, и негативные особенности почвенного плодородия, агротехническое состояние полей, появление вредителей и болезней [7, 8].

В настоящее время не может стоять вопрос о повышении содержания гумуса и элементов питания растений в почвах большинства сельскохозяйственных предприятий и, особенно на землях КФХ. Вопрос о повышении содержания гумуса и элементов питания растений – важнейший, но для целесообразного ответа на него сейчас нет единой государственной службы контроля качества почвенного покрова, которая могла бы выдать каждому землевладельцу экологический паспорт – нормативный документ для оценки качества земельного фонда, контроля за его использованием и рекомендаций по применению мелиоративных приемов. Но даже в том случае, когда землевладельцу будут даны указания о содержании и порядке проведения мелиоративных работ, которые до 1990 г. выполнялись за счет Госбюджета, он не сможет их реализовать в силу отсутствия материальных, технических, и финансовых возможностей, а главное – опыта их проведения. Это связано с тем, что мелиорация является сложнейшим воздействием на биосферу. Неудачное воздействие, вместо нужного результата, может оказаться губительным. Тому пример – Аральская катастрофа и многие другие примеры опрометчивого поверхностного отношения к мелиорации.

В настоящее время областные и зональные агрохимцентры проводят мониторинг плодородия почвы и ее радиологической безопасности на основе реперных участков по природным зонам. Но они не имеют возможности проводить сплошное почвенное обследование для обоснования дифференциации агротехнологии рационального использования каждого элементарного почвенного ареала [12].

В последние годы в целях рационального использования земельных фондов большая часть государственных сельскохозяйственных органов интенсивно внедряют принципы адаптивно-ландшафтной системы земледелия [13]. При этом имеется в виду, что

«адаптивно-ландшафтная система земледелия (ЛМСЗ) – это система использования земли *определенной агроэкологической группы*, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия» [13, с. 128]. Но принцип адаптации в действующих рекомендациях по АЛЗС является, по существу, экономической компонентой системы и предусматривает, в основном, учет экономического состояния хозяйства, и в меньшей степени качество почвенного покрова. Причина в том, что ранее составлявшиеся до 1990 г. крупномасштабные почвенные карты 1:10 000–1:25 000 имели 15-летний нормативный срок соответствия условиям хозяйства. За прошедшие 25–30 лет они потеряли достоверность информации и практически дают лишь ориентировочную характеристику общего состояния почвенного покрова землепользования. В этом случае ландшафтная компонента позволяет лишь дифференцировать рекомендации по подбору сортов возделываемых культур и набор сельскохозяйственных орудий, исходя из особенностей мезорельефа и залесенности территории, но не дает возможности обоснования дифференцированных агроприемов по отдельным полям разного качества, т.е. реализовать принципы современных научно-обоснованных систем земледелия дифференцировано по каждому земельному массиву того или иного хозяйства вплоть до отдельного комплексного почвенного ареала, то есть, использовать в агротехнологии принципы микро-зональности и покотурности.

Каждая из систем земледелия, разработанная на основе многолетних исследований крупных междисциплинарных научных коллективов, основана на использовании наиболее продуктивных и экологически приспособленных районированных сортов возделываемых культур, новейшей сельскохозяйственной техники и экологически безопасных, но достаточно рентабельных способов мелиорации. В настоящее время системы земледелия сфокусированы на том, чтобы их осваивать хозяйство могло своими силами. Именно такие варианты мелиорации в современных условиях могут в основном найти реальное применение в хозяйствах разного организационно-экономического уровня от крупных межрайонных холдингов до КФХ среднего уровня. Государственной Программой развития АПК РФ до 2020 г. предусмотрена реконструкция и реставрация ранее построенных межхозяйственных гидромелиоративных систем. Это направление финансируется особым образом, для восстановления и последующей эксплуатации таких объектов разработаны особые принципы, а большая часть землепользователей должна использовать свои внутренние ресурсы.

Проведенные в последние годы работы по оценке перспектив АПК земледельческой зоны Сибири показали, что решение этой задачи может быть достигнуто на основе квалифицированного анализа материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Изучение возможности использования материалов дистанционного зондирования для оценки качества почвенного покрова от лучших опытных хозяйств научных учреждений до отдельных крестьянско-фермерских хозяйств проводилось группой почвоведов Омского государственного аграрного университета (ОмГАУ) с 2004 г. Были получены положительные перспективные результаты [10]. В 2008 г. получен Патент РФ на новый способ расчета нормы внесения органических удобрений на основе оценки гумусированности почв с помощью снимков высокого разрешения (10 м в пикселе) [14]. В 2013 г. совместно с Омским агрохимическим Центром подана Заявка на получение Патента на усовершенствованный способ почвенно-агрохимического обследования земель сельскохозяйственного назначения.

Начиная с 2010 г. установлена постоянная творческая и деловая связь с компанией «СОВЗОНД». В рамках сотрудничества разработана оригинальная авторская система тестирования оптико-электронных мультиспектральных снимков различной разрешающей способности, полученных на космических аппаратах Германии, Японии, США и Китая.

Суть принципа новой методики почвенно-агрохимического обследования земель сельскохозяйственного назначения определяется в первую очередь порядком проведения камеральных и полевых работ. *До начала полевых работ* проводится синтезирование снимков высокого пространственного разрешения (не более 10 м в пикселе) изучаемого хозяйства, типичного для природно-сельскохозяйственной зоны, с помощью программного комплекса ENVI с существенным преобладанием данных красного и инфракрасного

диапазонов съемки над частотами диапазонов съемки синей и зеленой частей спектра солнечной радиации. После наложения на синтезированный космоснимок в соответствии с ГИС-технологиями планов землепользования хозяйства по выраженному тону цветовой гаммы выделяются относительно однородные полигоны, объединяющие участки различного типа и почвенного плодородия, которые группируют на основе различия светоотражения объектов по модулю K-Means программного комплекса ENVI в 5–6 классов интераций, уточняют их границы, *после чего проводят на типичных ключевых участках выборочное полевое почвенное обследование* с отбором почвенных образцов в центре почвенных ареалов с последующим послойным анализом смешанных образцов стандартного перечня агрохимических и ряда типичных диагностических показателей той или иной почвы.

На третьем этапе после диагностики почв по морфологическим и физико-химическим критериям по синтезированному снимку на точках отбора почвенных образцов использованием программного комплекса Adobe Photoshop (GIMP), определяют яркость свечения направленного светоотражения (Glow), и по величине коэффициентов спектральной яркости (по системе RGB) устанавливают для каждой из выделенных почв спектр отраженной солнечной радиации.

На четвертом этапе в программном комплексе Statistica проводят многофакторный анализ поглощения-отражения солнечной радиации, и в системе XYZ рассчитывают специфическую величину отношения яркости свечения изучаемого биогеоценоза к показателям длинно- и коротковолновой части спектра солнечной радиации. На заключительном этапе в программном комплексе ArcGIS создают наглядную модель исследуемого почвенного покрова в виде электронных картограмм, систематизируют базу космических снимков и информационных данных каждого обследуемого хозяйства и полигонов, занятых преобладающими в данном микрорегионе возделываемыми культурами.

Заявленный способ агрохимического обследования почв опробован в лесостепной зоне на полях четырех крестьянско-фермерских хозяйств Марьяновского района Омской области общей площадью 17000 га, что позволило сделать заключение о наличии в пашне более 20 % солонцовых почв низкого плодородия, площадь которых ранее на крупномасштабных почвенных картах, составленных о традиционной методике на основе черно-белых аэрофотоснимков, составляла менее 10 % пахотного фонда и, следовательно, при кадастровой оценке землепользования не учитывалась. При этом специалист хозяйства получает картограмму с точным отражением площади и местонахождения ареала каждой из почвенных разностей [15-17].

С учетом проведенных почвенных анализов, хозяйству могут быть предоставлены материалы с рассчитанными дозами удобрений и мелиорантов, а также соответствующие картограммы удобрения и обработки полей, которые перед началом полевых работ по химизации и мелиорации земель могут быть загружены в портативный компьютер трактора с GPS-навигатором. Такие агрегаты уже работают на полях Омской области.

Летом 2014 г. способ был использован при оценке состояния почв в районах широкого проведения освоения целинных и залежных земель юга Омской области. В результате было показано, что не обоснован миф о наступлении процесса опустынивания этих земель, а урожайность зерновых культур на полях обследованного рядового типичного хозяйства повысилась в последние годы до 3 против 0,7–1,1 т/га в 1957–1960 гг.

Представим один из примеров применения материалов ДЗЗ при планировании и осуществлении мелиорации почв. В 2011 г. было создано сельскохозяйственное предприятие ООО «Диурет» в Горьковском районе Омской области. Хозяйство расположено в центральной солонцовой части лесостепной зоны и имеет 6 000 га пашни. В 2014 г., в порядке исполнения указанного выше Постановления Правительства РФ о развитии АПК до 2020 г., руководство хозяйства в ООО «Диурет» приняло решение дополнительно распахать 3 000 га залежных земель соседних КФХ.

Для решения вопроса об очередности и целесообразности повторного освоения залежных земель хозяйство приобрело космический снимок высокого разрешения. Специалисты лаборатории рационального использования почв ОмГАУ (в том числе, аспиранты и магистранты), выполнили синтез и кластеризацию мультиспектрального

космического снимка 2013 г. RapidEye (5 м в пикселе). Последующее почвенно-геоботаническое обследование массивов намеченных к освоению, сопоставлялось со спектрами отражения солнечной радиации выделенных по снимку полигонов. В результате в крайне сжатые сроки хозяйство получило рекомендации о целесообразном освоении своими силами без капиталовложений лишь 800 гектаров залежных земель.

Остальные массивы, намеченные хозяйством к повторному освоению, на основании идентификации по снимку, дополненной натурным обследованием, вследствие переувлажнения или сильного засоления не подлежали мелиорации. Значительная часть обследованных объектов характеризовалась преобладанием в составе почвенного комплекса мелких солонцов содового засоления (испорченных систематической припашкой части неплодородного горизонта). Они нуждаются в значительных затратах на проведение мелиорации гипсованием. Но предшествующими многолетними исследованиями уже установлено, что гипсование нередко обуславливает обострение экологических проблем вследствие нарушения экологически сбалансированного состава Ca/Sr в окружающей среде в биогеоценозах.

На этом основании в последние годы мы развернули исследования по применению на подобных почвах химически инертных, но активных пористых сорбентов. Поскольку технология мелиорации почв сорбентами подлежит детализации и последующему применению в рамках государственного финансирования, хозяйству было предложено воздержаться от затрат на химическую мелиорацию и остановиться на введении в пашню 1000 га вместо планировавшихся первоначально 3000 га. Использование материалов ДЗЗ позволило сэкономить средства и сократить сроки подготовительных работ, предотвратить введение в пашню неплодородных земельных массивов, для которых применение стандартной мелиорации и агротехники является губительным. Одновременно отметим необходимость совершенствования подхода к созданию искусственных биогеосистем [7], его разработка пока находится в зачаточном состоянии.

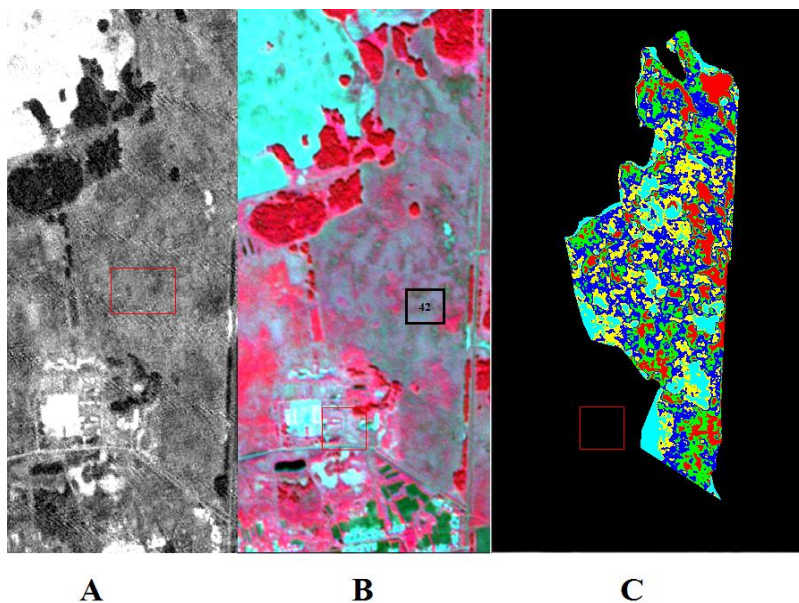


Рис. 1. Фрагмент космического снимка RapidEye с залежным массивом:
А – исходный; В – синтезированный; С – тот же массив залежи
после кластеризации по 10 классам

На рис. 1 представлен космический снимок одного из полей ООО «Диурет» в 25 км восточнее р. Иртыш. На исходном снимке (рис. 1А), по аналогии с черно-белым аэрофотоснимком можно предполагать наличие многочисленных суффозионных понижений диаметром до 100 м (15–20 пикселей).

На рис. 1В представлен синтезированный вариант снимка (1А) с учетом инфракрасного канала. В результате на рис. 1В контрастнее выделяется лес, который имеет интенсивный красный спектр отражения, и залежный луг, который имеет серый цвет и весьма неоднородную окраску. В период полевого обследования пространственное разнообразие

объекта исследований ставило сложную задачу репрезентативного выбора мест почвенных выделов и закладки прикопок.

Дальнейшее углубление компьютерного дешифрирования снимка методом кластеризации на рис. 1С позволило четко определить границы каждого из объективно выделяемых ареалов почвенно-растительных ценозов. Примером облика почвенно-растительных ценозов служит рис. 2. На нем четко просматриваются на фоне темного мятликового луга небольшие по площади светлые пятна полыни. Объект на рис. 2 идентифицирован по рис. 1, и после этого заснят в виде наземного снимка. Видны ареалы полыни морской (*Artemisia maritime* L.) – индикатора мелкого солонца содового засоления. Подобная картина однозначно показывает нецелесообразность использования данного массива в качестве поля севооборота. Полученный результат экспертной оценки свидетельствует о работоспособности углубленного компьютерного дешифрирования методом кластеризации снимков, полученных при ДЗЗ.



Рис. 2. Пастбище на старовозрастной залежи

После комплекса культуртехнических работ земельные массивы, аналогичные представленным на рис. 2, могут служить пастбищем или сенокосом средней продуктивности. Для введения таких земельных массивов в состав пашни необходимо проведение выборочной поконтурной химической мелиорации методом гипсования. Но осуществлять ее при такой комплексности технически крайне сложно, а практически невозможно. В то же время без нейтрализации содового засоления посредством гипсования, после повторного освоения массива в пашню, пятна мелкого солонца будут постоянно и существенно снижать продуктивность возделываемых культур. на новом этапе освоения. Это обусловлено тем, что причина неблагоприятных почвенных свойств гипсованием не устраняется. Обстоятельства заставят землепользователя вновь вывести освоенный массив из состава полей севооборота в залежь и использовать его в качестве низкопродуктивного кормового угодья. Такой результат обусловлен недостаточным техническим уровнем современной мелиорации, но этот пример показывает, что далеко не всегда хозяйства переводили в залежи плодородные земли. Во многих случаях их нецелесообразно повторно осваивать, и с этими фактами приходится считаться, чтобы не понести экономических убытков и не нанести вред почве и экосистеме в целом. Без использования материалов дистанционного зондирования при отсутствии сплошного почвенного обследования Государственная Программа восстановления пахотного фонда страны либо не будет выполнена, либо сделанные затраты на повторное освоение залежных массивов могут дать негативный результат

Кластеризация контуров различной степени отражения солнечного спектра на этапе почвенного дешифрирования синтезированных космических снимков необходима для планирования полевых работ. На этой основе составляют картограммы дифференциации мелиоративных мероприятий. Это не только облегчает обследование земель, позволяет сократить сроки их выполнения, но позволяет еще до выхода в поле определить характер

комплексности всех обследуемых земельных массивов, выполнить подсчёт ожидаемого количества видов биогеоценозов, определить площадь каждого из них.

Обычно принятие решения о том или ином характере использования земельного массива выполняют, имея общую оценку степени комплексности того или иного поля. Этого недостаточно для составления однозначного представления об облике, свойствах и перспективе использования комплексного почвенного покрова. Имея четкую картограмму объективно различных почвенно-растительных ареалов, специалист хозяйства (но если такие специалисты отсутствуют, то решение принимает в интересах землепользователя специалист районного звена), могут оперативно уже на следующий день после получения заказанного снимка ДЗЗ принять решение о внесении поправок в агротехнологию применяемую на поле хозяйства. При таком почвенном обследовании обеспечивается база выбора необходимых способов мелиорации, дифференцированного применения удобрений, мелиорантов, средств борьбы с сорняками или вредителями (например, при нашествии саранчи, лугового мотылька или шелкопряда). Реальность такой постановки задачи обеспечивается тем, что дистанционное зондирование Земли космическими аппаратами RapidEye и ряда иных фирм производится ежедневно. Цена снимков напрямую зависит от их востребования потребителями. Поэтому, чем шире будут использоваться космические методы в целях сельском хозяйстве, тем меньшими будут затраты.

Учет специфики отдельных почвенных ареалов на основе почвенного дешифрирования космической информации создает основу ландшафтно-мелиоративной системы, существенно расширяющую возможности адаптивно-ландшафтной системы земледелия любого региона страны. Ее реализация возможна при условии освоения каждым землепользователем методики использования космической информации индивидуально, а не шаблонно. Например, по муниципальному образованию или субъекту Федерации, технологии. Только в пределах конкретного хозяйства можно решить вопрос о целесообразности проведения мелиоративной обработки того или иного поля или луга, химической мелиорации, удобрения полей, защиты посевов. Отклонение агротехнологии от предусмотренных зональной системой земледелия параметров может быть результатом природных катаклизмов, с одной стороны, запределной вариации природных условий выращивания растений, и шаблонных агротехнологических решений, агротехнологических промахов – с другой стороны. Адаптация агролиссады и контроль за реализацией агротехнологии может осуществляться качественно и оперативно только на фоне информации, получаемой по материалам ДЗЗ.

Заключение

Решение задач развития АПК РФ до 2020 г., включая проблему повторного освоения выведенных из пашни земель, наиболее эффективно может достигаться использованием принципов адаптивной ландшафтно-мелиоративной системы земледелия, которая базируется на детальном анализе структуры почвенного покрова по оперативным и повторяемым результатам дешифрирования данных дистанционного зондирования космическими аппаратами высокого разрешения (менее 10 м в пикселе). В сочетании с почвенно-агрохимическим обследованием материалы ДЗЗ позволяют оперативно решать вопросы целесообразности повторного освоения выведенных из пашни земель, а также выбора наиболее рентабельного способа мелиорации почв низкого плодородия. На этой основе специалисты хозяйств получают надежный инструментальный контроль использования каждого земельного участка, сроков проведения агротехнических и почвенно-мелиоративных мероприятий, качества полевых работ. В результате обеспечивается своевременное предупреждение отклонений от принятой агротехнологии, а также возможность ее текущей коррекции с учетом ландшафтных особенностей любого земельного массива. Это создает основу для освоения поконтурного точного земледелия согласно принципам Precision Agriculture.

Примечания:

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

2. Люри Д.Ю. Закономерности вывода из оборота сельскохозяйственных земель в России и мире и процессы постагрогенного развития залежей /Д.Ю. Люри, С.В. Горячкин [и др.] //Агрэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: материалы всеросс. науч. конф. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. С. 45-71.
3. Варрон М.Т. Сельское хозяйство / М.Т. Варрон. М.-Л.: АН СССР, 1963. 216 с.
4. Каштанов А.Н. Основы ландшафтно-экологического земледелия / А.Н. Каштанов, Ф.Н. Лисецкий, Г.И. Швец. М. : Колос, 1994. 126 с.
5. Bayramin İ. Using geographic information system and remote sensing techniques in making pre-soil surveys. Proceedings of the International Symposium on Desertification. Konya, 2000. http://www.toprak.org.tr/sd/isd_o4.htm.
6. Bocco G., Mendoza M., Velázquez A. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping a tool for land use planning in developing countries // *Geomorphology* 39, no. 3 (2001): 211-219.
7. Зинченко В.Е., Лохманова О.И., Калиниченко В.П., Глухов А.И., Повх В.И., Шляхова Л.А. Космический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения юга России // *Исследование Земли из космоса*. 2013. № 3. С. 33-45.
8. Сергеева О.С. Научные основы мониторинга процессов деградации почв с использованием космической информации. / О.С. Сергеева, Л.В. Березин // *Материалы Междунар. конф. по борьбе с опустыниванием*. Абакан: НИИ аграрных проблем Хакасии, 16–19 мая 2006. С. 298-303.
9. New opportunities of geoplanning in the rural area with the implementing of geoinformational technologies and remote sensing / F.N. Lisetskii, A.V. Zemlyakova, E.A. Terekhin, A.G. Naroznyaya, Y.V. Pavlyuk, P.A. Ukrainskii, Z.A. Kirilenko, O.A. Marinina, O.M. Samofalova // *Advances in Environmental Biology*. 2014. V. 8. I. 10. P. 536-539.
10. Березин Л.В. Научные основы корректировки почвенных карт на базе космических снимков / Л.В. Березин // *Методическое обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения: Материалы Всеросс. науч. конф.* / М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2010. С. 235-240.
11. Иванов А.Л. Вступительное слово / А.Л. Иванов // *Агрэкологич. состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: Материалы всеросс. науч. конф.* М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. С. 3-9.
12. Сергеева О.С. Мониторинг почвенного покрова Западной Сибири по данным дистанционного зондирования / О.С. Сергеева, В.М. Красницкий, Л.В. Березин // *Плодородие*. 2010. № 1 (52). С. 7-8.
13. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В.И. Кирюшин. М.: Изд-во МСХА, 2000. 473 с.
14. Березин Л.В. Своеобразие почв Сибири – база совершенствования почвоведения и адаптивно-ландшафтных систем земледелия. /Л.В. Березин // *Изучение, освоение и использование почв Сибири: материалы Междунар. науч. конф. «Вклад акад. Л.И. Прасолова в изучение и сель.-хоз. освоение почв Сибири 7-10 августа 2007 г./РАСХН, сиб. отд-ние, ГНУ НИИАП Хакасии*. Новосибирск: ИПФ «Агрос», 2008. С. 115-124.
15. Пат.2337518 Российская Федерация, МПК А01С 21 / 00. Способ внесения органических удобрений / О.С. Сергеева, Л.В. Березин, Д.А. Климович; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО ОмГАУ. Заявка № 2006143977 / 12; заявл.11. 12. 06; опубл. 10. 11. 08, бюл. № 31 (Пч.). 21 с.
16. Березин Л.В. Применение методов ДЗЗ и ГИС для оценки потенциала поглощения солнечной энергии агроценозов. /Л.В. Березин, М.Р. Шаяхметов // *Geomatics*, № 2(19), 2013. 87-90.
17. Березин Л.В. Использование материалов дистанционного зондирования Земли для выявления потенциально плодородных залежных земель лесостепной зоны Западной Сибири. / Л.В.Березин, М.Р.Шаяхметов, И.В.Веретельникова, А.П.Чопозов //Материалы III Междунар. конф. молодых ученых – развитию АПК. Ставрополь: Изд-во СНИИЖК, 2014. Т. II, вып. 7. С. 464-467.

References:

1. Sovetov A.V. On the farming systems. Selected Works. M.: State Agro-Literature Publishing, 1954. P. 241-422. (in Russian)
2. Lyuri D.Y. Laws of agricultural land withdrawal from circulation in Russia and in the World and the processes of development of postagrogenic land deposits /D.Y. Lyuri, S.V. Goryachkin, et al. // Agroecological state and prospects of Russian lands, excluded from active agriculture use: Materials of All Russia. Scientific. Conf. M.: Soil. Inst names after VV Dokuchaev, 2008. P. 45-71. (in Russian)
3. Varron M.T. Agriculture. M.-L.: AN SSSR, 1963. 216 p. (in Russian)
4. Kashtanov A.N. Fundamentals of landscape ecological agriculture / A.N. Kashtanov, F.N. Lisetskii, G.I. Shvebs. M.: Kolos, 1994. 126 p. (in Russian)
5. Bayramin I. Using geographic information system and remote sensing techniques in making pre-soil surveys // Proceedings of the International Symposium on Desertification. Konya, 2000. http://www.toprak.org.tr/sd/isd_04.htm.
6. Bocco G. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping a tool for land use planning in developing countries / G. Bocco, M. Mendoza, A Velázquez. // *Geomorphology* 39, no. 3 (2001): 211-219.
7. Zinchenkou V. E., Lokhmanova O. I., Kalinichenko V. P., Glukhov A. I., Povkh V. I., Shljakhova L. A. Space monitoring of agricultural lands in southern Russia / V. E. Zinchenkou, O. I. Lokhmanova, V. P. Kalinichenko, et al. // *IZVESTIYA ATMOSPHERIC AND OCEANIC PHYSICS*. 2013. v. 49. Issue 9. P. 1036-1046. DOI: 10.1134/S0001433813090168.
8. Sergeeva OS Scientific basis for monitoring of the soil degradation processes using space information. / O.S. Sergeeva, L.V. Berezin // Proceedings of the Intern. Conf. Convention to Combat Desertification. Abakan: Research Institute of Agricultural Problems of Khakassia, May 16-19, 2006. P. 298-303. (in Russian)
9. New opportunities of geoplanning in the rural area with the implementing of geoinformational technologies and remote sensing / F.N. Lisetskii, A.V. Zemlyakova, E.A. Terekhin, A.G. Naroznyaya, Y.V. Pavlyuk, P.A. Ukrainskii, Z.A. Kirilenko, O.A. Marinina, O.M. Samofalova // *Advances in Environmental Biology*. 2014. V. 8. I. 10. P. 536-539.
10. Berezin L.V. Scientific bases of correction of soil maps based on satellite images // *Methodical maintenance of agricultural land monitoring: Proceedings of the All-Russia Sci. Conf. / M.: Soil. Inst names after VV Dokuchaev, 2010. P. 235-240. (in Russian)*
11. Ivanov A.L. Opening Remarks // Agroecological state and prospects of land use in Russia, excluded from active agricultural use / Materials of All Russia Sci. Conf. M.: Soil. Inst names after VV Dokuchaev, 2008, p 3-9. (in Russian)
12. Sergeeva O.S. Monitoring of soil cover of Western Siberia on remote sensing data / O.S. Sergeeva, V.M. Krasnitskiy, L.V. Berezin // *Fertility*. 2010. № 1 (52). P. 7-8. (in Russian)
13. Kiriushin V.I. Greening agriculture and technology policy. M.: Publishing House of the MAA, 2000. 473 p. (in Russian)
14. Berezin L.V. Peculiarity of the soils of Siberia – the base of perfection of Soil Science and adaptive-landscape systems of agriculture // The study, development, and use of the soils of Siberia. Materials Intern. Scientific. Conf. "The contribution of Acad. L.I. Prasolov to the study and agriculture development of soils in Siberia. August 7-10, 2007 / RAAS, Sib. Dep., GNU NIAP of Khakassia / Novosibirsk: Institute of Applied Physics "Agros", 2008. P. 115-124. (in Russian)
15. Pat. 2337518 Russian Federation, IPC A01S 21/00. The method of organic fertilizer apply / OS Sergeeva, LV Berezin, DA Klimovich. Applicant and patentee OmGAU. Ap. № 2006143977/12 from 11.12.2006. Publ. 10. 11. 08. Bul. Number 31 (2nd Part). 21 p. (in Russian)
16. Berezin L.V. Application of methods of remote sensing and GIS to assess the potential of solar energy absorption of agrocenoses. /L.V. Berezin, MR Shayakhmetov // *Geomatics*. № 2 (19). 2013. P. 87-90. (in Russian)
17. Berezin L.V. Use of materials of Earth remote sensing to identify the potentially fertile fallow land of forest-steppe zone of Western Siberia. / L.V. Berezin, M.R. Shayahmetov, I.V. Veretelnikova, A.P. Chopozov // Proceedings of the III International. Conf. of Young Scientists – the development of agriculture. Stavropol: Publ SNIIZHK, 2014. V. 2. Issue 7. P. 464-467. (in Russian)

УДК 631.4:631.6

Научные основы адаптивной ландшафтно-мелиоративной системы земледелия

Леонид Владимирович Березин

Омский Государственный Аграрный Университет им. П.А. Столыпина, Российская Федерация
644008, Омск, Сибакловская ул., 6
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
E-mail: docberezin@yandex.ru

Аннотация. В статье обосновывается необходимость разработки нового направления в системах земледелия. Взамен зональных систем земледелия в последние годы внедряется адаптивно-ландшафтная система земледелия. Предлагается расширить спектр возможностей адаптивно-ландшафтной системы земледелия вариантом, основанным на принципах адаптивной ландшафтно-мелиоративной системы земледелия (АЛМЕЗ), что позволит трансформировать земледелие России и других стран, пахотные земли которых отличаются значительной долей почв низкого плодородия. АЛМЕЗ это систематическое регулярное использование материалов дистанционного зондирования Земли аппаратами высокого разрешения (менее 10 м), максимальная дифференциация компонентов агротехнологий по элементам земельного фонда, в целях обеспечения охраны и воспроизводства плодородия почв экологически безопасными способами мелиорации.

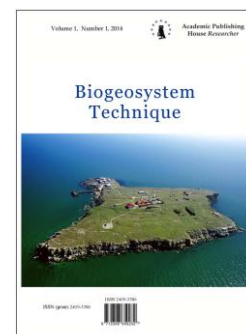
Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли; космические снимки высокого разрешения; почвы низкого плодородия; системы земледелия.

Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 1, No. 1, pp. 41-49, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.1.41
www.ejournal19.com



UDC 631.45: 631,878: 631,879

The Use of Lignite and Compost-based Sewage Sludge as a Fertilizer and Soil Ameliorants

¹Olga S. Bezuglova
²Anastasiya E. Shimko

¹Southern Federal University, Russian Federation
Department of Soil Science and land evaluation
Dr. (Biology), Professor
E-mail: lola314@mail.ru

²Donskoy Zonal Research Institute of Agriculture, Russian Federation
Laboratory of biological agriculture, Senior Scientist
E-mail: shimko@list.ru

Abstract

In laboratory experiments it was shown that the brown coal and sludges-based composts while introducing them into the soil – ordinary chernozem carbonate and urbanozem – have increased biological activity, resulting in a significant increase in CO₂ emissions. Phytotoxicity urbanozem when making lignite and composts reduced. Identification of a large set of heavy metals by means of spectral analysis showed that the introduction of sewage sludge and composts does not lead to an increase of their content in the soil.

Keywords: brown coal; sewage sludge; vermicompost on the basis of sewage sludge; chernozem ordinary; urbanzem; carbon emissions.

Введение

Интенсификация земледелия на фоне недостаточного внесения в почву органического вещества приводит к повышенной минерализации гумуса – основного носителя плодородия. К примеру, за последние 2–3 десятилетия содержание гумуса в Нечерноземной зоне уменьшилось на 0,5–0,7 т/га, в Центрально-Черноземной полосе на – 1,0–1,5 т/га [1].

Наряду с применением в качестве удобрений навоза, навозной жижи, птичьего помета, компостов, соломы, опилок, лесного опада, зеленых растений, сапропеля, большой интерес представляет использование таких местных удобрений как бурый уголь и канализационный ил – осадок сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений.

Из литературных данных следует, что в большинстве случаев по удобрительной ценности ОСВ не уступают подстилочному навозу [2–7]. Отечественный и зарубежный опыт использования осадка сточных вод после биологической очистки свидетельствует о перспективности способа его утилизации в качестве удобрения при условии отсутствия токсичных примесей, в частности, соединений тяжелых металлов.

Другой недорогой материал, с помощью которого возможно решение проблемы нехватки органических удобрений, – бурый уголь (БУ). Бурый уголь (БУ) – энергетически

малоценное полезное ископаемое, содержащее 40–80 % гуминовых кислот, что позволяет считать БУ их источником. Причем неоспоримым его преимуществом является экологическая безопасность, т.к. он свободен от загрязняющих веществ. К тому же можно использовать и его детоксицирующие свойства, обусловленные развитой сорбционной поверхностью и высоким содержанием гуминовых кислот [8,9].

Цель данной работы – показать возможность использования бурого угля и ОСВ в качестве удобрений и мелиорантов, как загрязненных ТМ, так и обедненных органическим веществом, почв.

Материалы и методы

В опытах использовался БУ Александрийского месторождения, чернозем обыкновенный карбонатный и урбанозем (почву отбирали в непосредственной близости от завода «Эмпилс», г. Ростов-на-Дону). Контрольным образцом в данных исследованиях служил чернозем обыкновенный карбонатный (Персиановская степь, заповедник, как почва, не затронутая антропогенными воздействиями). Выбор места отбора урбаноземной почвы обусловлен тем, что в результате работы завода по производству красок, данная почва была загрязнена цинком, а наличие загруженной автодороги привело к дополнительному загрязнению почвы свинцом.

Исследования вели путем постановки модельных опытов.

Сорбционные свойства бурого угля изучали в ходе модельных опытов определением величины сорбции им цинка и свинца, и удельной поверхности расчетным методом по величине максимальной гигроскопичности. Максимальную гигроскопичность определяли по методу Николаева.

Для выяснения механизмов сорбции были выделены препараты ГК из БУ, и в них определены: суммарное содержание кислых функциональных групп (карбоксильных и фенольных гидроксидов) ускоренным методом по Драгуновой, содержание карбоксильных групп (емкости поглощения ГК) по Кухаренко [10].

Влияние внесения осадков сточных вод и бурого угля на эмиссию CO₂ в воздух изучали также в ходе модельного лабораторного опыта. Схема опыта приведена в таблице 1.

Таблица 1

Схема модельно-лабораторного опыта по изучению влияния ОСВ и компостов на их основе и БУ на эмиссию углекислого газа

№ №	Вариант	Биодобавка	Доза, т/га
1	Контроль – К1	Почва без добавок	-
2	Контроль – К2	Навоз	10
3	Контроль – К3	Навоз	40
4	К1+СК10	Старый кек	10
5	К1+СК40	Старый кек	40
6	К1+МК10	Молодой кек	10
7	К1+МК40	Молодой кек	40
8	К1+См10	Смесь СК + МК (1:1)	10
9	К1+См40	Смесь СК + МК (1:1)	40
10	К1+КК10	Компост на основе кека	10
11	К1+КК40	Компост на основе кека	40
12	К1+ВК10	Вермикультура на основе кека	10
13	К1+ВК40	Вермикультура на основе кека	40
14	К1+БУ10	Бурый уголь	10
15	К1+БУ40	Бурый уголь	40

Старый кек представляет собой ОСВ, смешанный с адсорбентом – термически измененными породами угольных шахт, после шести месяцев складирования, молодой кек – после 2-х недель складирования. Компост на основе кека получали следующим образом:

сырой осадок сточных вод смешивали с органическими остатками (солома, опилки). Доля органики составляла $\frac{1}{4}$ часть. Компост выдерживался в течение 12 месяцев. Биогумус (вермикультура) получали из компоста на основе кека путем его переработки червем «Старатель».

Компостирование вели в сосудах на 500 г, почва для компостирования взята из пахотного горизонта (0–30 см) в Аксайском районе Ростовской области (чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый). После набивки сосудов почва была увлажнена до 65% от ПВ и эта влажность поддерживалась на протяжении всего периода наблюдений. В помещении была оптимальная для жизнедеятельности микроорганизмов температура (23–24°C). Контроль за эмиссией CO₂ (дыхание почвы) осуществлялся в динамике: спустя сутки после начала компостирования, трое суток, 10 суток и 14 суток. Учет выделяющегося в течение суток CO₂ проводили по методу Галстяна.

Определение величин рН и ППП (потери при прокаливании), постановка и проведение модельного эксперимента по фитотоксичности ОСВ велись стандартными методиками [11, 12]. Спектральный анализ на содержание ТМ проводили методом атомной спектроскопии в лаборатории НПО «Южгеология».

Результаты и обсуждение

По результатам анализов были построены изотермы адсорбции. Они свидетельствуют, что адсорбция цинка черноземом, урбаноземом и БУ имеет сложный характер, который может быть описан уравнением Ленгмюра.

Адсорбция свинца в изученном диапазоне доз загрязнения описывается уравнением Генри, представляющим собой упрощенное уравнение Ленгмюра для прямой линии. Самое высокое поглощение ТМ отмечено именно бурым углем (рис. 1), что указывает на его высокую способность к нейтрализации токсикантов, то есть связыванию их в недоступные для растений формы, и, тем самым, осуществлению протекторной функции по отношению к сопредельным средам.

Изотерма адсорбции Рв БУ

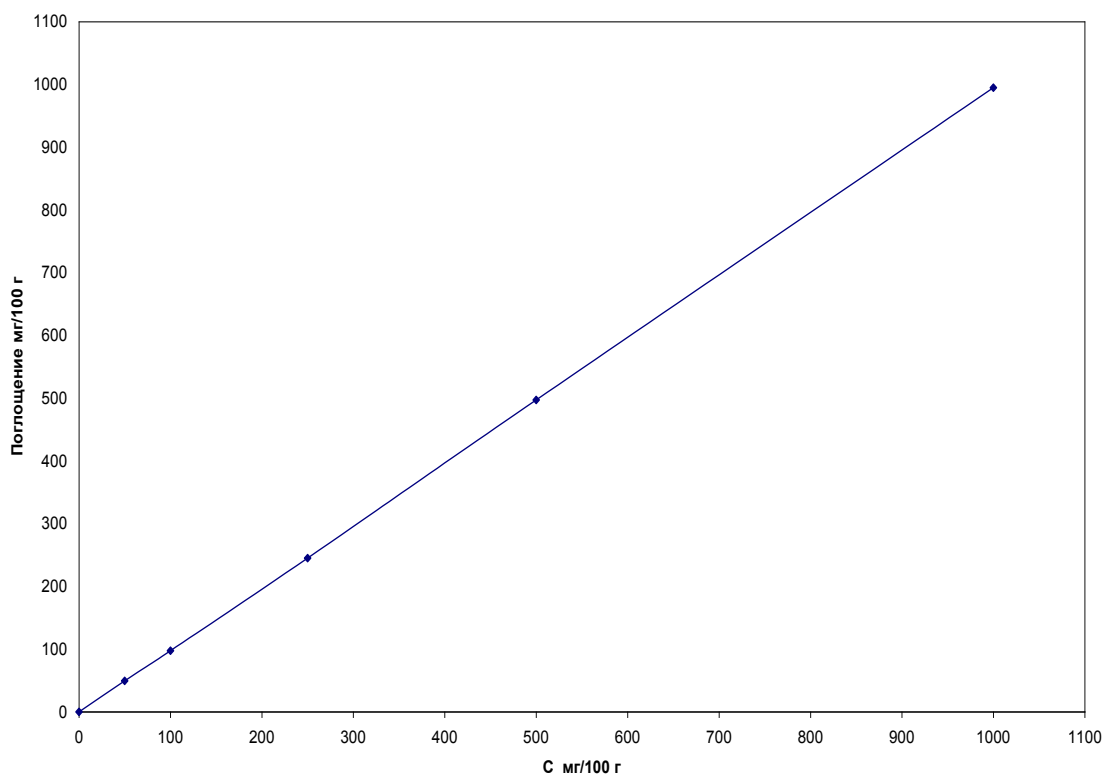


Рис. 1. Изотерма адсорбции свинца бурым углем

Результаты исследования по определению удельной поверхности БУ и почв показали, что в урбаноземе, по сравнению с черноземом, в 0,46 раз меньше величина удельной поверхности, следовательно, снижена и способность к связыванию (адсорбции) токсических соединений, в т.ч. и ТМ. То есть в условиях города бурый уголь можно использовать в качестве мелиоранта: он обладает повышенной способностью к связыванию этих веществ, т.к. его удельная поверхность в полтора раза выше, чем у чернозема, и в 3,2 раза выше, чем у урбанозема.

Определению количества функциональных групп ГК (табл.2) показало, что общее содержание кислых функциональных групп самое высокое в ГК бурого угля, и снижается соответственно в черноземе и урбаноземе, что говорит о повышенной способности бурого угля к хемосорбции тяжелых металлов.

Таблица 2.

Содержание функциональных групп ГК, мг-экв/100 г

Объекты	Карбоксильные группы (-COOH)	Фенольные группы (-OH)	сумма
Бурый уголь	295,7	198	495,3
Чернозем	339,5	112,7	452,4
Урбанозем	346,3	36,7	382,5

В эксперименте с ОСВ спустя сутки после начала опыта биологическая активность чернозема обыкновенного карбонатного, оцениваемая по интенсивности дыхания, характеризуется, в соответствии со шкалой сравнительной оценки, как очень высокая.

Однако уже на четвертый день интенсивность дыхания резко снижается и в дальнейшем колеблется в пределах градации «высокая», а через две недели понижается до оценки «средняя». Через полгода наблюдается увеличение интенсивности дыхания вновь до оценки «очень высокая». Вероятно, это обусловлено тем, что к этому времени состояние почвенной системы в сосудах можно охарактеризовать, как «динамическое равновесие».

Результаты эксперимента свидетельствуют, что любые из исследованного ряда биодобавки способствуют росту интенсивности дыхания и увеличению эмиссии двуокси углерода в атмосферу (рис. 2—4). На протяжении всего времени наблюдения биологическая активность почвы на всех вариантах с внесением биодобавок оценивалась как очень высокая или высокая. При внесении навоза (вар. 2, 3), вермикомпоста на основе кека (вар. 12, 13), бурого угля (вар. 14, 15) с увеличением дозы удобрения возрастает и интенсивность дыхания. Причем, рост интенсивности дыхания не пропорционален увеличению дозы внесения. На вариантах с внесением ОСВ и компоста на их основе картина обратная: увеличение дозы приводит к снижению эмиссии CO₂, что, возможно, обусловлено некоторым токсическим или ингибирующим эффектом по отношению в микрофлоре. Внесение бурого угля приводит к значительной активации деятельности микроорганизмов, особенно на вариантах с высокой дозой. На всех вариантах со временем наблюдается тенденция к снижению биологической активности. Однако при сравнении с чистым контролем (где органические вещества не вносились), на вариантах с высокими дозами компоста на основе кека, вермикомпоста и БУ наблюдалось значительно более высокое выделение CO₂, что свидетельствует о незавершенности процессов разложения и гумификации внесенных органических добавок.



Рис. 2. Влияние внесения навоза на дыхание чернозема обыкновенного карбонатного. Сроки отбора (длительность компостирования): 1 – сутки; 2 – 3 суток; 3 – 10 суток; 4 – 14 суток, 5 – 1/2 года

Эксперимент показал также, что величина рН при внесении навоза, БУ и вермикомпоста, особенно в повышенной дозе, снижалась на 0,1–0,22 единицы, в то время как добавки на основе осадков сточных вод практически не влияли на этот показатель.

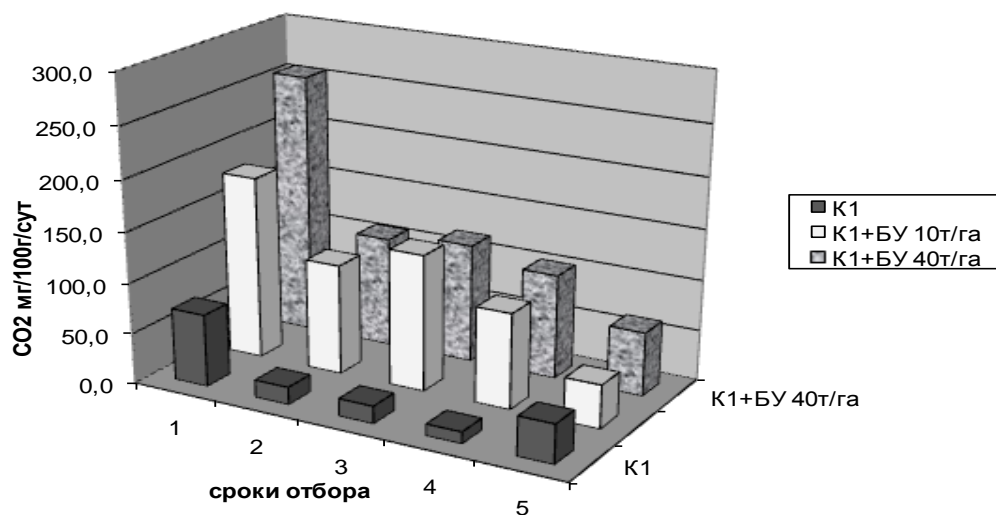


Рис. 3. Влияние БУ на интенсивность дыхания в черноземе обыкновенном карбонатном. Сроки отбора (длительность компостирования): 1 – сутки; 2 – 3 суток; 3 – 10 суток; 4 – 14 суток, 5 – 1/2 года

Определение ППП (потерь при прокаливании) показало, что через три дня после внесения органических добавок содержание органического углерода значительно увеличивается на всех вариантах с добавками, причем пропорционально внесенной дозе (исключение составляют варианты с навозом – К2 и К3). Через полгода компостирования количество органического углерода практически на всех вариантах лишь незначительно выше контрольного значения, что свидетельствует об ускоренной минерализации вновь внесенной органики. И только на варианте с дозой БУ 40 т/га наблюдается заметно более высокое содержание органического углерода.

В литературе высказываются опасения, что ОСВ может содержать излишне высокое количество ТМ. В связи с этим нами проведено определение большого набора ТМ с помощью спектрального анализа, которое показало, что внесение ОСВ не приводит к увеличению в почве их содержания.

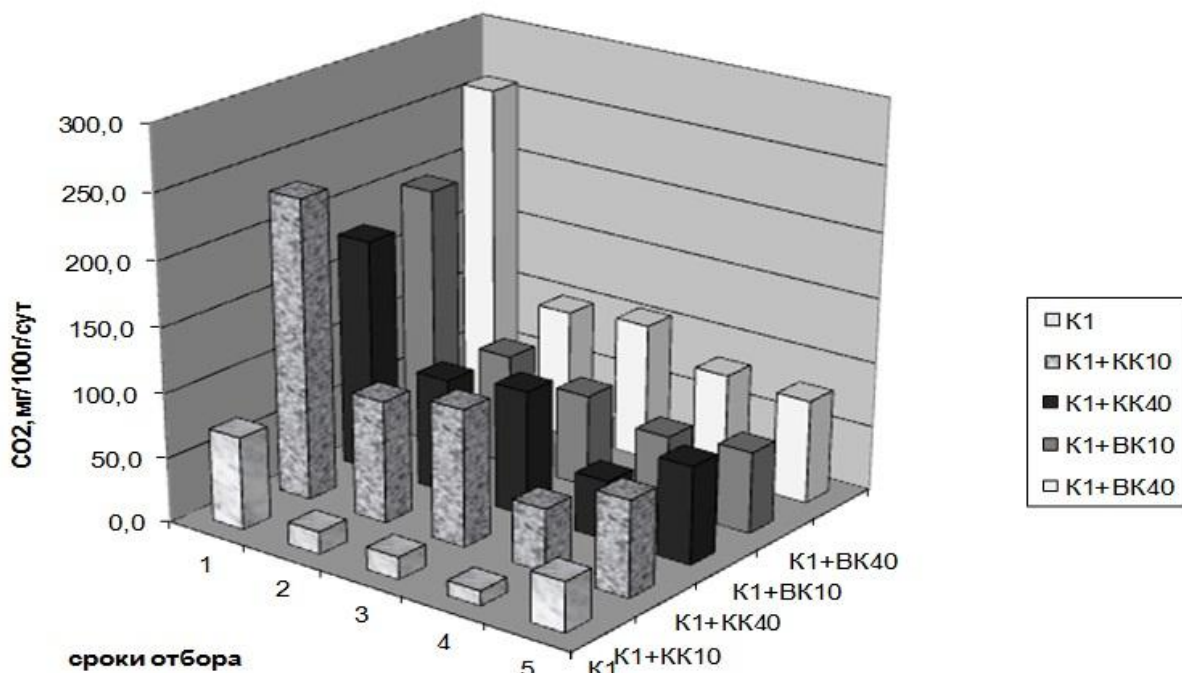


Рис. 4. Влияние осадков сточных вод и компостов на их основе на интенсивность дыхания в черноземе обыкновенном карбонатном (Апах). Условные обозначения. Сроки отбора: 1 – сутки компостирования; 2 – 3 суток; 3 – 10 суток; 4 – 14 суток, 5 – ½ года. Варианты: К1 – контроль (почва без добавок), ВК – вермикультура на основе кека, КК – кек после компостирования. Дозы: 10 – 10 т/га, 40 – 40 т/га

Результаты эксперимента по определению фитотоксичности (рис. 5) свидетельствуют, что длина проростков на почве, подвергшейся трехдневному компостированию с биодобавками, была значительно выше, по сравнению с проростками, помещенными на почвенные «пластины» с полугодовым сроком компостирования (в среднем на 5 см).

Внесение добавок увеличивало длину проростка по сравнению с контролем (урбанозем без добавок), причем самая значительная прибавка была достигнута на вариантах с

компостом и вермикомпостом (при трехдневном сроке компостирования), и вермикомпостом и бурый углем (на полугодижном сроке компостирования). Все закономерности проявляются в дозах внесения добавок, эквивалентной 10 и 40 т/га. Полученная разница статистически достоверна на всех вариантах с вероятностью 0,99 во всех случаях, кроме контроля и СК10 на полугодижном сроке компостирования.

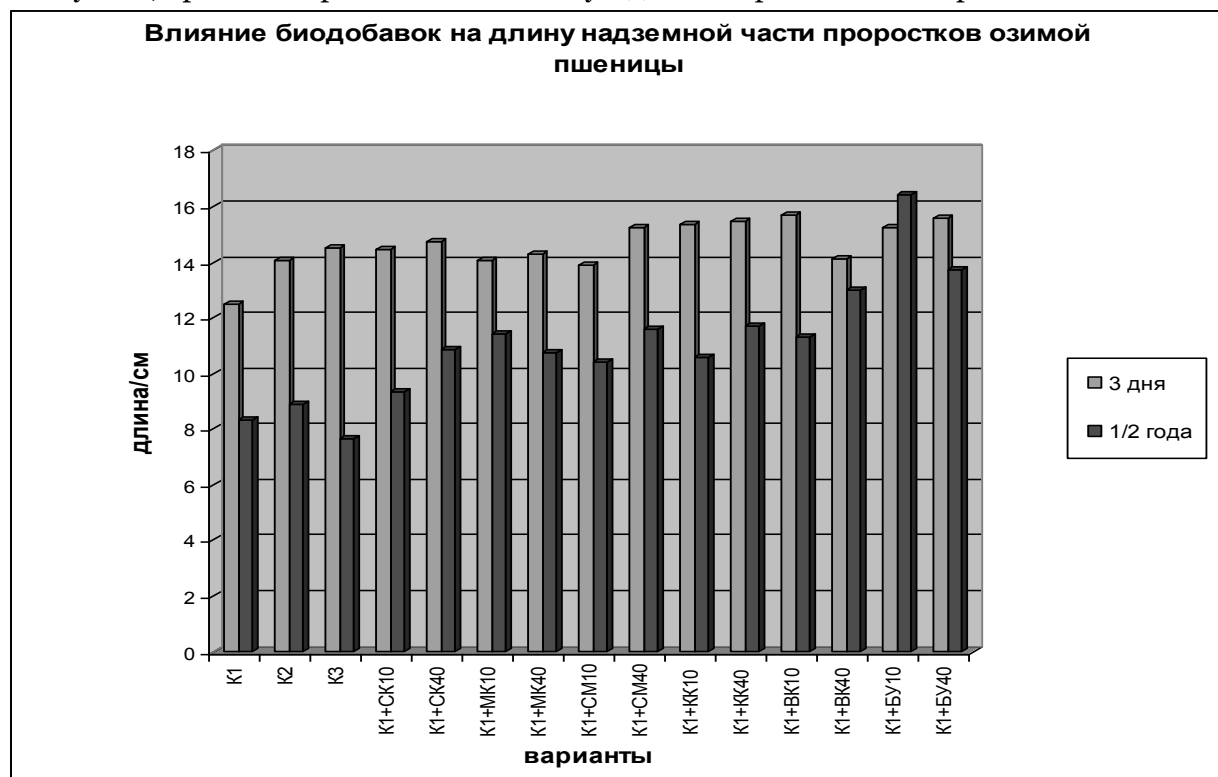


Рис. 5. Влияние внесения биодобавок в урбанозем на длину надземной части проростков озимой пшеницы

Вегетативная масса проростков была также более высокой после трехдневного компостирования (в среднем на 0,2 г). Причем, внесение добавок увеличивало массу проростков по сравнению с контролем.

Определение зольности проростков показало, что содержание золы в них возрастает при внесении в почву биологически активных веществ не только по вариантам (наиболее отчетливо это проявляется на вариантах с компостом, вермикомпостом и БУ), но и по срокам компостирования (% золы возрастает на полугодижном сроке компостирования). Это свидетельствует, что в почве после полугода компостирования, создаются более благоприятные для поглощения зольных элементов условия.

Закключение

Характер изотерм адсорбции показал, что на черноземе удается достигнуть насыщения сорбирующих центров при концентрации ТМ 0,05—0,1 мг/л. На БУ плато достигнуто не было. Величина удельной поверхности БУ в полтора раза выше, чем у чернозема, и в 3,2 раза выше, чем у урбанозема. Это доказывает, что БУ обладает повышенной способностью к сорбции цинка и, особенно, свинца, и может применяться на загрязненных тяжелыми металлами почвах в качестве дотоксиканта. Высокое общее содержание кислых функциональных групп гуминовых кислот в БУ свидетельствует о возможности хемосорбции тяжелых металлов при его внесении в загрязненные почвы.

Внесение бурого угля и осадков сточных вод в чернозем обыкновенный приводит к значительному увеличению эмиссии CO₂ к концу второй недели наблюдения. Внесение вермикомпостов на основе ОСВ сопровождается увеличением биологической активности почвы и соответственно ростом эмиссии углекислого газа примерно в 2—4 раза. Биодобавки на основе ОСВ, бурый уголь и навоз оказывают стимулирующее влияние на рост проростков

озимой пшеницы на всех сроках компостирования, что позволяет говорить о возможности применения ОСВ и БУ в качестве веществ, повышающих плодородие субстрата.

Благодарности

Работа поддержана грантами Министерства образования и науки РФ № 5.885.2014/К, ведущей научной школы Российской Федерации НШ-2449.2014.4.

Примечания:

1. Богатырев С.М. Экологическая оценка эффективности использования осадков сточных вод в качестве удобрения в условиях Курской области. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Курск, 1999. 24 с.

2. Беляева С.Д. Организация работ по использованию осадков сточных вод в качестве удобрения / С.Д. Беляева, В.А.Ситников, Е.В. Покровская // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. 312. Ч.1. С. 30.

3. Котов А.В. Обезвреживание и утилизация осадков городских сточных вод малых населенных пунктов: автореф. дисс. канд. тех. наук. Нижний Новгород, 2005. 22 с.

4. Мерзлая Г.Е. Агроэкологический эффект использования осадков сточных вод / Г.Е.Мерзлая, Р.П. Воробьева // Сборник докл. Конгресса ЭКВАТЭК. В 2-х частях. Под общ. ред. д-ра мед. наук, проф. Л.И. Эльпинера. М., 2006. С. 763.

5. Козлов М.Н. Использование компоста на основе осадков сточных вод московских очистных сооружений для повышения плодородия почв / М.Н. Козлов, В.И. Скляр, В.А.Грачев, Ю.А.Николаев, А.Я.Ванюшина // Сборник докл. Конгресса ЭКВАТЭК. В 2-х частях. Под общ. ред. д-ра мед. наук, проф. Л.И.Эльпинера. М., 2006. С. 767—768.

6. Сучкова Н.Г. Обработка осадка сточных вод с использованием биотехнологий для производства органо-минеральных удобрений: перспективы для Безлюдовских очистных сооружений г. Харьков / Н.Г Сучкова., Л.П. Свиренко // Сборник докл. Конгресса ЭКВАТЭК. В 2-х частях. Под общ. ред. д-ра мед. наук, профессора Л.И.Эльпинера. М., 2006. С. 785—787.

7. Юдин А.Г. Переработка осадков сточных вод для использования на землях сельскохозяйственного назначения // Сборник докл. Конгресса ЭКВАТЭК. В 2-х частях. Под общ. ред. д-ра мед. наук, профессора Л.И.Эльпинера. М., 2006. С. 795—797.

8. Уланов Н.Н. Возможности использования окисленных углей и гуминовых веществ в сельском хозяйстве // Гуминовые вещества в биосфере. М., 1993. С. 157—161.

9. Безуглова О.С. Гумусное состояние почв юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦВШ, 2001. 228 с.

10. Орлов Д.С. Практикум по биохимии гумуса / Д.С. Орлов, Л.А. Гришина. М., 1981. 271 с.

11. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.

12. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, А.Н.Никольская. М., Гуманитарный издательский центр Владос. 2001. 288 с.

References:

1. Bogatyrev, S.M. Environmental assessment of the effectiveness of the use of sewage sludge as fertilizer in terms of Kursk region. Abstract. dis. ... candles. with.-of agricultural Sciences. Kursk, 1999. 24 s. (in Russian)

2. Belyaev, S.D. Organization of work on the use of sewage sludge as fertilizer / S. D. Belyaev, V.A. Sitnikov, E.C. Pokrovskaya // water Supply and sanitary technique. 2002. 312. N. 1. С. 30. (in Russian)

3. Kotov, A.C. Neutralization and disposal of sludge municipal wastewater of small settlements: author. Diss. Kida. those. Sciences. Nizhni Novgorod, 2005. 22 С. (in Russian)

4. Frozen, That Is, Ecological effects of using sewage sludge / Year that is Frozen, R.P. Vorobiev // Collection of reports. Congress ECWATECH. In 2 parts. Under the General editorship of Dr. med. Sciences Professor L. I. Alpiner. M., 2006. S. 763. (in Russian)

5. Kozlov M. The use of compost on the basis of sewage sludge Moscow WWTP to improve soil fertility / M. Kozlov, V.I. Sklar, C.A. Grachev, Y.A. Nikolaev, A.J. Vanyushin // Collection of

reports. Congress ECWATECH. In 2 parts. Under the General editorship of Dr. med. Sciences Professor L. I. Alpiner. M., 2006. S. 767-768. (in Russian)

6. Suchkov N.G. Wastewater sludge treatment using biotechnology for the production of organo-mineral fertilizers: prospects for Bezlyudovsky treatment facilities, Kharkiv / N.G. Suchkov, L.P. Sirenko // Collection of reports. Congress ECWATECH. In 2 parts. Under the General editorship of Dr. med. Sciences Professor L. I. Alpiner. M., 2006. S. 785-787. (in Russian)

7. Yudin A., Processing of sewage sludge for use on land for agricultural purposes // Collection of reports. Congress ECWATECH. In 2 parts. Under the General editorship of Dr. med. Sciences Professor L.I. Alpiner. M., 2006. S. 795-797. (in Russian)

8. Ulanov N.N. The possibility of using oxidized coals and humic substances in agriculture // Humic substances in the biosphere. M., 1993. S. 157-161. (in Russian)

9. Bezuglova O.C. Humus status of soils of the South of Russia. Rostov-on-don: Publishing house SCMCVS, 2001. 228 s. (in Russian)

10. Orlov D.S. Workshop on biochemistry of humus / D.S. Orlov, L.A. Grishina. M., 1981. 271 s. (in Russian)

11. Arinushka E. Century Manual on chemical analysis of soils. M.: Moscow state University press, 1970. 487 s. (in Russian)

12. Fedorov A. I. Workshop on ecology and the environment / A.I. Fedorov, A.N. Nikolskaya. M, Humanitarian publishing center Vlados. 2001. 288 s. (in Russian).

УДК 631.45 : 631.878 : 631.879

Использование бурого угля и компостов на основе осадка сточных вод в качестве удобрений и мелиорантов почв

¹ Ольга Степановна Безуглова

² Анастасия Евгеньевна Шимко

¹ Южный федеральный университет, Российская Федерация
Доктор биологических наук, профессор

² Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Российская Федерация
Старший научный сотрудник

Аннотация. В лабораторных экспериментах было показано, что бурый уголь и компосты на основе осадков сточных вод при внесении их в почву – чернозем обыкновенный карбонатный и урбанозем – способствуют росту биологической активности, что выражается в значительном росте эмиссии CO₂. Фитотоксичность урбанозема при внесении бурого угля и компостов снижается. Определение большого набора тяжелых металлов с помощью спектрального анализа показало, что внесение осадков сточных вод и вермикомпостов на их основе не приводит к увеличению в почве их содержания.

Ключевые слова: бурый уголь; осадки сточных вод; вермикомпосты на основе осадков сточных вод; чернозем обыкновенный карбонатный; урбанозем; эмиссия углерода.

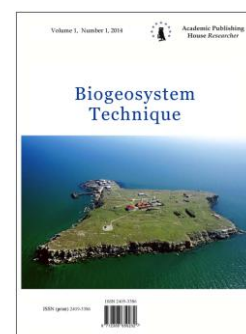
Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 1, No. 1, pp. 50-57, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.1.50

www.ejournal19.com



UDC 2788

Steppe Zone Vegetation and Soil Layer Pollution by Heavy Metals Under the Influence Novocherkassk Power Station Emission

¹Victor A. Chaplygin

²Tatiana M. Minkina

³Saglara S. Mandzhieva

⁴Svetlana N. Sushkova

⁵Olga G. Nazarenko

⁶Galina V. Motuzova

¹⁻⁴ Southern Federal University, Russian Federation
344006 Rostov-on-Don, Bolshaya Sadovaya, 105

¹ Postgraduate student, Junior Researcher

² Dr. (Biology), Professor
E-mail: minkina@sfedu.ru

³ Dr. (Biology), senior researcher

⁴ Dr. (Biology), senior researcher

⁵ Donskoy State Agrarian University, Russian Federation
Rostov region, Persianovsky village, October district
Dr. (Biology)

E-mail: nazarenkoo@mail.ru

⁶ Lomonosov Moscow State University, Russian Federation
Dr. (Biology), Professor
E-mail: motuzova@mail.ru

Abstract

The influence of emissions of Novocherkassk Power Station on Cu, Zn, Cd, Mn, Ni and Pb content in grassy plants and the soil by results of long-term monitoring researches is established. Dependence of accumulation of elements on distance on the enterprise, properties of soils and existence of additional sources of technogenic pollution is shown. Pollution of plants by Zn, Cd, Ni and Pb, and also pollution of soils by Zn, Cd, Cu and Pb is observed. Mn is set for the greatest absolute content in the soil, and for Zn - in plants.

Keywords: heavy metals; technogenic pollution; grassy plants; soil; properties; accumulation; monitoring; emission.

Введение

Тесное соседство сельского хозяйства и промышленности ведет к ряду экологических проблем, одной из которых является загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ). ТМ являются одной из наиболее опасных категорий загрязняющих веществ. Попадая в растения из почвы и воздуха, они способны аккумулироваться в растительных тканях в большом количестве и по трофической цепочке переходить в организм животных, а затем и

человека. Существенную опасность представляет отсутствие каких-либо визуальных признаков поражения растений при опасных для человека и животных содержаниях этих химических веществ.

Предприятия энергетической отрасли наряду с предприятиями металлургической, угле- и рудодобывающей промышленности являются активными источниками загрязнения природной среды ТМ. Так, 1 % всех выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в РФ приходится на филиал ОАО «ОГК-2» «Новочеркасская» ГРЭС (НчГРЭС), в Ростовской области – свыше 50 %, на Новочеркасск – приходится порядка 99 %. Негативные последствия выбросов предприятия, ведущие к накоплению металлов в растениях, могут отчетливо проявиться во времени. В связи с этим важны результаты многолетних стационарных наблюдений за состоянием растений.

Целью работы являлась оценка накопления Ni, Mn, Cd, Cu, Pb и Zn травянистой растительностью и почвами техногенных территорий по результатам многолетних мониторинговых наблюдений.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись образцы почв, а также естественной травянистой растительности мониторинговых площадок. Площадки были заложены в 2000 году на различном расстоянии от НчГРЭС (1–20 км) и приурочены к точкам единовременного отбора проб воздуха, производимого при разработке проекта по организации и обустройству санитарно-защитной зоны северного промышленного узла г. Новочеркаска. В соответствии с розой ветров было определено так называемое «генеральное направление» - прямая, проходящая от источника загрязнения через селитебные зоны г. Новочеркаска и станицы Кривянской. Расположение площадок мониторинга представлено на рисунке.

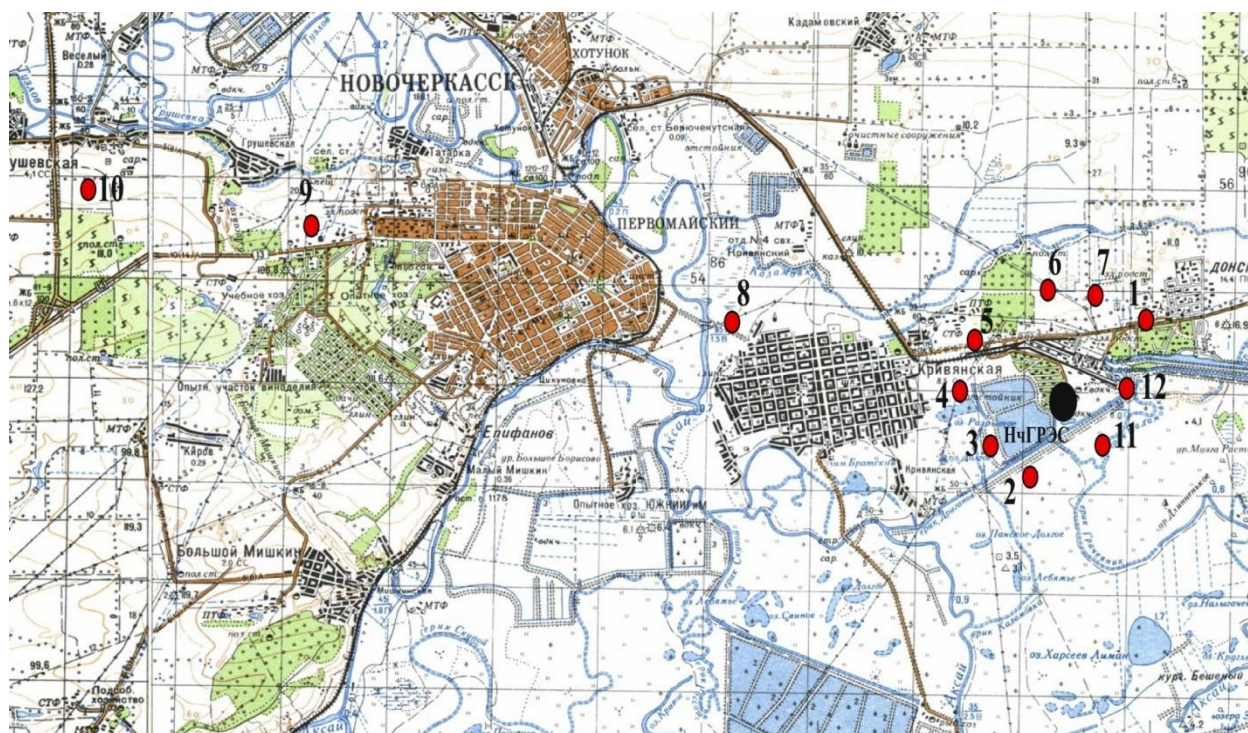


Рис. 1. Карта-схема расположения мониторинговых площадок в зоне влияния Новочеркасской ГРЭС

На линии «генерального направления» образцы отбирались в почвах мониторинговых площадок № 4, № 5, № 8, № 9, № 10.

Почвы площадок представлены преимущественно черноземом обыкновенным (площадки № 1, № 4, № 5, № 7, № 8, № 9, № 11), а также лугово-черноземной (площадки № 3, № 6, № 10) и аллювиально-луговой (площадки № 2 и № 12) почвами. Растительные

образцы представляли собой усредненные пробы укусов трав, произраставших на исследованных мониторинговых площадках.

Образцы почв и растений отбирались ежегодно во второй декаде июня в период массового цветения растений. Принято считать, что максимальное поступление химических элементов в надземную фитомассу приурочено именно к фазе цветения растений [1]. Для отбора образцов выбирались однородные по рельефу и почвенному покрову участки местности, в течение последних 10–15 лет не подверженные агротехнической обработке. Все мониторинговые площадки располагались не ближе, чем в 100 м от построек и дорог. Почвенные образцы отбирались послойно с глубины 0–5, 5–20 см. Из 3 точечных проб массой 200 г, отбираемых из каждого почвенного горизонта, формировалась объединенная проба массой 600 г [2]. Общее содержание Ni, Mn, Cd, Cu, Zn и Pb в почвах определено рентген-флюоресцентным методом [3].

Растения отбирались в различных точках мониторинговых площадок (точечные пробы) [4]. Растительный покров мониторинговых площадок был представлен следующими видами травянистых растений: амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Jack.), тысячелистник благородный (*Achillea nobilis* L.), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski.). Из растений формировалась объединенная проба массой 1,5 кг, состоящая из 8–10 точечных проб.

ТМ в растительных образцах определяли атомно-адсорбционным методом после сухого озоления пробы при 450°C и последующего растворения остатка в смеси кислот HNO₃ + HCl[3].

Результаты и обсуждение

Установленное в ходе исследований содержание металлов в растительном покрове отдаленных площадок соответствует среднему содержанию для травянистой растительности данного региона (табл. 1). Наблюдается превышение МДУ для Pb, Cd, Zn и Ni в растениях на площадках № 4, № 5 и № 6, наиболее близко расположенных от источника выбросов по линии преобладающего направления ветра.

Таблица 1

Среднее содержание тяжелых металлов в надземной части растений на территориях, прилегающих к НЧГРЭС, мг/кг (2000–2012 гг.) (n=9)

№ площадк и	Направление и расстояние от источника, км	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Mn
1	1,0 СВ	8,2	0,8	43,9	6,9	3,0	36,8
2	3,0 ЮЗ	4,3	0,5	47,6	11,4	3,2	42,0
3	2,7 ЮЗ	5,6	0,2	31,6	4,3	2,4	35,2
4	1,6 СЗ	13,8	1,3	79,6	10,9	3,2	52,6
5	1,2 СЗ	8,9	1,2	64,2	14,5	4,4	58,0
6	2,0 ССЗ	7,6	0,4	34,4	11,0	3,2	39,9
7	1,5 С	5,5	0,5	43,4	6,4	2,9	60,2
8	5,0 СЗ	4,2	0,3	53,5	8,1	2,3	28,8
9	15,0 СЗ	4,2	0,2	27,6	3,2	1,7	33,2
10	20,0 СЗ	12,0	0,2	25,7	8,2	1,5	32,3
11	1,0 ЮВ	5,1	0,1	49,0	8,0	1,6	18
12	1,1 Ю	11,0	0,1	28,5	14,5	4,0	9,0
НСР _{0,95}		1,3	0,06	3,0	1,6	0,4	4,5
МДУ для кормовых трав [7]		5,0	0,3	50,0	30,0	3,0	-

Примечание: полужирным шрифтом выделено превышение МДУ

По величине абсолютного содержания в растениях ТМ располагаются в следующем порядке: Mn>Zn>Cu>Pb>Ni>Cd. Наблюдается зависимость содержания металлов в

растениях от уровня техногенной нагрузки [5]. Различия в содержании ТМ в растениях, произрастающих на минимальном и максимальном удалении от предприятия, составляют для Cd – 7 раз, Cu – 5 раз, Ni и Pb – 3 раза, Mn и Zn – 2 раза.

На протяжении всего периода исследований отмечается превышение МДУ Pb в среднем в 2,5 раза и Cd в 1,5 раза в растениях на мониторинговой площадке № 10. Мониторинговая площадка № 10 занимает особое положение, удаленная на расстояние 20 км по розе ветров от НчГРЭС, но расположенная в 400 м от автомагистрали и испытывающая влияние дополнительных источников загрязнения. Мониторинговая площадка № 10 располагается внутри V-образного пространства, огражденного двумя автомагистралями. Окружающие её крупные автомобильные магистрали, Ростов – Москва с северо-западной стороны и Ростов – Новочеркасск с юго-восточной, оказывают техногенное воздействие на окружающие территории при разных направлениях ветра [5, 6].

Превышение МДУ для Pb, кроме мониторинговых площадок № 4, № 5, № 6 и № 10, наблюдается также на площадке № 1, расположенной в 1 км от источника выбросов в северо-восточном направлении. Данная площадка, располагается вблизи НчГРЭС, что обуславливает высокое содержание Pb в растениях на этом участке. На мониторинговой площадке № 12 установлен высокий уровень содержания Pb в растениях (11,0 мг/кг), что также связано с близким расположением площадки от НчГРЭС.

Содержание Zn в растениях мониторинговых площадок варьирует в диапазоне от 25,7 до 79,6 мг/кг (при МДУ 50 мг/кг). Превышение МДУ элемента установлено на площадках № 4, № 5 и № 8. Наблюдается постепенное снижение содержания металла по мере удаления от НчГРЭС. Содержание Zn на удаленных участках мониторинга (более 5 км) соответствует среднему содержанию этого элемента в травах, которое составляет 25–50 мг/кг [3, 8].

Содержание Zn в некоторых культурах данного региона колеблется в следующих интервалах (мг/кг сухого вещества): в зерне пшеницы от 22 до 33 мг/кг, травах от 12 до 41 мг/кг, в клевере от 24 до 45 мг/кг, в листьях салата достигает более 70 мг/кг, в яблоках – в пределах 1–1,5 мг/кг.

Среднее содержание Cu в растениях мониторинговых площадок не превышало 14,5 мг/кг (мониторинговая площадка № 4) (при МДУ 30 мг/кг). Количество Cu в растениях мониторинговых площадок, расположенных в непосредственной близости от НчГРЭС (№ 2, № 4, № 5, № 6, № 12) выше, чем на более удаленных. Это означает наличие воздействия выбросов предприятия на содержание Cu в растениях.

По литературным данным [9] содержание Cu в растениях, характерное для незагрязненных районов варьирует от 1 до 30 мг/кг в сухой массе, а в золе различных видов растений – от 5 до 1500 мг/кг. Концентрация Cu в растениях, превышающая 20 мг/кг сухой массы, условно считается пороговой, определяющей области нормального и избыточного содержания меди в растениях [10].

Содержание Cd в растениях «генерального направления» в 4–4,3 раза превышает МДУ на ближайших к НчГРЭС мониторинговых площадках № 4 и № 5. На мониторинговой площадке № 10, расположенной в 20 км от источника выбросов, содержание металла также выше МДУ, что очевидно является результатом поступления элемента с выбросами автотранспорта, движущегося по расположенной вблизи мониторинговой площадки автостраде.

Для Ni прослеживается уменьшение содержания в растениях по мере удаления от НчГРЭС. На близлежащих к станции площадках содержание этого элемента превышает МДУ. На расстоянии 15 км и более от источника эмиссии содержание Ni уменьшается в 2,5 раза по сравнению с ближайшими мониторинговыми площадками и составляет 1,7 мг/кг.

Содержание Mn в растениях является наиболее высоким на мониторинговых площадках, находящихся на минимальном удалении от источника выбросов – в пределах 2 км от предприятия. Содержание Mn в травянистой растительности уменьшается по мере удаления от НчГРЭС.

Аналогичные закономерности изменения содержания ТМ в зависимости от расстояния от НчГРЭС выявлены и для почв. Участки, находящиеся на расстоянии 5 км от НчГРЭС в северо-западном направлении и близлежащие к ним, имеют превышение общего

содержания в почвах Cu, Zn, Cd и Pb над ПДК (табл. 2). Максимальное содержание всех исследуемых ТМ обнаруживается в почвах мониторинговых площадок, расположенных в радиусе 2 км от источника эмиссии поллютантов. Содержание ТМ в почвах, как и в растениях, убывает в направлении от источника выбросов к периферии ореола. Концентрация ТМ на самых отдаленных от источника эмиссии площадках соответствует их фоновому уровню.

Характеристика состояния исследованных металлов в почвах площадок № 9 и № 10 показала, что их общее содержание не превышало ПДК, за исключением Pb на площадке № 10.

Помимо расположения мониторинговых площадок относительно источника аэротехногенного загрязнения на содержание ТМ в почвенном и растительном покрове влияют свойства почв. Песчаная слабогумусированная аллювиально-луговая почва лёгкого гранулометрического состава (мониторинговые площадки № 2 и № 12) обладает слабой способностью связывать ТМ в виде недоступных растениям соединений. Это обуславливает более активное поглощение элементов растениями и слабую аккумуляцию ТМ в аллювиально-луговой почве по сравнению с черноземной и лугово-черноземной почвами.

Такосодержание в почве всех ТМ, за исключением Cd, на площадке № 2 ниже по сравнению с площадкой № 3. Как показали наши исследования [12, 14, 15] подвижность ТМ выше в аллювиально-луговой почве, несмотря на меньшее их общее содержание по сравнению с лугово-чернозёмной почвой.

Высокая подвижность металлов в песчаной почве приводит к накоплению их в растениях. Содержание Ni и Cd в травянистых растениях на мониторинговой площадке № 2 (аллювиально-луговая почва песчаная почва) превышает МДУ (3,0 и 0,3 мг/кг соответственно). В то же время, на соседней площадке № 3 (лугово-черноземная легкоглинистая почва), расположенной в 300 м от площадки № 2 в том же направлении от НчГРЭС, не наблюдается загрязнение растений этими металлами (табл. 1). По литературным данным, содержание Cd в растениях выше на почвах, бедных органическим веществом [16].

Таблица 2

**Общее содержание тяжелых металлов в 0–20 см слое почв мониторинговых площадок (среднее с 2000 по 2012 гг.), мг/кг (n=9)
(по данным Т.М. Минкиной и др.[11, 12])**

№ площадки	Направление и расстояние от источника, км	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Mn
1	1,0 СВ	42	0,6	104	50	58	905
2	3,0 ЮЗ	21	0,6	79	44	37	612
3	2,7 ЮЗ	30	0,5	100	54	50	647
4	1,6 СЗ	67	1,0	111	73	65	931
5	1,2 СЗ	60	1,3	141	63	65	894
6	2,0 ССЗ	59	1,1	115	59	61	932
7	1,5 С	34	0,6	92	42	55	731
8	5,0 СЗ	43	0,6	116	60	56	731
9	15,0 СЗ	28	0,3	82	41	41	699
10	20,0 СЗ	37	0,3	77	41	41	756
11	1,0 ЮВ	27	0,5	108	38	47	719
12	1,1 Ю	25	0,4	92	35	48	628
НСР _{0,95}		2,8	0,1	4,3	3,8	3,1	18,3
ПДК [13]		32	0,5	100	55	85	1500

Примечание: полужирным шрифтом выделено превышение ПДК

Для всех ТМ, кроме Рb, отмечается более высокое содержание на площадке № 2 по сравнению с площадкой № 3: содержание Cd выше в 2,5 раза, Zn выше в 1,3 раза, Cu – в 1,2 раза, Ni – в 1,4 раза, Mn – в 1,2 раза.

Заключение

Таким образом, по результатам исследований была установлена зависимость содержания ТМ в растительном и почвенном покрове от расположения относительно источника выбросов. В дикорастущих растениях произрастающих в пределах 5 км от НчГРЭС по линии преобладающего направления розы ветров выявлено большее содержание всех исследуемых ТМ по сравнению с более отдаленными участками мониторинга и загрязнение Рb, Cd и Ni от 1,5 до 4,3 МДУ. Для почв данных площадок установлено превышение ПДК для Cd, Pb, Zn и Cu от 1,3 до 2,7 раза. Характер накопления элементов на мониторинговых площадках свидетельствует о том, что НчГРЭС является основным источником аэротехногенного загрязнения травянистых растений и почв данной территории исследуемыми ТМ. Дополнительным источником загрязнения окружающей среды Cd и Рb служат выбросы автотранспорта. Накопление ТМ в растениях и в почвах зависит от физико-химических свойств почв. Содержание Cu, Zn, Cd, Mn, Ni и Рb в растениях на песчаной аллювиально-луговой почве, выше в 1,2-2,7 раз, чем на рядом расположенной лугово-черноземной легкоглинистой почве.

Благодарности

Работа поддержана грантами Министерства образования и науки РФ № 5.885.2014/К, РФФИ № 14-05-00586 А, гранта президента РФ № МК-6448.2014.4, ведущей научной школы Российской Федерации НШ- 5548.2014.5.

Примечания:

1. Ильин В.Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение / Ильин В.Б., Сысо А.И. // РАН, Сибирское отделение, ин-т. Почвоведения и агрохимии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 220 с.
2. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
3. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М.: ЦИНАО, 1992. 61 с.
4. ГОСТ 27262-87. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб.
5. Чаплыгин В.А. Накопление меди, свинца и цинка естественной травянистой растительностью в условиях воздушного загрязнения / Чаплыгин В.А., Бурачевская М.В., Чернигина Н.В., Бауэр Т.В., Минкина Т.М. // Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы. Взгляд в будущее». СОЛ «Лиманчик». Ростов-на-Дону, 2010. С. 439-441.
6. Minkina T.M. Accumulation and distribution of metals in plants within the technogenesis zone / Minkina T.M., Mandzhieva S.S., Motuzova G.V., Chaplign V.A., Suchkova S.N., Bauier T.V // Environmental Engineering and Management Journal. 2014. Vol. 13. No. 5. P. 1535-1543.
7. Временные максимально допустимые уровни (МДУ) некоторых химических элементов госсипола в кормах сельскохозяйственных животных. Утвержден Главным Управлением Ветеринарии министерства сельского хозяйства РВ, 1991.
8. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. М.: Мир, 1989. 437 с.
9. Тяжелые металлы в системе «почва-растение-удобрение». Под ред. Овчаренко М.М. Москва. ЦИНАО. 1997. 291 с.
10. Хованский А.Д. Оценка загрязнения растений / Методическое пособие. Ростов-на-Дону: РГУ, 1994. 31 с.
11. Минкина Т.М. Фракционно-групповой состав Mn, Cr, Ni и Cd в почвах техногенных ландшафтов (район Новочеркасской ГРЭС) / Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Манджиева С.С., Назаренко О.Г., Бурачевская М.В., Антоненко Е.М. // Почвоведение. 2013. № 4. С. 414-425.

12. Minkina T.M. Group composition of heavy metal compounds in the soils contaminated by emissions from the Novochoerkassk Power Station / Minkina T.M., Motuzova G.V., Nazarenko O.G., Mandzhieva S.S. // Eurasian Soil Science. 2009. Vol. 42, No. 13. P. 1–10.

13. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 19 января 2006 года.

14. Минкина Т.М. Накопление и распределение тяжелых металлов в растениях зоны техногенеза / Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Мирошниченко Н.Н., Фатеев А.И., Манджиева С.С., Чаплыгин В.А. // Агрохимия. 2013б. № 9. С. 78-88.

15. Motuzova G.V. Soil contamination with heavy metals as a potential and real risk to the environment / Motuzova G.V., Minkina T. M., Karpova E.A., Barsova N.U., Mandzhieva S.S. // Journal of Geochemical Exploration. 2014. 144. P. 241-246. DOI: 10.1016/j.gexplo.2014.01.026.

16. Минеев В.Г. Тяжелые металлы и окружающая среда в условиях современной интенсивной химизации. Сообщение 1. Кадмий / Минеев В.Г., Макарова А.И., Тришина Т.А. // Агрохимия. 1981. № 5. С. 146-155.

References:

1. Ilyin V.B. Heavy metals and non-metals in the soil-plant system / V.B. Ilyin, A.I. Syso // Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Inst. Soil Science and Agricultural Chemistry. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2012. 220 p.

2. Standard of RF 17.4.3.01-83. Nature Conservancy. Soil. General requirements for sampling.

3. Guidelines for the determination of heavy metals in soils and agricultural crop production. M.: CINAО, 1992. 61 p.

4. Standard of RF 27262-87. Feed of plant origin. Sampling methods.

5. Chaplygin V.A. Accumulation of copper, lead and zinc by natural herbaceous vegetation under air pollution / Chaplygin V.A., Burachevsky M.V., Chernigina N.V., Bauer T.V., Minkina T.M. // Proceedings of the VI International Scientific-practical conference "Environmental problems. Looking into the future. SOL "Limanchik." Rostov-on-Don, 2010. P. 439-441.

6. Minkina T.M. Accumulation and distribution of metals in plants within the technogenesis zone / Minkina T.M., Mandzhieva S.S., Motuzova G.V., Chaplygin V.A., Suchkova S.N., Bauier T.V // Environmental Engineering and Management Journal. 2014. Vol. 13. No. 5. P. 1535-1543.

7. Temporary maximum allowable levels (MRLs) of certain chemical elements gossypol in feed for farm animals. Approved by the General Directorate of Veterinary Medicine Department of Agriculture PB, 1991.

8. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants / Kabata-Pendias A, Pendias X. M.: Mir, 1989. 437 p.

9. Heavy metals in the system "soil-plant-fertilizer." Ed. Ovcharenko M.M. Moscow. CINAО. 1997. 291 p.

10. Khovanskii A.D. Evaluation of plant contamination / Toolkit. Rostov-on-Don: Rostov State University, 1994. 31 p.

11. Minkina T.M. Fractional-group composition of Mn, Cr, Ni and Cd in soils of technogenic landscapes (district of Novochoerkassk TPP) / Minkina T.M., Motuzova G.V., Mandzhieva S.S., Nazarenko O.G., Burachevsky M.V., Antonenko E.M. // Soil science. 2013. № 4. P. 414-425.

12. Minkina T.M. Group composition of heavy metal compounds in the soils contaminated by emissions from the Novochoerkassk Power Station / Minkina T.M., Motuzova G.V., Nazarenko O.G., Mandzhieva S.S. // Eurasian Soil Science. 2009. Vol. 42, No. 13. P. 1–10.

13. GN 2.1.7.2041-06 Maximum allowable concentrations (MAC) of chemical substances in soil approved by the Chief Medical Officer of the Russian Federation January 19, 2006.

14. Minkina T.M. Accumulation and distribution of heavy metals in plants in technogenesis zone / Minkina T.M., Motuzova G.V., Miroshnichenko N.N., Fateev A.I., Mandzhieva S.S., Chaplygin V.A. // Agrochemistry. 2013. № 9. P. 78-88.

15. Motuzova G.V. Soil contamination with heavy metals as a potential and real risk to the environment / Motuzova G.V., Minkina T. M., Karpova E.A., Barsova N.U., Mandzhieva S.S. // Journal of Geochemical Exploration. 2014. 144. P. 241-246. DOI: 10.1016/j.gexplo.2014.01.026.

16. Mineev V.G. Heavy metals and the environment in a modern intensive use of chemicals. Post 1. Cadmium / Mineev VG, Makarov AI, Trishina TA // Agrochemistry. 1981. № 5. С. 146-155.

УДК 2788

Загрязнение растительного и почвенного покрова степной зоны тяжелыми металлами под действием выбросов Новочеркасской ГРЭС

¹ Виктор Анатольевич Чаплыгин

² Татьяна Михайловна Минкина

³ Саглар Сергеевна Манджиева

⁴ Светлана Николаевна Сушкова

⁵ Ольга Георгиевна Назаренко

⁶ Галина Васильевна Мотузова

¹⁻⁴ Южный федеральный университет, Российская Федерация

344006, Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105

¹ аспирант, младший научный сотрудник

² доктор биологических наук, профессор

E-mail: minkina@sfnu.ru

³ кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

⁴ кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

⁵ Донской государственный аграрный университет, Российская Федерация

346493, Ростовская область, пос. Персиановский, Октябрьский р-н, учебный корпус № 1

доктор биологических наук

E-mail: nazarenko@mail.ru

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Российская Федерация

119991, Москва, Ленинские горы, 1

доктор биологических наук, профессор

E-mail: motuzova@mail.ru

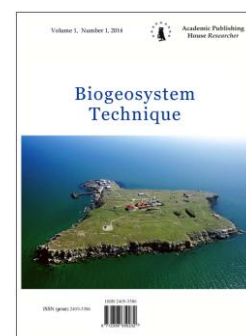
Аннотация. Результаты многолетних мониторинговых исследований позволили установить влияние выбросов Новочеркасской ГРЭС на содержание Cu, Zn, Cd, Mn, Ni и Pb в травянистых растениях и почве. Показана зависимость накопления элементов от расстояния от предприятия, свойств почв и наличия дополнительных источников техногенной нагрузки. Отмечается загрязнение растений Zn, Cd, Ni и Pb, а также загрязнение почв Zn, Cd, Cu и Pb. Для Mn установлено наибольшее абсолютное содержание в почве, а для Zn – в растениях.

Ключевые слова: тяжелые металлы; аэротехногенное загрязнение; травянистые растения; почва; свойства; аккумуляция; мониторинг.

Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 1, No. 1, pp. 58-68, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.1.58

www.ejournal19.com

UDC 616

Configuration of Stable Evolutionary Strategy of Homo Sapiens and Evolutionary Risks of Technological Civilization (the Conceptual Model Essay)

¹Valentin T. Cheshko²Lida V. Ivanitskaya³Yulia V. Kosova

¹⁻³V.N.Karazin Kharkiv national university, Ukraine
sq. Svobody, Kharkiv, 61122
E-mail: cheshko@karazin.ua

Abstract

Stable evolutionary strategy of Homo sapiens (SESH) is built in accordance with the modular and hierarchical principle and consists of the same type of self-replicating elements, i.e. is a system of systems. On the top level of the organization of SESH is the superposition of genetic, social, cultural and techno-rationalistic complexes. The components of this triad differ in the mechanism of cycles of generation - replication - transmission - fixing/elimination of adoptively relevant information. This mechanism is implemented either in accordance with the Darwin-Weismann modus, or according to the Lamarck modus, the difference between them is clear from the title. The integral attribute of the system of systems including ESSH is the production of evolutionary risks. The sources of evolutionary risk for stable adaptive strategy of Homo sapiens are the imbalance of (1) the intra-genomic co-evolution (intragenomic conflicts); (2) the gene-cultural co-evolution; (3) the inter-cultural co-evolution; (4) techno-humanitarian balance; (5) inter-technological conflicts (technological traps). At least phenomenologically the components of the evolutionary risk are reversible, but in the aggregate they are in potentio irreversible destructive ones for bio-social, and cultural self-identity of Homo sapiens. When the actual evolution is the subject of a rationalist control and/or manipulation, the magnitude of the 4th and 5th components of the evolutionary risk reaches the level of existential significance.

Keywords: Evolutionary Strategy; Conceptual Model; Homo sapiens.

Introduction

For mass, everyday consciousness and institutional philosophical tradition it is intuitively obvious that having the ability to control the evolutionary process, Homo sapiens came close to the borders of their own biological and cultural identity. In other words, the Anthropocene era may soon be replaced by epoch of post-Anthropocene, i.e. post humanistic one.

The Anthropocene is not formalized unit of geochronological scale, geological era characterized by the transformation of human activity in the primary factor that determines the direction and regularities of the course of geological processes.

The idea of the Anthropocene belongs to the environmentalist Eugene Storer and Nobel laureate Paul Crutzen, it was expressed in 2000 (P. J. Crutzen, 2002). This idea completes the process of rationalization of the initially irrational concept, seeking to overcome the hegemony of

technocratic determinism. The onset of the Anthropocene is not an abstract, theoretical, especially notworldview and humanitarian problem. It is the question of empirical verification, i.e. the search of criteria (the symptoms) of the new geochronological period set purely empirically. The management of the evolutionary process includes the man himself as both object and subject of manipulation transformations.

Explanatory models of evolutionary phenomenon called "**Man**" always rocked between Scylla of biological and Charybdis of social reductionism. In recent decades, tremendous progress of new research technologies of onto - and phylogenesis pushes the researcher towards reductionist biology, and awareness of the extent caused by the same technological innovation humanitarian and civilizational crisis – socio reductionist approaches.

This conflict itself is a serious challenge to the humanity, which consists in the necessity of overcoming the cognitive dissonance between the two components – the unitary nature of Homo sapiens and created by him technogenic civilization in their natural and social images. At the same time, it is the most powerful risk-causing factor of the existential significance level, that can lead to loss of self-identity as the supporting structure of human nature.

As we assume, the uniqueness of the phenomenon of man is a system feature arising from nonlinear interaction of biological and cultural modules of Homo sapiens' adaptation. The role of the key evolutionary factor of social and cultural anthropogenesis plays a network of relationships between different adaptive modules of stable adaptive strategy of Homo sapiens (SASH). This network can be adequately interpreted under macrodescription of hominid evolution and with the use of macro-parameters of this process, which can serve as the radical expansion of adaptive information created and replicated outside the genetic inheritance modus.

This idea is not unique. It is almost identical with the ideas of Australian evolutionist Kim Sterelny (Sterelny K., 2012, p.13).

The purpose of this article is to develop a conceptual model of evolutionary stable strategy of Homo sapiens, an integral attribute of which is evolutionary risk, steadily approaching to the existential level.

Stable Evolutionary Strategy of Homo Sapiens

Self-organizing (evolving) systems are objects that contain patterns that act as carriers of spontaneously replicating and mutating information that is necessary for the existence of these objects (a), and as operator ensuring the process of realization of this information (b).

Within the theory the evolution is the process of change of informational fragments of self-organizing objects.

Adaptation includes any internal informational fragments, the presence of which in the system increases the stability and replenishment of the information contained therein.

In the end of the XIX century, James Mark Baldwin was the first who drew attention to system forming role of epigenetic inheritance in its cultural form in the evolution of man: not only the biological characteristics, but also a set of social patterns of behavior, values, and norms that are passed on from one generation to another and ultimately have a strong influence on what the direction of anthropogenesis will prevail (Baldwin effect) (Baldwin J.M., 2001). According to the modern researchers (Burman J.T., 2013), Jean Piaget moved in the same direction and, out of his own social positions. According to Jean Piaget the child's psyche is formed during the successive transformations as a result of the integration in the pre-existing socio-cultural environment. The common idea of the Baldwin and Piaget's concepts is implicit concept of self-sustaining co-evolutionary cycle of transformations - genome → culture → ecological niche → genome, the basis for which is epigenetic conversion of genetic program (Young J. L., 2013).

Obviously, one of the common temporal trends of the evolutionary process in general and the process of adaptogenesis in particular can be considered multiplication of systems of generation, replication and translation (realisation) of adaptive information and, accordingly, multiplication of types of such adaptations (Jablonka E., Lamb M.J., 2005). At present in relation to human and hominids there are at least four such systems: genetic, epigenetic (in its turn, subdivided into subsystems of methylation, complex forming with histones, alternative splicing); cultural (behavioural); semantic (natural and artificial languages).

Etienne Danchin and Matteo Mameli postulate an inclusive, or shared inheritance - integrative result of the operation of all mentioned above systems of heredity in process of the global evolution (Mameli M., 2004, p. 35; Danchin E., 2013, p, 351). The empirical basis of this thesis is the inability of reduction of inherited components of phenotypic variation to molecular genetic variations of the genome (Zuk O. et al., 2012; Danchin E., 2013, p, 354).

In the organization of the inclusive meta-system of adaptive information inheritance two alternative evolutionary modus of generation, replication and implementation of adaptive information - Darwin-Weisman modus and Lamarck modus - are implemented simultaneously.

Darwin-Weisman modus is a stochastic one it is not intended to rigidly determined informational structures and/or controlled by them signs, (a)indefinite - is not adequate and does not correlate with changes in the external environment (b), it is notprojectional and not constructive, i.e. not capable to change the adaptive landscape, in which the evolutionary process takes place, directly (purposefully or not purposefully) (c); and it's not recursive - it cannot be changed other than as a result of repeated stochastic event (d); the speed of fixing of new adaptations higher, the smaller the size of the population is (e); in the process of distribution of newly generated adaptations the horizontal transfer (diffusion, contamination as a result of communication) is significantly inferior to its specific weight to the vertical one, i.e. inheritance from ancestors to descendants (f). The modus is based on the genetic code and is provided by the so-called Eigen's hypercycles (Eigen M., Winkler R., 1983) – the binary bunch of nucleic acids and proteins with a strict division of the functions of replication (DNA, RNA) and implementation of adaptive information (proteins). The adaptive value of informational fragments is acquired and recorded during the stochastic selection, not connected by the direct functional dependence with the generation of information. Selection and replication of adaptive information in this case is only in carried on along the vertical direction. Modus in relatively pure form actualized during the biological phases of evolution (the biogenesis).

Lamarck's modus is teleological, it aims at the certain informational structures and/or signs controlled by them, (a), it is adequate and/or correlates with the changes in the external environment (b), it is projective and constructive, i.e. capable to the direct change of the adaptive landscape and (cultural and) ecological niche, where the evolutionary process is taking place, moreover, to their purposeful reconstruction (c), and it is recursive – available for the correction during the implementation (d);speed of fixing of new adaptations higher the bigger the size and density of population (e); in the process of distribution of newly generated adaptations the horizontal transfer (diffusion, contamination as a result of communication) is comparable as regards of its specific weight with the vertical one (f). Modus is based on socio-cultural code and is provided by systems of mimesis (cultural heredity) and speech (symbolic inheritance). Adaptive value of information fragments is acquired and recorded simultaneously with the generation of information and in direct functional dependence on the latter one. Selection and replication of the adaptive information in this case is carrying on both in vertical, horizontal directions (diffusion inside and outside of the simultaneously existing social communities of different rank). Modus in relatively pure form actualized during the social phase of evolution (sociocultural genesis).

From the mentioned above it follows the principle of complementarity of both evolutionary modus: Darwin's modus is more inertial and reliable when vertical transmission of the adaptive information in comparison with Lamarck's one. The substrate basis of Darwin's modus (alternative of genetic variability) is more inertial after elimination of factors of selection and remains longer and, therefore, provides a more sustainable temporary trend. Lamarck's modus is much more efficient comparatively with the Darwin's modus in the process of horizontal transfer (it would be more precise to say - diffusion) of the adaptive information. Thus, the optimum co-evolutionary configuration will be either a mixture of both modes, or extended period of childhood, which provides the overlapping of the periods of dissemination of cultural adaptations beyond one generation. The third factor, which provides rapidity and reliability of distribution of adaptations, - socio-controlled expansion and lengthening of the later stages of ontogenesis outside biologically justified norm of reaction. Concern for the aged members of a social group turns them into natural biological "flash storage" of adaptive information useful for the survival of the group. (All three of adaptive evolutionary solutions are seen in hominid).

In genetic sense (in the sense of origin), the most probable model of the relationship of both modi a priori is the genesis of Lamarck's modus due to autocorrelation of spectra of generation of

adaptive and inheritable/diffusing innovations over time. In its turn, the autocorrelation in this model is a phenomenological result of superposition of several autonomous parallel processes of adapt genesis taking place at different levels of self-organizing systems. This hypothesis dates back to the evolutionary epistemological schemes of Donald Campbell (Campbell D. T.) and Karl Popper, of which we have borrowed another idea - a deep intrinsic homology processes of biological evolution, cognition and learning. All in all the whole history of the formation of classical molecular-genetic and epigenetic paradigms does not contradict this interpretation. Some researchers link this concept with another one- about the necessity to distinguish each member of the binary bundles if the autonomous functions of inherited information - replication of its carriers (replicator) and implementation (realization) of this information (interactor). Actually this autonomy makes it possible binary mechanism of transmission of adaptively relevant information: by actually replication and by epigenetic contamination contagion (Hodgson G. M., Knudsen Th., 2010, p. 80).

We assume that (Cheshko V. T., 2012)

a) **biological adaptations** is encoded in the genome peculiarities of structural-functional organization of the individual that increase the probability of fixation and replication of fragments of genetic information which determine their appearance;

b) **cultural adaptation** is behavioral stereotypes prevalent in concrete social group as the result of imitation and communication between the individuals and increasing the probability of its (group) survival and growth of number of commits and replication of fragments of information that determine their emergence by means of emotional and symbolic communication;

c) **rationalist or technological adaptation (innovation)** is the material means and methods of purposeful and efficient conversion, cognitive-projective activity and pieces of information common for this social group as a result of symbolic communication between individuals through written and oral speech, using natural and artificial languages and increasing the probability of its (group) survival and growth of number of fixation and replication determining of their (means and methods of transformation) the appearance (c).

External, coming as a result of contact with other individuals, the stimulus of generation act of adaptive information (cases b and c) provides for the induction of a specific sequence of epigenetic modifications caused by selectively specific external stimulus. If the latter is a contact with a carrier of a particular type of epigenetic modified trait, we are talking about inherited cultural adaptation. If this stimulus is the result of perception of some informational messages transmitted through artificial code, we are dealing with rational adaptation.

One of the most difficult and controversial aspects of the concept of adapt genesis of Homo sapiens as a superposition of three autonomous modules stems from the functional dependence of the integral adaptive effect from interdependence of influences of all components of the adapt genesis process. Thus, the use of tools as a group means of adaptation (now it is one of the key elements of rationalistic adaptive module) provides for the simultaneous implementation of several premises (Biro D., Haslam M., Rutz Ch., 2013):

1. reliable and correct integration of instrumental activity in the behavioural repertoire of the person, including the existence of a trigger mechanism turning on/off stereotypes ensuring such activity and its situational transformation;

2. adequate physiological and morphological organization (grasping brush, tread, developed brain);

3. sufficient level and direction of cognitive and mental processes at solving routine adaptive tasks exactly this way;

4. synergetic pressure of the environmental situation and social structure, potentiating evolutionary success achieved through the usage.

From this list the I and III condition provides for the existence of biological and the II and IV - socio-cultural adaptive modules

Each of the three types of adaptations has its own substrate-substantive basis - the mechanism of heredity, i.e. generation, replication, implementation (broadcast) and selection of potentially or actually adaptive information. At the same time, the functional organization of all three mechanisms of heredity from the point of view of the system of relations between their basic

functions includes the same elements (Lewis H. M., Laland, K. N., 2012, p. 2171): mutations, modifications and recombinations.

This scheme is based on the classification and general model of hierarchical organization of mechanisms of inheritance, which is described in the monograph by Eve Jablonka and Marion Lamb (Jablonka E., Lamb M.J., 2005).

The difference between genetic and cultural adaptive modes obvious and is in various ways of replication of adaptive information – biological and socio-cultural inheritance. The difference between cultural and technological (rational) adaptive modules due to the character of relationship with biological (genetic) component of adapt genesis. The chain of cultural transformations of behavioral stereotypes can be very long, but its originating point is always biologically deterministic emotional reaction and this substrate base supports the whole chain of social and cultural adaptations. The final links in this chain can be almost completely autonomous from this basis, both in form and in content, but the destruction of the biological substrate like a trigger turns off the whole chain.

Adding of the third (rational) element in the original co-evolutionary link gene – culture transforms it into a triple helix – autonomous self-sustaining cycle of generation of system complexity. This cycle is organized according to the type of evolutionary fractal. Let us consider the basic features of its elements.

The mechanism of biological (actual genetic) heredity is based, as already mentioned, on **hypercycle (the genetic code)**.

The genesis of cultural adaptations associated with the intrinsic to the hominids (and not only to them) ability to mimesis (and imprinting). Obviously there is a definite correspondence - definite or ambiguous - between the structure of neural networks and behavioral stereotypes (**socio-cultural code**), as well as sensual images, it can act as ideal models of reality (**cognitive code**),

The third generation system is the fixation of adaptive information associated with the **symbolic inheritance**. This type of inheritance implies special rationalistic mechanism of occurrence, replication and implementation of information, implying the construction of an abstract ideal objects - **interpret ants**.

The emergence of another theoretical and methodological paradox - the question of the relationship of adaptability and truth of cognitive constructs – also connected with the development of rationalistic forms of adapt genesis. The appearance of forms of adaptation one or another way connected with cognitive processes (psyche) is equal to the creation of a new path informational interaction - reality and its ideal image. If this image is adequate to the reality, in theory of cognition it is treated at the same time as the true one and adaptive one in the theory of evolution. However, the reverse statement "any adaptive information is true," generally speaking, is not always true (McKay R.T., Dennett, D.C., 2009). There must exist a special class of cultural innovations, which are adaptive, but not true ("positive illusions" or "adaptive illusion" (adaptive misbeliefs) according to McKay and Dennett (McKay, R.T., Dennett, D.C., 2009, p.493). The balance of adaptive errors is positive despite the falling of suitability in some indicators.

Similarly, the modular principle of the structural organization of ontogenesis does not exclude but implies the emergence of functional conflicts between the individual elements of adapt genesis - due to the autonomy of their evolutionary origin (Crespi B. J., 2010; Wells J.C.K., 2012; Gibson M. A., Lawson D. W., 2014, p. 245).

With the growth of specific weight of the rationalist (Lamarck's) module in the overall process of adapt genesis of the humanity the value of the "positive illusions" and intra-genomic adaptive conflicts (see below) should decrease, while the value of the system (between-component) conflicts - increase.

Adaptability of all obviously true concepts, that circulating in cultural tradition, is correct only in a dynamic sense. The knowledge even true one, destroying the already established system of "adaptive illusions", can reduce the adaptability of their media - individual or social group.

According to our hypothesis:

1. between biological, sociocultural and rational forms of adaptogenesis there is evolutionary continuity and some gear;
2. the same mechanism and continuity exist between biological, socio-cultural and symbolic forms of inheritance that ensure them;

3. his gear has co-evolutionary nature, i.e. it implies mutual agreement of the autonomous in their origin series of adaptively significant features- socio-cultural and biological, for example;

4. a necessary condition for the occurrence of such mechanism is availability of the processes of epigenetic modifications of adaptive information, which is an object of external regulation by alternative systems of inheritance.

Functionally three components of SESH form a hierarchical system of information cycles. Each such cycle provides a consistent generation, replication, selection and fixation or elimination of adaptively significant information. However, concurrently a stochastic process of loss of information due to random errors of replication takes place.

In respect of the main vectors of evolutionary transformations each subsystem (module) of adaptive strategy depends on the other two elements of the evolutionary landscape and, in turn, acts towards them as a part of this landscape. Therefore,

- first, the evolutionary landscape of hominid becomes multidimensional in comparison with the evolution of other biological taxa;

- second, the share of external factors in the evolution of man and socioecological systems, which include it, generally decreases;

- third, the nascent imbalance in conjunction adaptive strategy - ecological environment periodically reaches a critical value, and results in environmental crisis.

There appeared a new, synthetic algorithm, where the original (constructive, intentional and mechanistic) cognitive components of the psyche united into a single system. This event can be regarded as the identical one with the phenomenon of "**adaptive inversion**", - sociocultural adaptation, the genesis of which reached the highest point in the phenomenon of anthropogenic civilization. At the first stage of this process the constructive algorithm associated with the intentional in functional and with tool producing activity in the "substrate" respect, incorporates/replaces the mechanistic algorithm as a cognitive mechanism of the forecast of change of reality. Then this role is returned to the original (mechanistic) algorithm, but the adaptive transformation of the behavioral modes develops according to the constructive pattern. In other words, the change of behavior in accordance with (forecasted) changes in the environment is replaced by the changes in the environment according to a new behavioral stereotype. This scheme as a whole brings us back to the triad of conjugate evolving elements ensuring a progressive increase in system complexity in model "triple helix". So, the general scheme of the conjugate evolution of the biological (G) and sociocultural elements of SESH is an alternation of direct ($C_i \rightarrow C_{i+1}$, $G_i \rightarrow G_{i+1}$), recursive ($C_{i+1} \rightarrow G_i$) and intermodule ($G_i \rightarrow C_i$) communications-transitions of co-evolutionary process (Fig. 1).

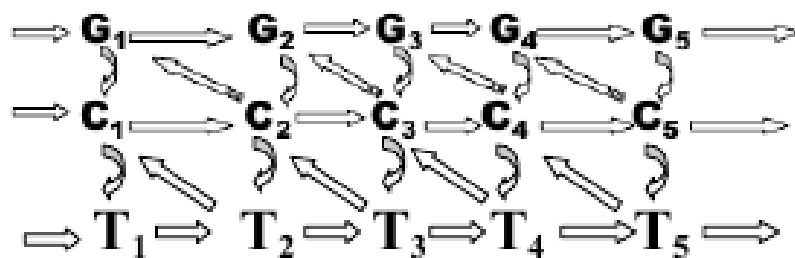


Fig. 1. The block diagram of gene-culture co-evolution and techno-humanitarian balance

If we translate it into the language of the ontology, we can see that as the result of adaptive inversion the "habitat" is split into "the world of objectively-existent" (world of real things) and the "world of projective-perfect" (perfect world) and thus becomes a "reality". A distinctive feature of reality from habitat is binary opposition of the subject (perfect world) and object (world of real things). The traces of bundle of intentional-constructive algorithms in the "evolutionary history" of anthropogenic civilization is clearly traced in the philosophical tradition of deism in XVII - XVIII centuries.

Theoretically, the same structure (Fig.1) practically without changes applicable to the second co-evolutionary link of SESH - techno-humanitarian balance.

Evolutionary success or failure of socio-cultural and then rationalistic innovation stems from its ability to transform the environmental components into the source of life sustain and extension of the number of carriers of the same innovations. From the point of view of evolutionary theory progressing multiplication of ecological niches available for Homo sapiens takes place. The biological nature of media of adaptive innovation remains the same, at least, in the final stages of anthropogenesis.

The emergence of anthropogenic civilization is a transformation of the SESH, more precisely, its socio-cultural component, which is characterized by the domination of technological innovation in adapt genesis and then in socioanthropogenesis in general. Such vector of hominid evolution implies as a side result the escalation of magnitude of evolutionary risk.

In systems theory and computer science of structure the models of SESH similar to the model described above is signified by the term "system of systems" – SoS(Lock R. 2012). As the speed of evolutionary transformations in different modules are not the same there are imbalances and inconsistencies between them. They, in their turn, entail the possibility of a general reduction of adaptability (evolutionary risk). **Thus, evolutionary risk is an attribute of multi-level self-organizing SoS arising from imbalance between adaptations of different levels of organization of such systems developing into conflict.**

Let us formulate this thesis with regard to the theory of stable adaptive strategies of Homo sapiens: the **evolutionary risk**, the value of which periodically reaches the existential level is the system characteristic of SESH.

Evolutionary risk: structure and researches

Evolutionary trajectory of biological and socio-cultural forms of adaptation, as is commonly believed (Mouden C. El et al., 2014), is subordinated to the so-called Price equation.

$$\Delta \bar{z} = \text{cov}(\mathbf{v}; \mathbf{z}) + E_v(\Delta \mathbf{z}),$$

in which \mathbf{v} – adaptive value of the sign \mathbf{z} , $\Delta \bar{z}$ – change of the value of average population characteristic in one generation; the first member of the equation ($\text{cov}(\mathbf{v}; \mathbf{z})$) reflects the characteristic change due to its impact on the adaptive value of his media, the second one ($E_v(\Delta \mathbf{z})$) – the changing nature of distribution of the characteristic in the process of interaction between individuals. Obviously the first member describes the process of selection (sampling) of the individuals with different values. The meaning of the value $E_v(\Delta \mathbf{z})$ is reduced to the impact of specific options of this sign on the distribution of media of different variants of the characteristic in the population. Thus, genes for altruism increase reproductive success of related individuals by reducing its own adaptability. So the value $\text{cov}(\mathbf{v}; \mathbf{z})$ describes the selection process, $E_v(\Delta \mathbf{z})$ – the process of communication (direct or indirect) between the individuals.

In the case of cultural inheritance (Lamarck's module) the effect of communication considerably increases its share and takes the form of direct contamination (**Contagion**). In the case of genetic inheritance of adaptive significant sign this effect is mediated by family ties of the participants of the communication. Then Price equation in relation to the socio-cultural component of adapt genesis takes the form (Mouden C. E et al., 2014)

$$\Delta \bar{z} = \text{cov}(\mathbf{c}; \mathbf{z}) + E_c(\Delta \mathbf{z}).$$

where \mathbf{c} – socio-cultural component of adaptability. . The authors of the quoted article does not consider the rational-technological component of SESH(\mathbf{t}), but by analogy it can be represented like this

$$\Delta \bar{z} = \text{cov}(\mathbf{t}; \mathbf{z}) + E_t(\Delta \mathbf{z}).$$

Note that due to the system of indivisibility of processes of generation and replication of adaptive information in the Lamarck's module the component $E(\Delta \mathbf{z})$ plays much more significant role in adaptativeness compared with the biological component of SESH. At the level of individuals the components $E(\Delta \mathbf{z})$ reflect nonselective trends of bio-, socioculture – and techno genesis respectively.

However, on the level of competition and selection of social groups they become a factor of evolutionary success or failure of the relevant groups, i.e. one way or another have adaptive value. From our point of view this is, the most correct interpretation of recent data (Derex M., Godelle B., Raymond M., 2014, p.89) concerning the high selective value of the speed of the distribution of technological and cultural information in the conditions of inter-group competition

Therefore, some researchers propose to divide it into two subcomponents - constitutional and induced (Heywood J.S. 2005). The first one corresponds to the "inherent" ability of culture to self replication by imitation and learning (phenomenon of cognitive preferences). As a result cultural stereotypes dominating in the society are reproduced with greater efficiency comparatively with their minor forms. The second one is the ability of some cultural or rationalistic innovations to serve as attractors for behavior in a social group because of the correlation between social status and carriage of certain cultural stereotypes. In essence, the same two subcomponent for the same reasons are present in rationalistic (technological) component of SESH.

It seems *a priori* clear that sustainable evolutionary curve is based on positive correlations between the three components (modules) of SESH (Mouden C. El et al., 2014, p. 236). However, we can make intuitively obvious conclusion that this configuration is a relatively rare event: introduction to the consideration of the third (technological and rationalistic) component.

Amplifier of rationalistic adaptations (primarily the use of a variety of tools) is the increase of stochastic oscillations or stable-high trend of changes in the environmental situation in respect of the source of resources of life sustain.

The hypothesis that explains the evolutionary dynamics of the development of tool activity, in modern anthropology is named as the hypothesis of environmental risk (Biro D., Haslam M., Rutz Ch., 2013, Collard M., Buchanan B., O'Brien M.J., Scholnick J., 2013).

The condition for high efficiency of rationalistic SESH module is the high quantity and density of population, providing sufficient intensity and reliability of social inheritance and a relatively high intensity of generating process of adaptively significant innovations of culture and technology (Kline M.A., Boyd R., 2010).

In combination with each other, they create the effect of **deferred risk** associated with the release of risk-causing factors beyond already existing ecological niches. The removal of potential (deferred) form of evolutionary risk associated with "pulling up" of more slowly evolving biological module to a new evolutionary landscape (fig. 1, branch $T_{n-1} \rightarrow T_n \rightarrow C_{n-1} \rightarrow C_n \rightarrow G_{n-1} \rightarrow G_n$). With the passage of stochastic oscillations or sustainable trend of changes of environmental conditions and speed of adaptive evolution of rationalistic and sociocultural modules of certain threshold the stage $G_{n-1} \rightarrow G_n$ falls or is late and it is replaced by adaptive changes of other participants of adaptogenesis:

$$T_{n-1} \rightarrow T_n \rightarrow C_{n-1} \rightarrow C_n \rightarrow T_n \rightarrow T_{n+1} \rightarrow C_n \rightarrow C_{n+1} \rightarrow \dots$$

However, with the further growth of speed of technogenesis the falling of the stage of adaptive cultural transformation takes place. In this case (due to lower the speed difference of the evolution of techno and cultural genesis relatively with biogenesis) general scheme of SESH evolution is turned to be dualistic:

$$T_{n-1} \rightarrow T_n \rightarrow T_n \rightarrow T_{n+1} \rightarrow C_n \rightarrow C_{n+1} \rightarrow \dots$$

or

$$T_{n-1} \rightarrow T_n \rightarrow C_{n-k} \rightarrow C_{n-k+1} \rightarrow T_n \rightarrow T_{n+1} \rightarrow C_n \rightarrow C_{n+1} \rightarrow \dots$$

As a result, the value of deferred risk is equivalent to the evolutionary risk. It tends to permanent increase with time as in the above described scheme technogenesis becomes self-catalyzing process. Advancing development of social, cultural and rationalistic modules of SESH leads to increase of tension of genetically cultural co-evolutionary bundle and techno-humanitarian balance (the growth of inconsistency between technocultural habitat of *Homo sapiens* and genetic and physiological adaptive norm). The situation of deferred evolutionary risk is solved by the rapid growth of all kinds of variations of the elements of biological adaptive module, which, in turn, is accompanied by increased frequency of genetic and epigenetic abnormalities, called "diseases of civilization". Deferred ecological risk passes in its current evolutionary form.

From now the "**existential evolutionary risk**" will be understood under the term evolutionary risk. Thus, in the first approximation this term will be referred to:

(1) in terms of disciplinary matrix of biological (physical) anthropology - the probability of long-term evolutionary trend, ending in an irreversible decline in the numbers (extinction) of biological media of stable adaptive strategies (in this case - of *Homo sapiens*);

(2) in terms of cultural (philosophical) anthropology the judgement about the loss by the intellect carrier his cultural self-identity are equivalent;

(3) finally, from the point of view of the theory of technology (anthropology of technology), this point is fixed as the coming of posthuman future. (If the process of technogenesis continues we have to speak about occurrence of post-humanism in the evolution of techno - or noosphere - depending on the source system of values and ideology of the author).

All three aspects, in an explicit or hidden form, appeal to the unavoidable and cumulatively accumulated imbalance between individual and group adaptability, which upon reaching a certain threshold makes them incompatible. By achieving this bifurcation point, there is a sudden (catastrophic) disintegration (irreversible decline of adaptability) of this SoS. Further evolution maybe developed according to one of three alternative scenarios:

(1) **Extinction of Homo sapiens** - complete elimination of carriers of this SESH $N(\text{SoS}) \rightarrow 0$;

(2) **Posthumanity** – replacing of one SESH by another one, with the elimination of one or more components - $N_1(\text{SoS}_1) \rightarrow N_2(\text{SoS}_2)$. "Elimination" of SESH component in this context refers to the inability of evolutionary transition between the SESH-predecessor component and the newly formed SESH. In a certain sense, this peculiarity corresponds to a well-known model - "irreducible system complexity", according to which the object cannot come into existence through step-by-step evolution of the previous object;

(3) **Divergence (irradiation) of intelligent life** - decay of the initial set of media of this SESH on several $\text{SoS}_1 \rightarrow \Sigma(\text{SoS}_i)$. In terms of the theory of niches constructing and evolutionary ecology this case is equivalent to the fragmentation of the initial ecological niche. If actual or potential intention to unlimited expansion will remain at least in one of the newly emerged media of intelligent life the evolutionary reduction in the third to the second scenario is inevitable.

Existential evolutionary risk of modern technological civilization

Technology makes our genetic constitution and the content of our consciousness the subject of rational control. The result of the development of both types of information technologies is unified: the technologies of manipulation of consciousness (changes of socio-cultural code) and technologies of changes of the genetic code are both technologies of controlled evolution (Cheshko V.T., 2012, p. 337).

Reducing the amount of evolutionary risk caused by uncontrolled (stochastic) microevolution the rationalistic component of SESH, ipso facto raises the amount of risk up to the next level - meta-evolutionary risk at this case caused by the possibility of destruction actually of the SoS of homeostatising ensemble. Let us consider the common mechanism of formation of evolutionary risk related to the possibility of disintegration as a result of destruction of coevolution and communication relations between the SESH components.

The sources of evolutionary risk are multiple vectors of the process of adaptogenesis, in which it is also involved a certain set of elementary adaptations affecting more than one significant adaptive trait simultaneously (pleiotropic), evolving in different directions and at different speeds.

Its partial empirical manifestations are the growth of the genetic load (gene-culture co-evolution) and increase of the scope and depth of civilization ecological crisis (techno-humanitarian balance). Both of these options can be used as parameters of the actualized evolutionary risk of SESH. However, linear approximation, implies the adoption of alternative risk component equal to a constant. It prevents us from adequate assess of its (evolutionary risk) value. In addition, both parameters, although characterize integral population adaptability, but are determined by the individual (genetic load) and group (the environmental crisis) adaptability - effective mechanisms for the implementation of the biological and socio-cultural component of SESH. Finally, in addition to genetic load individual adaptability is determined not only by genetic but socio-cultural heredity (way of life).

Due to these reasons we need to introduce a new concept - adaptive differential (D_a), which in this context means the impact of this evolutionary innovations on the adaptability of other innovation, already existed and registered in the population. The adaptive differential of the individual adaptations of this complex may have a different character and a different value with respect to other adaptations, regardless of their nature. So,

$$D_a = \frac{|\Sigma(A_i - A_j)|}{N},$$

where A_k , A_i – relative adaptability of this inherited innovation (biological, cultural or rational) and of other innovation from their N totality.

Values D_a lie in the range from zero to one, and with the approach of the D_a to unity, it makes relatively greater contribution in the total amount of adaptability. Considering the hierarchy of the speed of the separate components of SESH, the adaptive differential of innovation (socio-cultural and technological) that are evolving more quickly increases. However, more slowly evolving components supply adaptation, which are the substrate basis for the more quickly evolving ones.

Consequently, the tension in the overall system of SESH is growing and this process continues until the disintegration of meta-structure of adaptive complex providing functioning and possibility of further transformations of the social, cultural and technological components. Obviously, evolutionary risk is the property of any self-organizing (evolving) systems. For example, in cognitivist and evolutionary epistemology famous theory of "cognitive load", according to which the assimilation of the new data, which is not hereditary in a biological sense, is possible by ultimate in size informational fragments, not exceeding seven elements. With all the differences of this situation, we are talking about similar information processes, since the acquisition of new knowledge, adequate to reality, is equivalent to the generation of adaptive information by living organisms. After that there is an avalanche removal or replacement of components of adaptive strategies. The end result will be either complete elimination of carriers of this SESH, or the emergence of a new SESH

Conclusions

Modern stage of anthropocene (the technology of controlled evolution phase) is considered as a possible onset of a new, transhumanistic era of global evolution. Sources of evolutionary risk for stable adaptive strategy of Homo sapiens are an imbalance of: (1) the intra-genomic co-evolution (intra-genomic conflicts); (2) the gene-cultural co-evolution; (3) inter-cultural co-evolution; (4) techno-humanitarian balance; (5) inter-technological conflicts (technological traps). At least phenomenologically the components of the evolutionary risk are reversible, but in the aggregate they are in potentio irreversible destructive ones for bio-social, and cultural self-identity of Homo sapiens. When the actual evolution is the subject of a rationalist control and/or manipulation, the magnitude of the 4th and 5th components of the evolutionary risk reaches a level of existential significance.

References:

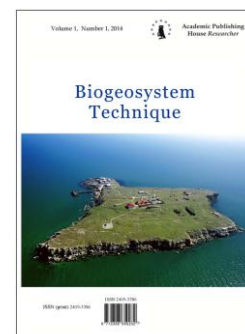
1. Baldwin J. M. Social and ethical interpretations in mental development: A study in social psychology, 5th, reprint 1913 ed. Vol. 1-2. Bristol, England: Thoemmes Press, 2001.
2. Biro D., Haslam M., Rutz Ch. Tool use as adaptation // *Phil. Trans. R. Soc. Ser. B.* 2013. Vol. 368, No 1630. doi:10.1098/rstb.2012.040
3. Burman J.T. Updating the Baldwin effect: The biological levels behind Piaget's new theory // *New Ideas in Psychology.* Vol. 31, No 3. P. 363–373
4. Cheshko V. T. Stable adaptive strategy of Homo sapiens. Biopolitical alternatives. God problem. Kharkov: Monograph. Kharkov: 2012. 596 p. (In Russian).
5. Collard M., Buchanan B., O'Brien M.J., Scholnick J. Risk, mobility or population size? Drivers of technological richness among contact-period western North American hunter-gatherers. // *Phil. Trans. R. Soc. Ser. B.* 2013. Vol. 368, No 1630. doi:10.1098/rstb.2012.0412
6. Crespi B. J. The origins and evolution of genetic disease risk in modern humans // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 2010. Vol. 1206. P.80–109.
7. Crutzen P. J. Geology of mankind // *Nature.* 2002. Vol.415. P. 23.
8. Danchin E. Avatars of information. towards an inclusive evolutionary synthesis // *Trends in Ecology and Evolution.* 2013. Vol. 28, No. 6. P. 351-358.
9. Derex M., Godelle B., Raymond M. How does competition affect the transmission of information? // *Evolution & Human Behavior.* 2014. Vol. 35 No 2. P. 89-95.
10. Eigen M., Winkler R. *The Laws of the Game: How The Principles of Nature Govern Chance*, Princeton: University Press, 1983/ 347 p.
11. Jablonka E., Lamb M.J. *Evolution in Four Dimension.* Cambridge (Mass): MIT, 2005. – 262 p.

12. Gibson M.A., Lawson D.W. (Ed.) Applied Evolutionary Anthropology. Darwinian Approaches to Contemporary World Issues. N.Y.; Heidelberg; Dordrecht; L.: Springer, 2014. 299 p
13. Heywood J.S. An exact form of the breeder's equation for the evolution of a quantitative trait under natural selection. *Evolution*. 2005. Vol. 59, No 11. P. 2287–2298
14. Hodgson G. M., Knudsen Th. Darwin's Conjecture. The Search for General Principles of Social and Economic Evolution. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2010. 290 p.
15. Kline M.A., Boyd R. Population size predicts technological complexity in Oceania // *Proc. R. Soc. Ser. B*. 2010. Vol. 277, No 1693. 2559–2564.
16. Lewis H. M., Laland, K. N. Transmission fidelity is the key to the build-up of cumulative culture // *Phil. Trans. Roy. Soc.* 2012. Ser. B. Vol. 367. P. 2171–2180.
17. Lock R. Developing a methodology to support the evolution of System of Systems using risk analysis // *System Eng.*, 2012. Vol.15, No 1. P. 62-73
18. Mameli M. Nongenetic selection an nongenetic inheritance // *Brit. J. Philos. Sci.* 2004. Vol. 55. P. 35–71.
19. McKay R.T., Dennett D.C. The evolution of misbelief // *Behav. Brain Sci.* 2009. Vol. 32. P. 493–561
20. Mouden C. El., Andre J. B., Morin O., Nettle D. Cultural transmission and the evolution of human behaviour: a general approach based on the Price equation // *J. Evol. Biol.* 2014. Vol.27, No 2. P. 231–241
21. Sterelny K. *The Evolved Apprentice: How Evolution Made Humans Unique*. Cambridge (Mass.); L.: Bradford, 2012. 264 p.
22. Wells J.C.K. Ecological Volatility and Human Evolution: A Novel Perspective on Life History and Reproductive Strategy // *Evolutionary Anthropology*. 2012. Vol. 21. P.277–288.
23. Young J. L. The Baldwin Effect and the persistent problem of Preformation versus Epigenesis // *New Ideas in Psychology*. 2013. Vol. 31. No 3. P.355–362.
24. Zuk O., Hechter E., Sunyaeva S.R., Lander E.S. The mystery of missing heritability: Genetic interactions create phantom heritability // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 2012. Vol. 109, No 4. P.1193-198.

Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 1, No. 1, pp. 69-84, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.1.69

www.ejournal19.com

UDC 631

Ecological Genomics and Agriecosystems

Valery I. Glazko

Russian state agrarian University – Moscow agricultural Academy named after K.A. Timiryazev;
Russian Federation
Moscow, 127550, Timiryazevskaya str., 49

Abstract

The particularity of modern stage of agriecosystems, which demonstrated the crisis of agricultural civilization development throughout extensive way were considered. It was shown, how on the basis of modern possibilities of gene and genomic technologies, which linked with the geoinformation systems, it was possible to identify the genes involved in adaptations. The possibilities of agriculture intensification with the revealing and using the connections between gene pools of cultural plants and farm animals and the ecological-geographical features of their reproduction.

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

Введение

В широком смысле экологическая геномика возникла в пост-геномную эру, основанная на секвенировании, включает масштабные исследования, проводимые на разных уровнях – отдельного организма, популяции или сообщества с целью получения новой информации об эволюционной экологии, взаимодействиях организм – среда и процессов организации и функционирования экосистем. Экологическая геномика и пост-геномика глубоко и подробно исследует различные биологические системы, такие как, например: (1) сообщества, включающие прокариотические и эукариотические организмы; (2) малые по размеру эукариоты – пико и нано-эукариоты; (3) многовидовые сети организмов высших эукариот, таких как корневые системы растений или смешанные виды симбионтов насекомых (4) ткани высших эукариотических организмов, содержащие естественные паразиты, мутуалисты или симбионты и (5) немодельные виды, которые не растут в искусственных и лабораторных условиях. В других областях исследований, таких как токсикология и экотоксикология, экологическая геномика рассматривает взаимоотношения ген-среда или геном-средовые взаимоотношения, включая такие модельные объекты как дрожжи или *Arabidopsis thaliana*, под сильным средовым воздействием, или в эволюционной перспективе, или даже экстраполируя данные на геном человека. Главной целью экологической геномики является проникновение в «темную материю» функциональных связей между генами и геномами в сообществах экосистем, их реакцию на изменения окружающей среды, эволюционный контекст, внутри которого они формируются и тот диапазон возможностей, который позволяет им приспосабливаться к вновь возникающим средовым условиям. Особое значение экологическая геномика приобретает в

связи с необходимостью изменений учета экологических факторов в работе с сельскохозяйственными видами. Так, по данным исследований Дж. Бека и А. Сиевера продуктивность животноводства в глобальном масштабе непосредственно зависит от различных типов хозяйствования (смешанное сельское хозяйство, оседлое животноводство, пастбищное скотоводство, охота и собирательство), и на 40% его вклад в ВВП определяется только двумя параметрами — почвой и климатом [15]. Важно отметить, что в настоящее время сельскохозяйственное производство разворачивается в период существенного ухудшения экологической обстановки.

Глобальные и локальные кризисы биосферы

1. Кризис аграрной цивилизации

Принято выделять три типа системных кризисов, исходя из соотношений внешних и внутренних причин.

1. Экзогенные кризисы происходят из-за относительно случайных, не зависящих от системы событий в среде, таких как, например колебаний солнечной, геологической активности, глобальных изменений климата, космических катаклизмов, и т.д.

2. Эндогенные кризисы обусловлены сменой внутренних генетической программы, парадигм, общего менталитета нации или исчерпанием программы в целом.

3. Смешанные кризисы эндо-экзогенного происхождения вызваны изменениями среды, спровоцированными собственной активностью системы, в нашем случае это антропогенные экологические кризисы.

Биосфера как саморазвивающаяся система за многомиллиардную историю существования пережила огромное количество локальных и глобальных кризисов, всякий раз возрождаясь и продолжая свое развитие на новом эволюционном уровне. Исследования показывают, что заложенные в эволюцию животного мира механизмы постоянной смены видов обеспечивают существование в биосфере одного вида в среднем около 3.5 млн лет [1]. Поэтому современный человек – кроманьонец, появившийся 60–30 тыс. лет назад как биологический вид – находится на начальном этапе развития. Однако своей деятельностью за относительно короткий срок он в отличие от других видов, противопоставил себя биосфере и создал условия для антропогенного кризиса.

Беспрецедентными темпами стало сжигаться органическое топливо, накопленное древними биосферами в течение длительной геологической истории. За период с 1950 по 1998 г. потребление различных видов органического топлива, приведенного к нефтяному эквиваленту, возросло по углю в 2.1 раза, нефти – 7.8, природному газу – 11.8 раза. Если в каменном веке расход энергии на одного человека составлял около 4 тыс. ккал/сутки, в период земледельческих технологий – 12 тыс. ккал/сутки, то сейчас – 230–250 тыс. ккал/сутки. Техногенные вмешательства в природную среду стали соперничать со многими природными процессами. Резко возросла добыча твердых полезных ископаемых и, следовательно, массивное воздействие на литосферу. В конце XX в. добывалось и перемещалось при добыче полезных ископаемых около 100 млрд. т породы в год, то есть по 17 т на жителя планеты [2].

Совершенствование агротехники и широкое применение удобрений позволили в XX столетии увеличить урожайность полей в 4 раза, а общий сбор урожая – в 6 раз [3]. Рост продуктов питания и успех медицины способствовали быстрому росту населения. За последние два столетия оно возросло с 1 до 6 млрд. человек. В последние годы население ежегодно увеличивается на 77 млн человек. Прирост населения на Земле идет в основном за счет высокой рождаемости в развивающихся странах, где приходится по 3.1 ребенка на женщину, в то время как в развитых странах этот показатель составляет менее 1.5 детей на одну женщину, что ниже порога замещения, равного 2.1 ребенка на женщину.

Еще более быстрыми темпами развивается урбанизация. Если численность населения планеты, начиная с 1976 г. возрастала в среднем на 1.7 % в год, то население городов увеличивалось ежегодно на 4 %. На территории городов происходит территориально-сосредоточенное воздействие на природную среду. Акселерированный и бесконтрольный рост городов ведет к недопустимому загрязнению воды, почвы и воздуха, поэтому их жители обитают в наименее благоприятной экологической и социальной среде. Кроме того,

урбанизация сопровождается резким снижением ресурса устойчивости городских территорий к воздействию техногенных и техноприродных катастроф.

Деградация природной среды во второй половине XX в. приобрела глобальные масштабы. Несмотря на то, что за 20 лет между конференциями ООН в Стокгольме (1972) и в Рио-де-Жанейро (1992) на охрану окружающей среды было потрачено 1.2 трлн. долл., экологическая обстановка на Земле ухудшается, стабилизация наступила только в лесной промышленности в Европе. В глобальной экономике развиваются две противоположные тенденции: глобальный валовой доход растет, а глобальное богатство (прежде всего жизнеобеспечивающие ресурсы) уменьшается.

Термины "экология" и "экономика" произошли от одного греческого слова – oikos, означающего "дом", в XX в. эти понятия оказались несовместимыми. Промышленное развитие, призванное служить экономическому прогрессу, вошло в противоречие с природной средой, поскольку перестало учитывать реальные пределы устойчивости биосферы.

Возросшая популяция людей поглощает около 40 % энергии от глобальной величины в виде чистой биологической продукции. Тем самым человек лишает пищи огромное число живых организмов и вынуждает их вымирать. Недостаток питания и загрязнение окружающей среды вызывает катастрофически быстрое снижение биоразнообразия на Земле. В настоящее время под угрозой исчезновения находятся 24 % видов млекопитающих и 12 % (1183 вида) птиц. Скорость разрушения биогеоценозов сейчас на два-три порядка выше, чем в прошлые геологические эпохи. С лица Земли исчезли (или близки к исчезновению) до 25 тыс. видов высших растений и более 1 тыс. видов позвоночных. Вымерли тысячи уникальных пород домашних животных [4].

В очевидный тупик пришли традиционные методы самой «зеленой» революции – увеличения продуктивности агросистем за счет их химизации, путем внесения удобрений и химических средств защиты. В среднем, по подсчетам специалистов, каждый день исчезает 50 видов разных организмов, каждую неделю исчезает примерно 2 породы животных. Ожидается, что уже в первое столетие 3-го тысячелетия биосфера может утратить до 10–15 % составляющих ее видов. Вызванный антропогенным воздействием темп вымирания превышает все, что известно на этот счет из палеонтологической летописи [1]. Наиболее опасна общая эрозия генофонда планеты, так как последний может существовать лишь в условиях видового разнообразия, а все идет к его резкому и неотвратимому оскудению.

Несмотря на возросший уровень агротехники, продолжается деградация земель. Почти 23 % всех пригодных для использования земель в мире подвержено разрушению, которое ведет к снижению их продуктивности. В условиях полу-аридного и аридного климата резко интенсифицируется опустынивание. Под угрозой находятся 3.6 млрд. га, то есть 70 % потенциально продуктивных земель засушливой зоны. Проблема опустынивания затрагивает интересы более 80 стран. На подверженных опустыниванию территориях проживают более 600 млн человек [2].

Продолжается уничтожение лесов. За последние 10 лет потеря лесных массивов в мире составила 94 млн га (примерно 2.4 % общей площади). Площадь тропических лесов ежегодно уменьшается на 1 %. По последним данным, взрослые леса с сомкнутой кроной составляют сейчас 21.4 % общей площади суши Земли. В Европе за последние 100 лет сведено почти 50 % лесов и 70 % болот – важнейших природных регуляторов поверхностного стока воды [5].

Деградация природной среды прямым образом влияет на активизацию опасных природных процессов с тяжелыми экологическими последствиями. В 1995–1999 гг. среднее ежегодное количество природных катастроф в мире (в каждой из которых погибло не менее 10 или пострадало не менее 100 человек) возросло по отношению к 1965–1969 гг. более чем втрое. Природные катастрофы сопровождаются крупными материальными потерями. За последние 40 лет они возросли в 9 раз и составляют сейчас около 150 млрд. долл. в год. Суммарная величина экономических потерь только в последнее десятилетие XX в. составила 676 млрд. долл. Ожидается, что к 2050 г. экономический ущерб от опасных природных процессов достигнет 300 млрд. долл. в год [6].

С экономическим ростом напрямую связано производство отходов. Почти 99 % исходного промышленного сырья и изделий из них исключаются из биосферных процессов

и образуют огромную массу отходов, занимая ценные территории и загрязняя окружающую среду. К этому следует добавить, что за годы промышленной революции было синтезировано более 18 млн химических веществ и материалов, большая часть которых чужеродна биосфере и скапливается в отходах. Широкое использование минеральных удобрений способствовало повышению урожайности зерновых, но вызвало нарушение глобального азотного баланса. Дальнейшее наращивание использования пестицидов создает огромную угрозу здоровью миллионов потребителей и хлеборобов. По оценке ВОЗ, ежегодно 3 млн человек отравляются пестицидами и более 200 тыс. умирают при этом; до 25 млн сельскохозяйственных рабочих подвергаются воздействию химических веществ с риском для жизни [6].

Массовый выброс отходов и загрязнение окружающей среды обострили ситуацию с питьевой водой. Около трети населения мира проживает в странах, где наблюдается нехватка пресной воды, а водопотребление превышает на 10 % и более возобновляемые ресурсы питьевых вод. В 2001 г. около 1.1 млрд. человек в мире не имели возможности пользоваться чистой питьевой водой [25].

Чистая вода на Земле – проблема. Почти везде на планете идут кислотные дожди. Водная фауна третьей части всех озер мира уже погибла. В реки втекают потоки загрязненных стоков. Для очищения их требуется 50–100 кратное разбавление чистой водой, т.е. 75–150 тыс. км³, в то время как объем мирового речного стока не превышает 45 тыс. км³. Идет интенсивное загрязнение подземных артезианских вод и озер, даже таких гигантских, как Байкал и Ладога.

Анализ состояния рек, озер и подземных вод показал, что в среднем для Европы ежегодно утрачивается около 15 % возобновляемых водных ресурсов. Распределение водопотребления происходит следующим образом – 53 % (промышленность), 26 % (сельское хозяйство), 19 % (бытовое водопотребление), 65 % населения обеспечивается водой из подземных источников, в результате чего для многих из них типичен запороговый уровень эксплуатации и снижающийся уровень качества вод. На большей части континента нарушены стандарты ЕС по ПДК нитратов и пестицидов в питьевой воде. Широко распространилась антропогенная эвтрофикация рек и озер. Для большей части северных стран характерен высокий уровень закисления водоемов.

В шести основных европейских морях (Средиземное, Черное, Баренцево, Норвежское, Балтийское, Северное) и в Северной Атлантике отсутствует эффективное управление процессами на водосборах; загрязнены прибрежные зоны; идет процесс эвтрофирования; существуют конфликтные ситуации в использовании ресурсов прибрежных зон; происходит заселение новыми видами организмов; отсутствует контроль над различными видами деятельности в прибрежных зонах; идет чрезмерно интенсивная эксплуатация морских ресурсов; возможно повышение уровня моря в результате глобального потепления.

Данные наблюдений указывают на то, что все моря (за исключением субарктических) подвержены эвтрофированию. Концентрация нитратов в прибрежных водах Черного и Азовского морей возросла в 2–3 раза. Следствием недостаточного контроля за деятельностью в прибрежных зонах Балтийского, Черного и Каспийского морей является их сильное загрязнение. Загрязнение Северного моря оказало губительное воздействие на ряд представителей его фауны. В Средиземном море оказались под угрозой исчезновения некоторые эндемичные виды.

Несмотря на рост экономики и валового продукта, усиливаются тенденции, свидетельствующие о наступающем кризисе в социально-экономической сфере. Получаемые доходы распределяются крайне неравномерно. Соотношение в доходах богатых людей и беднейших слоев населения выросло с 13 : 1 в 1960 г. до 60 : 1 в 1990 г. и 74 : 1 в 1997 г. На одну пятую часть населения мира, проживающего в странах с наибольшими доходами, приходится 86 % мирового валового продукта. Около четверти населения в мире ежедневно голодают. Следствием бедности и неустроенности людей стала растущая миграция. В последние годы увеличилось потоки "экологических беженцев" – людей, покинувших места проживания по экологическим причинам. В 1998 г. их количество впервые превысило число лиц, перемещающихся по другим причинам [2]. Система сверхпотребления «золотого миллиарда» грозит катастрофой всему человечеству (основной

вывод Всемирной конференции по устойчивому развитию представителей 195 стран в г. Йоханнесбурге-ЮАР, 26 августа – 4 сентября 2002 г.; рис. 1).

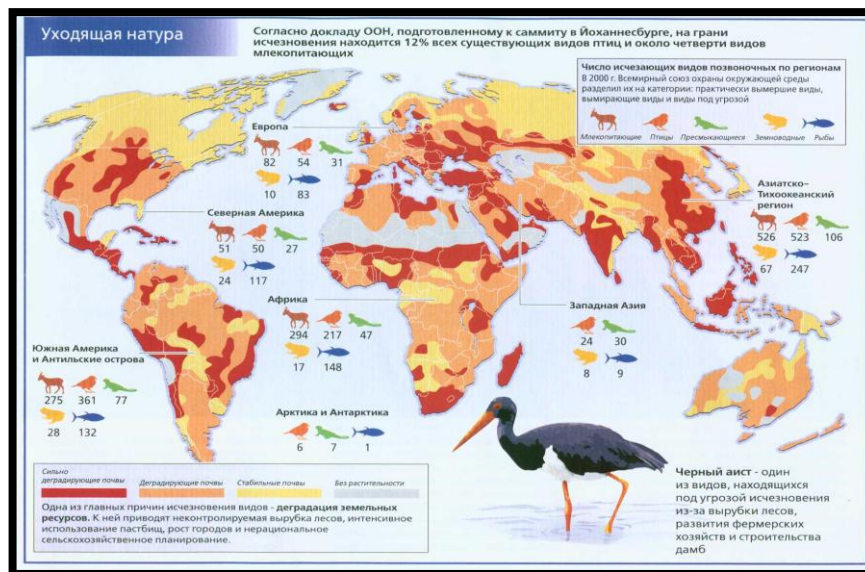


Рис. 1. Материалы Всемирной конференции по устойчивому развитию представителей 195 стран в г. Йоханнесбурге-ЮАР, 26 августа – 4 сентября 2002 г.

Агросфера – часть биосферы, которую человек использует для сельскохозяйственного производства. В настоящее время агросфера вступила в очевидный конфликт со стабильностью биосферы. Пашней занято 10 % суши, сенокосами и пастбищами – еще 20 %. Во многих районах планеты ее ресурсы исчерпаны и дальнейшее увеличение доли агросферы невозможно [25].

Однако народонаселение Земли увеличивается, растет и потребность в продуктах питания. Развитие сельскохозяйственных технологий и распространение их на все континенты разрушает биоразнообразие. Биомасса создаваемых агроценозов, например на месте леса, никогда не достигнет биомассы леса. Продуктивность агроценозов уступает продуктивности естественных экосистем. В экосистемах, где доминирует человек, теряется до трети первичной продукции. Не говоря о том, что современные сельскохозяйственные технологии ведут к разрушению почвы, загрязнению воды и т.д. Наглядный пример – расцвет численности многих видов после снятия антропогенного давления в зоне отчуждения в Чернобыле. Особое значение приобретают экологические последствия животноводства. Наглядным примером этого, в частности, являются исследования, выполненные в Китае, по оценке нагрузки на почвы нерастворимых солей фосфора в регионах расположения большого количества свиноводческих ферм (рис. 2).

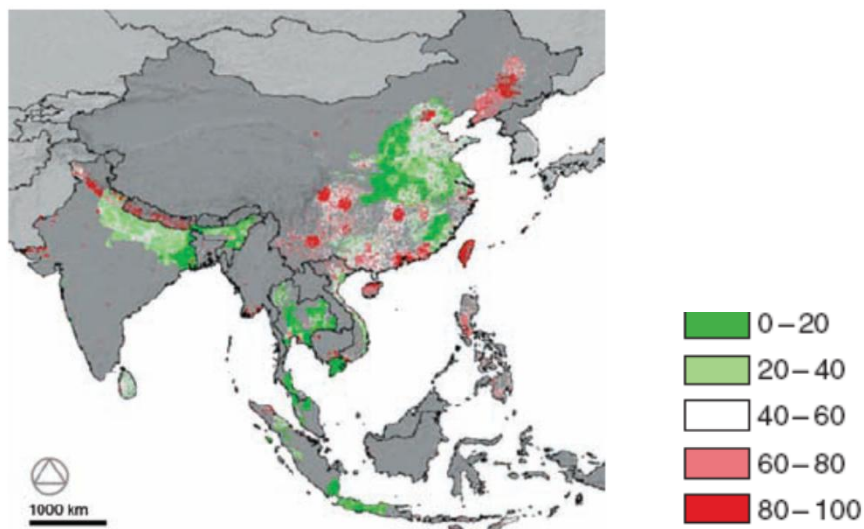


Рис. 2. Оценки превышения содержания фосфатов (P_2O_5) в почвах по сравнению с фоновым уровнем удобрений (в %) (цитируется по Herrero M., Thornton P. K., Notenbaert A. M. et al. Smart Investments in Sustainable Food Production: Revisiting Mixed Crop-Livestock Systems // Science. 2010. Vol. 327. P. 822–825)

Всего же в сельское хозяйство вовлечено 4.5 млрд. га земли, где трудятся 2 млрд. человек. Из них под зерновым клином находится 1.5 млрд. га. Резервных площадей для экстенсивного развития отрасли практически нет, весь необходимый прирост продукции возможен лишь за счет интенсификации производства. Народонаселение Земли увеличивается, растет и потребность в продуктах питания, их необходимо увеличить к 2025 году в два раза.

Группа американских ученых – Д.Х. Медоуз, Д.Л. Медоуз, И. Рэндерс и В.В. Беренс (1991) разработала математическую модель мировой системы биосферы на период XX–XXI столетий по пяти основным параметрам: население, ресурсы, промышленная продукция, продукты питания и загрязнения. Согласно этой модели, если темпы народонаселения, экономики, скорости истощения природных ресурсов будут такими же, как в проследние десятилетия, то мировая система потерпит катастрофу из-за истощения ресурсов в 2020–2040 гг. Допустимая максимальная численность населения на уровне 7.7 млрд человек должна стабилизироваться и оставаться постоянной.

2. Изменение вклада растительных и животных ресурсов в пищевое обеспечение человека.

Первая Всемирная продовольственная конференция состоялась более 30 лет назад, в 1974 г. На ней было подсчитано, что в мире существовало 840 млн жертв хронического недоедания. Вопреки сопротивлению многих, она впервые провозгласила “неотъемлемое право человека на свободу от голода”. Итоги реализации этого права были подведены на Всемирном продовольственном форуме в Риме 22 года спустя. Он зафиксировал крах надежд мирового сообщества на обуздание голода, так как положение на фронте борьбы с этим социальным злом осталось без перемен. В связи с этим римская встреча наметила более скромные цели – снизить количество голодающих к 2015 г хотя бы до 400 млн человек.

С тех пор эта проблема еще больше обострилась. Как отмечалось в докладе генсека ООН Кофи А. Анана “Предотвращение войн и бедствий”, сегодня прожиточный уровень свыше 1,5 млрд чел. – менее доллара в день, 830 млн страдают от голода. За период 1960–2000 гг. производство всех видов сельскохозяйственной продукции увеличилось с 3,8 млрд. до 7,4 млрд. т. Однако количество продовольствия, произведенного в среднем на 1 человека, осталось неизменным (1,23 т/чел). В настоящее время в мире недоедает почти половина населения, а четвертая часть голодает. В странах Западной Европы, Северной Америки и в Японии, где наибольшее распространение получила преимущественно химико-техногенная

интенсификация сельского хозяйства и проживает менее 20 % населения земного шара, в пересчете на каждого человека расходуется в 50 раз больше ресурсов по сравнению с развивающимися странами и выбрасывается в окружающую среду около 80 % всех вредных промышленных отходов (доклад комиссии ВОЗ), что ставит на грань экологической катастрофы все человечество.

Сельское хозяйство — уникальный вид человеческой деятельности, главной целью которой оставался рост производства его продукции. В настоящее время наблюдается замедление роста урожайности, сокращения пашни с 0,24 га в 1950 г. до 0,12 га на человека, отчетливо начинает ощущаться дефицит и загрязнение водных ресурсов, изменения климата. Кроме того, наблюдается увеличение затрат невозобновимой энергии на единицу растениеводческой продукции. Отмечено падение продуктивности зерновых (по Tilman et al., 2002 [25]). С 1960 г. по 2000 г. глобальная продуктивность зерновых возросла примерно в 2,3 раза в том числе и в расчете на 1 гектар, однако вклад в увеличение урожайности зерновых с 1960 по 2000 г. увеличился: воды в 2 раза; азотистых удобрений в 10 раз; фосфорных удобрений в 7,5 раз; пестицидов в 6 раз. Эффективность вклада азотистых удобрений в получение урожая зерновых с 1960 г. по 2000 г. УПАЛА в 4 раза. Наблюдается усиление зависимости вариабельности величины и качества урожая от нерегулируемых факторов внешней среды, доля которых по основным зерновым культурам превышает 60 %.

В то же время, потери урожая обусловлены вредителями сельскохозяйственных видов растений. Для 3–4 тыс. используемых человеком "культурных" растений известно около 30 тыс. видов патогенов: 25 тыс. грибковых болезней, 600 вызывают черви-нематоды, более 200 — бактерии, более 300 — вирусы. У риса и пшеницы известны по 100 возбудителей болезней, у кукурузы — 60, у ячменя и сорго — по 50. Из-за них еще до сбора урожая теряются 10–15 % зерна. Различные паразиты, в том числе насекомые, и сорняки доводят объем предуборочных потерь уже до 25–40 %. В мире из-за насекомых теряется 14 % урожая, заболеваний растений, вызванных червями и грибами, — 12 %, сорняков — 9 % и 10 % уничтожаются грызунами. Предуборочные потери зерновых составляют 1800 млн т. А после уборки в процессе транспортировки и хранения гибнут еще 5–25 % урожая. И получается, что в развитых странах суммарные потери достигают 40 %, в развивающихся, по вполне понятным причинам, они превышают 50 % возможного урожая. Перечисленные выше причины делают объяснимой наблюдаемую в последние годы динамику уменьшения вклада растительной продукции по сравнению с животной на одного человека.

3. Некоторые причины уменьшения продуктивности растениеводства.

Одна из главных причин уменьшения продуктивности растениеводства — это конфликт между плодородием почв и их сохранностью.

За 100 последних лет эрозия и другие процессы, вызывающие деградацию почвы, вывели из пользования 27 % (2 млрд. га) сельскохозяйственных угодий. Для США, в частности, цифра потерь из-за эрозии составляет 120 млн га в год, Франции — 5, а в бывшем СССР — 152 млн га, или 2/3 всех пахотных земель, находится в эрозийно-опасном состоянии. В Украине каждый год подвергаются эрозии 200 тыс. га. В течение последних 20 лет человечеством потеряно свыше 15 % плодородного почвенного слоя [7].

Процесс опустынивания охватил 19 % (около 30 млн км²) всей суши планеты и распространяется на новые территории со скоростью 50 тыс. км² в год, представляя прямую угрозу сельскому хозяйству по меньшей мере 150 стран. Ученые полагают, что 87 % ежегодного прироста пустынь обусловлено антропогенным давлением на природу, и только 13 % — естественными факторами. Современное состояние деградации почв, лежащее в основе уменьшения продуктивности растениеводства, документируется низким уровнем растительной продукции в большинстве регионов Земли [7], сниженным количеством гумуса [7], а также большим количеством областей, полностью лишенных растительности [4]. Интересно отметить, что расположение современных пустынь достаточно хорошо совпадает с центрами происхождения сельскохозяйственных видов животных и растений [8].

Другой причиной снижения продуктивности растениеводства является истощение генетического разнообразия в результате сужения круга используемых сортов в глобальном масштабе, вытеснения стародавних сортов, накопления генетического груза. В мировых

генБанках культурных растений собраны миллионы образцов, только 1 % из них исследован в отношении их потенциальных свойств [9, 10]. Наблюдаются два типичных конфликта в современных сортах: между «чистотой» сортов и частотой спонтанных мутационных событий, частотой рекомбинаций – скоростью «вырождения» сорта; между величиной урожайности и устойчивостью к естественным средовым изменениям.

Выражение “зеленая революция” употребил впервые в 1968 г. директор Агентства США по международному развитию В. Гауд, пытаясь охарактеризовать прорыв, достигнутый в производстве продовольствия на планете за счет широкого распространения новых высокопродуктивных и низкорослых сортов пшеницы и риса в странах Азии, страдавших от нехватки продовольствия. Она ознаменовала собой начало новой эры развития сельского хозяйства на планете, эры, в которую сельскохозяйственная наука смогла предложить ряд усовершенствованных технологий в соответствии со специфическими условиями, характерными для фермерских хозяйств в развивающихся странах. Это потребовало внесения больших доз минеральных удобрений и мелиорантов, использовании полного набора пестицидов и средств механизации, в результате произошел экспоненциальный рост затрат исчерпаемых ресурсов на каждую дополнительную единицу урожая, в том числе пищевую калорию. Это было достигнуто благодаря переносу в создаваемые сорта целевых генов, чтобы увеличить прочность стебля путем его укорочения, добиться нейтральности к световому периоду для расширения ареала возделывания и эффективной утилизации минеральных веществ, особенно азотных удобрений. Работа, начатая Н. Борлаутом (Нобелевского лауреата за эти работы) и его коллегами в Мексике в 1944 г., продемонстрировала исключительно высокую эффективность целенаправленной селекции по созданию высокоурожайных сортов сельскохозяйственных растений. Уже к концу 1960-х годов широкое распространение новых сортов пшеницы и риса позволило многим странам мира (Мексике, Индии, Пакистану, Турции, Бангладеш, Филиппинам и др.) в 2–3 и более раз увеличить урожайность этих важнейших культур. Однако вскоре обнаружились и негативные стороны “зеленой революции”. Замена генетически разнообразных местных сортов новыми высокоурожайными сортами и гибридами с высокой степенью ядерной и цитоплазматической однородности значительно усилила биологическую уязвимость агроценозов, что было неизбежным результатом обеднения видового состава и генетического разнообразия агроэкосистем [11]. Массовому распространению вредных видов, как правило; способствовали и высокие дозы азотных удобрений, орошение, загущение посевов, переход к монокультуре, минимальным и нулевым системам обработки почвы и т.д. Благодаря, в частности, селекционной работе, древнее природное разнообразие местных видов заменено ныне небольшим числом специально выведенных и почти насильно внедряемых сортов, выращиваемых на обширнейших пространствах. 96 % урожая гороха в США получается всего от двух его разновидностей, а 71 % урожая кукурузы — от шести ее сортов. Используют великолепные по продуктивности сорта, но они, к сожалению, становятся все более подверженными различным заболеваниям, таким, к примеру, как картофельная гниль. Растения приходится усиленно “лечить” пестицидами и прочими опасными для окружающей среды и самого человека средствами. Более того, серьезной проблемой становится сужение разнообразия источников питания для человека: из огромного разнообразия растений, кормивших человека 10 тысяч лет назад, сегодня основу питания (85 %) составляет всего пять видов растений.

Здоровье человека определяется, в основном, наследственной предрасположенностью (генетикой) и питанием. Во все времена создание продовольственной базы было залогом и основой процветания любого государства. Поэтому любое государство заинтересовано в проектах профилактики и оздоровительных программах, улучшении структуры питания, повышении качества жизни, снижении заболеваемости и смертности. Биоразнообразие, т.е. максимальное разнообразие пищи, обеспечивает разнообразие химического состава питания физиологическим потребностям человека в пищевых веществах (около 600 наименований). Потребляемая пища должна содержать белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные соли, воду, клетчатку, ферменты, вкусовые и экстрактивные вещества, минорные компоненты - биофлавоноиды, индолы, антоцианиды, изофлавоны и многие другие. В случае недостаточности хотя бы одного из этих компонентов, возможны серьезные нарушения

здоровья. И, чтобы этого не случилось, суточный рацион человека должен включать примерно 32 наименования различных пищевых продуктов [12, 13].

Оптимальное соотношение поступающих в организм пищевых веществ способствует сохранению здоровья и долголетия. Но, к сожалению, для большинства населения Земли характерен дефицит следующих пищевых веществ: полноценных (животных) белков; полиненасыщенных жирных кислот; витаминов С, В₁ В₂, Е, фолиевой кислоты, ретинола, р-каротина и других; макро- и микроэлементов: Са, Fe, Zn, F, Se, I и других; пищевых волокон. Дефицит потребления белка для большинства населения составляет в среднем 20 %, содержание большинства витаминов и микроэлементов на 15–55 % меньше расчетных величин потребности в них, а пищевых волокон – на 30 % ниже. Нарушение пищевого статуса неминуемо ведет к ухудшению здоровья и как следствие – к развитию заболеваний. Если принять все население Российской Федерации за 100 %, здоровых окажется только 20 %, людей в состоянии маладаптации (с пониженной адаптационной резистентностью) – 40 %, а в состоянии предболезни и болезни – по 20 % соответственно [14].

Среди наиболее распространенных алиментарно зависимых заболеваний можно выделить такие: атеросклероз; гипертоническая болезнь; гиперлипидемия; ожирение; сахарный диабет; остеопороз; подагра; некоторые злокачественные новообразования.

Анализ ситуации, сложившейся за последние годы в агропромышленном комплексе России, указывает на снижение проживающего населения и падения производства всех видов сельскохозяйственной продукции более чем в 1,5 раза. При сохранившихся общих объемах природных и трудовых ресурсов кризис вызвал резкое ухудшение использования пахотных земель, снижение продуктивности агроэкосистем, из оборота выведено более 30 млн га высокопродуктивных агроценозов [9, 10].

Меры, принимавшиеся до сих пор для стабилизации положения, оказались недостаточными на рынке сельскохозяйственной продукции. И импорт продовольствия превысил все разумные пределы и поставил под вопрос продовольственную безопасность.

Исходя из значимости оптимизации структуры питания для здоровья нации, развития и безопасности страны, разработаны приоритетное направление для улучшения питания населения России: ликвидация дефицита полноценного белка; ликвидация дефицита микронутриентов; создание условий для оптимального физического и умственного развития детей; обеспечение безопасности отечественных и импортных пищевых продуктов; повышение уровня знаний населения в вопросах здорового питания.

Научной основой современной стратегии производства пищи служит изыскание новых ресурсов, обеспечивающих оптимальное для организма человека соотношение ее химических компонентов. Решение этой проблемы в первую очередь состоит в поиске новых источников белка и витаминов, с учетом экологической безопасности и необходимости уменьшения вклада в процесс их получения невозможных природных ресурсов. Одним из таких направлений является ускоренное развитие аквакультур.

Хотя площадь суши вдвое меньше, чем площадь, занимаемая океанами, ее экосистемы имеют годовую первичную продукцию углерода более чем вдвое превышающую таковую Мирового Океана (52,8 млрд. тонн и 24,8 млрд. тонн соответственно). По относительной продуктивности наземные экосистемы в 7 раз превышают продуктивность экосистем океана. Из этого, в частности, следует, что надежды на то, что полное освоение биологических ресурсов океана позволит человечеству решить продовольственную проблему, не очень обоснованы. По-видимому, возможности в этой области невелики – уже сейчас уровень эксплуатации многих популяций рыб, китообразных, ластоногих близок к критическому, для многих промысловых беспозвоночных – моллюсков, ракообразных и других, в связи со значительным падением их численности в природных популяциях, стало экономически выгодным разведение их на специализированных морских фермах, развитие аквакультуры. Примерно таково же и положение со съедобными водорослями, такими как ламинария (морская капуста) и фукус, а также водорослями, используемыми в промышленности для получения агар-агара и многих других ценнейших веществ. Использование ресурсов Мирового Океана усложнено еще и межгосударственной конкуренцией за его ресурсы, за право использования морских рыбных ресурсов и морепродуктов. Это проявляется в активном развитии добывающего флота, увеличении добычи морской рыбы за счет промысловых пелагических рыб: минтай, ставрида, сардинелла, сардины, анчоусы. Их доля

в мировом вылове рыбы составляет более 25 %, однако стоимость – 6 % от стоимости мирового улова. Запасы этих рыб в настоящее время недоиспользуются. Около 80 % стоимости мирового улова приходится на 13 самых ценных видов рыб и беспозвоночных, большая часть которых находится под чрезмерным давлением промысла. Очевидно, что это сопровождается уменьшением промысловых запасов рыб. Примерно 52 % промысловых видов рыб подвергаются чрезмерному лову, 16 % – перелавливаются, 7 % – находятся под угрозой исчезновения из-за резкого сокращения популяций. Все это, естественно, приводит к повышению спроса и цен на рыбную продукцию и морепродукты. В общем, к основным факторам, препятствующим устойчивому промыслу в Мировом океане, относятся такие как использование избыточного промыслового усилия, вызывающего уменьшение многих рыбных запасов и не позволяющего осуществлять эффективное и устойчивое рыболовство в долгосрочной перспективе; выброс в море прилова и отходов от рыбопереработки; деградация окружающей среды, в том числе водной, в прибрежных зонах. К выраженным тенденциям развития мирового рыбного хозяйства можно отнести форсированное принятие новых международно-правовых документов, имеющих обязательный либо строго рекомендательный характер для всех государств, осуществляющих промысел как в своей 200-мильной зоне, так и в открытых районах Мирового океана. Цель – создание единых, обязательных для всех государств принципов и норм, применение которых должно создавать надлежащие условия для устойчивого развития рыбного хозяйства. Очевидно, что в этих условиях наблюдается ориентация развитых стран на ускоренное развитие аквакультуры как в пресноводных водоемах, так и в морской среде. Это важнейшее и весьма перспективное направление позволит действительно создать устойчивое поступление рыбной продукции и морепродуктов как на национальный, так и на мировой рынок.

Развивающиеся страны и страны с переходной экономикой стремятся в первую очередь к продовольственной независимости. Они хотят производить пищу сами, а не зависеть от других стран, ибо продовольствие – это, пожалуй, самое грозное до сих пор политическое оружие и оружие давления в современном мире (пример - Россия, которая ввозит до 40 процентов продовольствия). Чтобы удвоить производство продовольствия и снять зависимость, необходимы новые технологии, переход от экстенсивного развития агроэкосистем к интенсивному.

4. Экологическая или ландшафтная геномика – объединение геномного сканирования и геоинформационных технологий.

Экологическая или ландшафтная 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 [20]. 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. [19] недавно разработали методологию для использования GIS в целях 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 связываются 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, так же как предварительное определение их условий очень важны для любых ландшафтных исследований и такие условия должны быть тщательно рассмотрены прежде, чем популяции отбираются для анализа.

Недавние исследования по популяционной генетике человека позволяют оценить, что можно обнаружить в результате ландшафтной эволюционной геномики. Кооп и др. [17]

исследовали глобальные частоты аллелей в многочисленных популяциях по сотням тысячам мононуклеотидных полиморфизмов, чтобы искать мишени отбора. В целом, очень немного генов в геноме человека имели существенные отличия по частотам аллелей среди популяций. Это может свидетельствовать о том, что отбор действует только на немногие локусы. Альтернативно, локальный отбор может иметь более широкие эффекты и адаптивные фенотипические изменения могут достигаться через небольшие изменения аллельных частот во многих локусах.

5. Примеры использования ландшафтной геномики в исследованиях сельскохозяйственных видов животных.

В последние годы получен ряд данных с использованием методов ландшафтной геномики, позволившие получить новую информацию о путях расселения сельскохозяйственных видов животных, позволяющих исследовать связь между особенностями генетической структуры пород и внутривидовых групп и особенностями эколого-географических регионов их расселения. Так, выполнен сравнительный анализ географического распределения аллельных вариантов по 26 мононуклеотидных полиморфизмов (Single Nucleotide Polymorphisms – SNP), локализованным в структурных генах, у 16 пород коз Италии, Албании и Греции. В конечном итоге суммарно генотипировано и проанализировано 12896 генотипов у 496 особей [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. Авторы приходят к выводу о том, что история географических перемещений животных играла основную роль в формировании современной генетической структуры пород. Движущееся на запад потоки животных по прибрежному маршруту в Италию через Грецию, возможно, привел к формированию потока генов исследованных пород коз вдоль Северного Средиземноморья. По ряду ДНК маркеров обнаруживается статистически достоверная корреляция между распределением аллелей ряда молекулярно-генетических маркеров и изменчивостью некоторых экологических показателей условий разведения коз и овец (рис. 3).

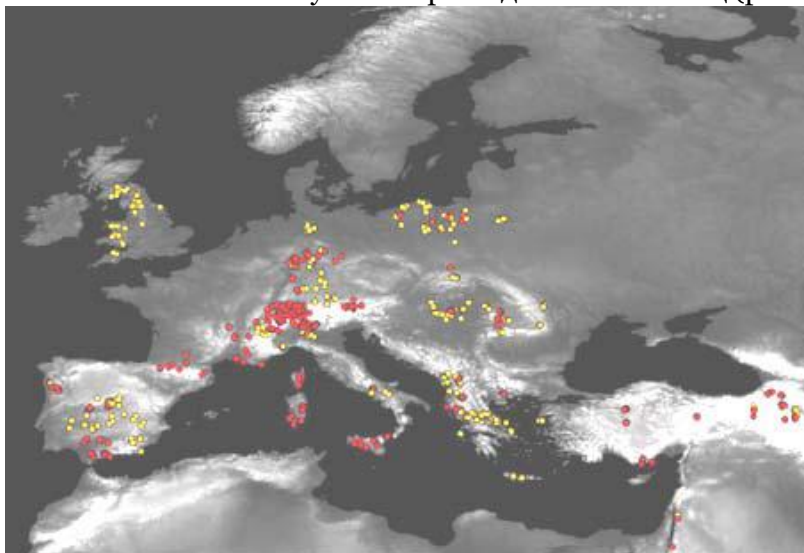


Рис. 3. Результаты исследования пространственного распределения генотипов у овец (желтым) и коз (красным) по 30 микросателлитам, 100 AFLPs и 30 SNP, в связи с изменчивостью около 100 средовых переменных. Наибольшая связь выявлена между рядом маркеров со средовыми переменными, связанными с адаптацией к влажной среде (в частности, коэффициент вариации количества осадков, количество дождливых дней, относительная влажность, солнечная освещенность и средние пределы сезонных температур, цитируется по [19], Проект Эконоген)

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 по 105 микросателлитных локусов выполнен сравнительный анализ генетических структур 16 пород крупного рогатого скота, покрывающих географический район от средиземноморского центра доместикиции, от Анатолии, через балканский и альпийский регионы, на Северо-Запад Европы [21]. 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 доместикиции 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 [18]. 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 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 (рис. 4).

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 высокой температуры. В предыдущих работах этих же авторов было показано, что по изменению частоты дыхания стрессующие эффекты обнаруживаются у животных молочных пород, когда индекс температуры/влажности превышает 60 единиц. Далее авторы сравнили чувствительность дочерей конкретных быков

по изменению удоя 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. В конечную выборку, включенную в анализ, входили геномы 781 и 362 быков обеих пород, соответственно, генотипированные по 39048 SNP. Был 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.

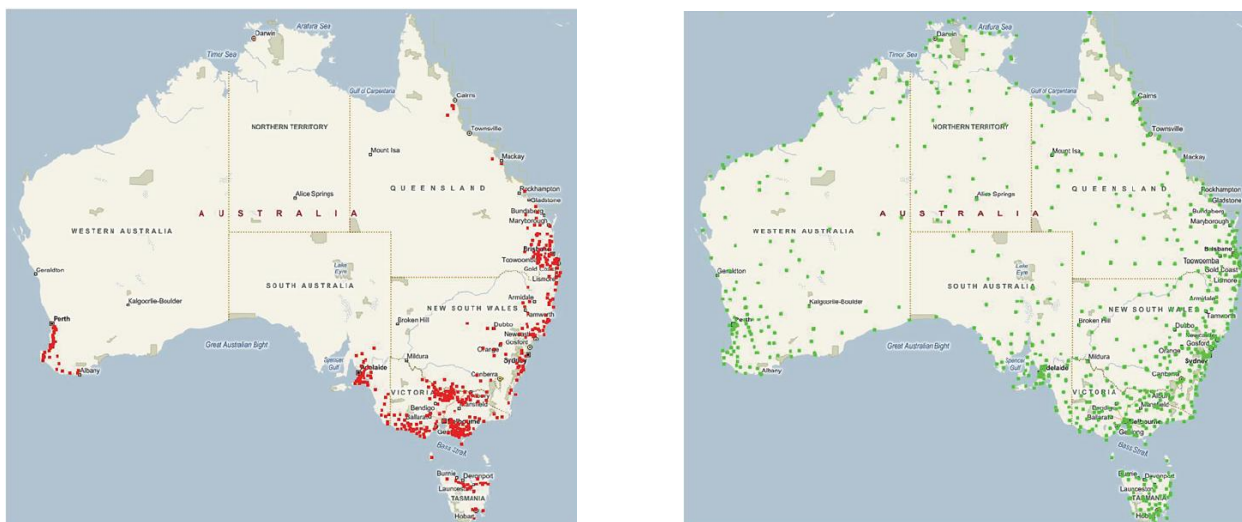


Рис. 4. Локализация молочных ферм (слева), на которых собирались данные по молочной продуктивности, и станции контроля метеоусловий и климатических характеристик (справа). На основании корреляционного анализа выявлены статистически достоверные ассоциации между резистентностью к температуре по молочной продуктивности и генотипами по гену фактора контроля роста фибробластов, участвующего в контроле пролиферации эпителия молочной железы, а также резистентности по молочной продуктивности к пониженному уровню кормов и генотипами по глицерол-3 фосфатдегидрогеназы, фермента, участвующего в контроле синтеза липидов (цитируется по [18])

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.

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 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. Несомненно, полное понимание адаптации в ландшафтном масштабе – монументальная задача даже для одной популяции. Сформированная средой обитания адаптация почти неизменно вовлекает разнообразные фенотипические изменения, каждое из которых имеет сложную генетическую обусловленность. Эта сложность еще увеличивается, если к нему 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 [16, 23, 24]. Чем больше генетических систем включаются в анализ в геномную эру, тем более будет понятно, как мозаика естественного ландшафта формирует геномы бесконечно разнообразных организмов.

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. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. М.: ИКЦ – Академкнига, 2003. 431 с.
2. Власов В.И. Глобальная продовольственная проблема. К.: Институт аграрной экономики, 2001. 505 с.
3. Глазко В.И. Генетически модифицированные организмы: от бактерий до человека. К.: КВИЦ, 2002. 210 с.
4. Доклад в Йоханнесбурге «Всемирная конференция по устойчивому развитию представителей 195 стран в г. Йоханнесбурге, ЮАР, 26 августа – 4 сентября 2002 г.».
5. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: «Агрорус», 2001. Т. I и II.
6. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). М.: «Агрорус», 2004. Т. I и II.
7. Кулаков М.В. "Зеленая революция" и голод в Латинской Америке. М.: МГУ, 1984. 169 с.
8. Куценко Л.М., Пискаренко В.Н. Охрана окружающей среды. К.: Урожай, 1991. 111 с.
9. Мир в цифрах. Статистический сборник. М.: Финансовый инжинеринг, 1992. 456 с.

10. На пороге XXI века. Доклад о мировом развитии 1999/2000: Пер. с англ. М.: Весь мир, 2000. 277 с.
11. Найяр Д. Глобализация и стратегия развития. "Круглый стол высокого уровня по торговле и развитию. Ориентиры на XXI. Доклад на конференции ООН по торговле и развитию ЮНКТАД Х. Бангкок, 2000. 33 с.
12. Тарко А.М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов. Математическое моделирование. М: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 230 с.
13. Яблоков А.В. Атомная мифология. Заметки эколога об атомной индустрии. М.: "Наука", 1997. 272 с.
14. Янкевиц Я.Я. Продовольственные проблемы населения мира //Продовольственные проблемы населения мира. М.: Знание, 1982. С. 11-42.
15. Beck J., Sieber A. Is the Spatial Distribution of Mankind's Most Basic Economic Traits Determined by Climate and Soil Alone? // PLoS ONE 5(5): e10416. doi:10.1371/journal.pone.0010416.
16. Colosimo P. F. et al. Widespread parallel evolution in sticklebacks by repeated fixation of ectodysplasin alleles // Science. 2005. Vol. 307. P. 1928–1933.
17. Coop G. et al. The role of geography in human adaptation // PLoS Genet 5(6): e1000500. doi:10.1371/journal.pgen.1000500.
18. 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 4(8): e6676. doi:10.1371/journal.pone.0006676.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. Nosil P., Funk D. J., Ortiz-Barrientos D. Divergent selection and heterogeneous genomic divergence // Mol. Ecol. 2009. Vol.18. P. 375–40.
23. Slatkin M., Wiehe T. Genetic hitch-hiking in a subdivided population//Genet. Res. 1998. Vol.71. P. 155–160.
24. 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. P. 219.
25. Tilman D., Cassman K.G., Matson P., Naylor R., Polaskya S. Agricultural sustainability and intensive production practices // Nature 418, 671-677.

References:

1. Altukhov YP Genetic processes in populations. М.: ICC – Akademkniga, 2003. 431 p.
2. Vlasov B.I. Global food problem. K.: Institute of Agrarian Economy, 2001. 505 p.
3. Glazko V.I. Genetically modified organisms, from bacteria to humans. K.: KVIC, 2002. 210 p.
4. Report to Yohanensburge "World Conference on Sustainable Development, representatives of 195 countries in Johannesburg, South Africa, 26 August – 4 September 2002".
5. Zhuchenko A.A. Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic bases). М : "Agrorus", 2001. Т. I and II.
6. Zhuchenko AA Ecological genetics of cultivated plants and problems of agrosphere (theory and practice). М.: "Agrorus", 2004. Т. I and II.
7. Kulakov M.V. "Green Revolution" and hunger in Latin America. М: Moscow State University, 1984. 169 p.
8. Kucenko L.M., Piskarenko V.N. Environmental protection. K.: Yeild, 1991. 111 p.
9. World in Figures. Statistical collection. М.: Financial Engineering, 1992. 456 p.
10. At the dawn of the 21st century. World Development Report 1999/2000: Trans. from English. М.: Worldwide, 2000. 277 p.

11. Nayyar D. Globalization and Development Strategies. "High-level Round Table on Trade and Development. Guidelines for the XXI. Report of the UN Conference on Trade and Development UNCTAD X. Bangkok, 2000. 33 p.
12. Tarko A.M. Anthropogenic changes in global biospheric processes. Mathematical modeling. M.: FIZMATLIT, 2005. 230 p.
13. Yablokov A.V. Nuclear mythology. Notes of ecologist about the nuclear industry. M.: "Nauka", 1997. 272.p.
14. Yankevits J.J. Food problems of the world population // Food problem of the world population. M.: Knowledge, 1982. P 11-42.
15. Beck J., Sieber A. Is the Spatial Distribution of Mankind's Most Basic Economic Traits Determined by Climate and Soil Alone? // PLoS ONE 5(5): e10416. doi:10.1371/journal.pone.0010416.
16. Colosimo P. F. et al. Widespread parallel evolution in sticklebacks by repeated fixation of ectodysplasin alleles // Science. 2005. Vol. 307. P. 1928–1933.
17. Coop G. et al. The role of geography in human adaptation // PLoS Genet 5(6): e1000500. doi:10.1371/journal.pgen.1000500.
18. 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 4(8): e6676. doi:10.1371/journal.pone.0006676.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. Nosil P., Funk D. J., Ortiz-Barrientos D. Divergent selection and heterogeneous genomic divergence // Mol. Ecol. 2009. Vol.18. P. 375–40.
23. Slatkin M., Wiehe T. Genetic hitch-hiking in a subdivided population//Genet. Res. 1998. Vol.71. P. 155–160.
24. 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. P. 219.
25. Tilman D., Cassman K.G., Matson P., Naylor R., Polaskya S. Agricultural sustainability and intensive production practices // Nature 418, 671-677.

УДК 631

Экологическая геномика и агроэкосистемы

Валерий Иванович Глазко

РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49

Аннотация. Рассматриваются особенности современного состояния агроэкосистем, свидетельствующее о кризисе развития аграрной цивилизации по экстенсивному пути. Показано, как на основании современных возможностей генных и геномных технологий, соединенных с геоинформационными системами, удастся идентифицировать гены, вовлеченные в адаптации. Обсуждаются возможности интенсификации сельского хозяйства путем выявления связей генофондов сельскохозяйственных видов с эколого-географическими особенностями их воспроизводства.

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

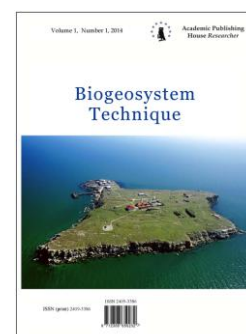
Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 1, No. 1, pp. 85-88, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.1.85

www.ejournal19.com



UDC 616

Effect of Greenhouse Gases on Agriculture Production in Pakistan

- ¹ Rashid Saeed
² Muhammad Ishfaq
³ Urooj Ishfaque
⁴ Zeeshan Fareed
⁵ Bushra Zulfiqar
⁶ Farrukh Shahzad

¹ University of Gujrat, Gujrat, Pakistan

Associate Professor & Chairman

E-mail: dr.rashidsaeed@gmail.com

² Deputy Director Agriculture, Plant and Protection, Sahiwal, Pakistan

E-mail: raoishfaq2007@yahoo.com

³ Bahauddin Zakariya University, Sahiwal, Paksitan

Visiting Lecturer

E-mail: uroojishfaq@yahoo.com

⁴ COMSATS Institute of Information Technology, Sahiwal, Pakistan

MS Scholar

E-mail: zeeshanfareed@hotmail.com

⁵ University of the Punjab, Lahore, Pakistan

M.A Economics

E-mail: Bushra_zulfiqar786@hotmail.com

⁶ Lahore Leads University, Lahore, Pakistan

MS Scholar

E-mail: farrukh.hailian@gmail.com

Abstract

Change in climate is natural but slow process. Industrial revolution and anthropogenic activities have make this process fast and awarded the environment with greenhouse gases like carbon dioxide, nitrous oxide, methane etc. High temperature, melting of glaciers, heavy rain fall, flood and deforestation are result of greenhouse gases which have injurious impact on agrarian economy. Agriculture sector is considered back bone of Pakistan economy. It's not just feed the people mean while provide raw materials for agriculture based industry. This study is quantifying the impact of climate on agriculture production. Secondary data of last forty years was taken and treated in Eviews software. Regression techniques were applied and result shows that emission of greenhouse gases is effecting the agriculture production adversely.

Keywords: climate change; greenhouse gases; agriculture production.

Introduction

Earth's atmospheric system is composed of different phenomenon which takes part an important role in human life. Greenhouse gases (GHG) is one of them wherein earth temperature become raised due to existence of certain gases in environment [1]. Greenhouse gases variant meteorological conditions like high temperature, rainfall and airstream are naturally exist in a particular region constitute climate, called climate change and have adverse effect on human lives especially on those who depends on agrarian production [2]. GHG are also the end result of anthropogenic activities, (excess use of fossils fuel, deforestation and Industrial revolution etc.) has increase concentration of GHG from 280ppm to 380ppm [3]. It's actually the cluster of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide from which CO₂ is most injurious for environmental change than of other [4]. Agriculture sector, the main victim of this change has created doubt of food insecurity Fact is that climate is major predictor of crop production and hasn't choice except to rely on environmental condition for agriculture growth [5].

Agriculture is an older economic activity and partakes a crucial role in economic development particularly in those countries who have agriculture based economy [6]. Specifically in Pakistan 21 % of GDP comes from agriculture sector and provide employments opportunity to 45 % people living in rural areas [7]. Last few years Pakistan is also suffered with heavy precipitation and flood which is one of the GHG's blessing. The total damage calculated is 18403 million US dollars, from which 89 % was direct and 11 % was indirect damage to farming community [7]. Energy demand is increased with increasing rate of population. Excessive use of (fossils oil, and gaseous) fuels generate CO₂, NO₂, NH₄ and other greenhouse gases which affect Ozone (O₃) layer. Industrialization and their wastage also are primary source of CO₂ emission, polluted air and water [8]. The polluted water again reach in meadow through water irrigation system enhance certain nutrients in land also reduced crop production and soil also. Air pollution generates different skin and breathing related diseases' and especially allergies for those people living in industrial areas. Hence it proves that climate change has direct and indirect impact on agriculture production which has direct impact on human economic lives. Numerous researches has been done to find effect of climate on agricultural production but still it is a rising issue that need to be redress with the help of research [2,4,5]. Objective of the study is to investigate effect of greenhouse gases CO₂ on agriculture production. This study will be carried out quantitatively. First section will raise problem consequently supported with literature. Second section will comprises of previous researcher's finding on this issue. In third section methodology will be discussed. Forth section will describe the research finding and conclusion. Future research direction and recommendation will be given at the end.

Literature review

Climate change has become a global environmental and economic challenge. Plantation and crop production, are affected by various atmospheric condition, such as high temperature, humidity, rainwater could work as synergistically and destructively with other yield determiner's factors. [9] conducted study in Latin and North America, to look into the effect of physical impact of environmental change on agriculture, in sense of change in crop productivity, livestock yield and effect of the yield alternation on economy. Findings reveal that farmers adaptation of technical skills and knowledge is pivotal to enhance the crop production and price. This study did not highlight the antecedent of climate change and sources of emission of greenhouse gases which is actually requirement of this era to cope up with climate change [5][10][11]. [12] highlighted that energy, industrial sector, use of land, waste and agriculture sector are the main sources of direct (CO₂, NH₄ and NO₂) and indirect (carbon mono oxide, oxide of nitrogen and volatile of methane) emission of GHG in Pakistan. High Consumption of energy in commercial areas support industry meanwhile producing the environmental problem as well which effect human health. As confirmed by [13] that polluted water is outcome of industrial wastage infected the human health badly. The improper handling of polluted water, generate carbon dioxide and methane and have venomous effect on climate, human health, agriculture and economy [14][15]. Purpose of the study was to investigate effect of GHG consequences on agriculture sector of Pakistan. Result shows that minimum temperature has negative relation with Rabi and maximum temperature has positive relation with kharief crop production. In this study only effect of climate change on agriculture and blessing of agriculture sector was discussed. It neglects to expose the dark side of agriculture sector

that is agriculture sector which is itself a big source of CO₂ emission. As [16] proved in research that agriculture land, use of biomass energy and forest areas are the major source of carbon emission and have negative relation with carbon emission. [5] carried out the research in Taiwan to explore the relation of climate change on agriculture production. Empirical findings show that climate change as positive is effect the agrarian production and greenhouse gases are reason of climate change that need to be stop or shut down by appreciating the forestation. [17] conducted the study in Pakistan to find the linkage between CO₂ emission and agriculture sector. Finding shows that increasing rate of carbon dioxide emission could leave drastic results on economy and agriculture productivity because CO₂ has negative relation with agriculture production. Use of fossil fuel, mistreatment of industrial wastage, deforestation are root cause greenhouse gases and infected human life, agriculture production and export of agrarian food [4], [6], [18].

Objective of Study

The specific objective of the study is to;

Find the relationship among emission of greenhouse gas CO₂ on agriculture production of Pakistan.

Methodology:

This study is carried out quantitatively. Agriculture sector of Pakistan is chosen as population. Sample size is data of last fifty year. Data is collected from secondary sources. Agriculture production data is taken from website of state bank of Pakistan and carbon dioxide emission data is taken from website of world development indicator. It was analyzed in Eviews. Simple regression is run.

Findings

Dependent Variable: Crop production	
Independent Variable: CO₂ Emission	
Sample: 50	
Range: 1960-2009	
Variable	
Constant	4304.941
CO ₂ Emission	2053.527
Probability	0.0000
R-squared	.509411
F-Statistic	49.841
Probability	0.000
Durbin Watson	1.51

P value is less than 0.01(p<0.01)

Value of Durbin Watson test is 1.52 provide evidence that there is positive auto correlation exist in data. F value is 49.84 and p value is 0.000 (p<0.01) which is significant. R square shows the goodness of fit of the model. R square value is 50.94 % which means that if 1 % change will occur in emission of carbon dioxide it will bring 50.94 % change in agriculture production. value of regression coefficient is also significant at 0.000 level which is less than p value. It means as the emission of carbon dioxide will increase the agriculture production will decreased. High rate of CO₂ emission have positive relation with low rate of agriculture production.

Conclusion

This study is done quantitatively to find impact of greenhouse gas CO₂ on agriculture production. Result proves that rising rate of CO₂ emission has great impact on agriculture production. In Pakistan agriculture sector consider as backbone of Pakistani economy. Climatic change which is results of carbon dioxide, methane and nitrous oxide released from uses of oil, gaseous and fossils fuels. There is need to discourage deforestation at governmental, developed

some policies for dumping of industrial wastage and ensured implementation of these policies. Major problem is lack of awareness about global warming especially in developing countries where people are have no idea about greenhouse gases and its impact on environment.

Limitations

This research is done quantitatively. In future qualitative techniques could be used. Only impact of CO₂ emission on agriculture production is checked. For future perspective combine effect of three gases (CO₂, NH₄ and NO₂) on agriculture sector must be explored. Awareness of greenhouse gases effect need to explore.

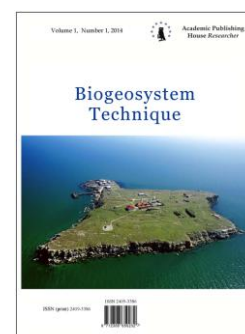
References:

1. MedRanks Directory. (2011, May 16). Retrieved 3 31, 2013, from <http://www.medranks.com>
2. Hanif, U., Ahmad, D.R., Malik, D.K., & Haider, D.S. (2010). Economic impact of climate change on agricultural sector of punjab. Changing Environmental Pattern and its impact with Special Focus on Pakistan.
3. Stern, N., Peters, S., Bakhshi, V., Bowen, A., Cameron, C., Catovsky, S., et al. (2006). Stern Review: The Economics of Climate Change. Economic and Social Research Institute. London: HM Treasury.
4. Janjua, D.P., Samad, G., & Khan, N.U. (2010). Impact of Climate Change on Wheat Production:Case study of Pakistan.
5. Chang, C.C. (2002). The potential impact of climate change on Taiwan's agriculture. *Agricultural Economics*, 27, 51-64.
6. Shakoor, U., Saboor, Abdul, Ali, I., & Mohsin, A. Q. (2011). Impact Of Climate Change On Agriculture: Empirical Evidence From Arid Region. *Pak. J. Agri. Sci*, 48 (4), 327-333.
7. (2011-2012). Economic Survey of Pakistan.
8. Hamad Elgazwy, A.-S. S., & Bhangar, M. I. (2007). Overview of the Environmental Impacts of the Uses of Coal, Thermal, Hydroelectricity, Oil, Gas, Fuel & Wood etc. in Pakistan. *Global Journal of Environmental Research*, 1 (1): 01-06, 2007, 1 (1), 1-6.
9. Adams, R. M., Hurd, B. H., Lenhart, S., & Leary, N. (1998). Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. *CLIMATE RESEARCH*, 19-30.
10. Schneider, S. (2001). What is "Dangerous" Climate Change?, *Nature*. 17-19.
11. Schneider, S. (2002). Can we Estimate the Likelihood of Climatic Changes at 2100? *Climate change*.
12. Khan, B., & Baig, D. M. (2003). Pakistan:Preliminary National green house gas inventory. *J. appli. Sci. Environ. Mgt*, 7, 49-54.451
13. Ashraf, M. A., Maah, M. J., Yusoff, I., & Mehmood, K. (2007). Effects of Polluted Water Irrigation on Environment and Health of People in Jamber, District Kasur, Pakistan. *International Journal of Basic & Applied Sciences*, 10 (3).
14. Rosso, D., & Stenstrom, M. (2008). The carbon-sequestration potential of municipal wastewater treatment. *Chemosphere*, 70 (8), 1468-75.
15. Wikipedia. (2008). Retrieved 3 2013, from Wastewater. From: <http://en.wikipedia.org/wiki/Wastewater>
16. Pant, K. P. (2009). Effects Of Agriculture On Climate Change: A Cross Country Study Of Factors Affecting Carbon EMISSIONS. *The Journal of Agriculture and Environment*, 10.
17. Anees, M., & Ahmed, I. (2011). Industrial Development, Agricultural Growth, Urbanization and Environmental Kuznets Curve in Pakistan. *Munich Personal RePEc Archive*.
18. Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., et al. (2011). Climate change impact on agriculture and costs of adaptation. *International Food Policy Research Institute*.

Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 1, No. 1, pp. 89-96, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.1.89

www.ejournal19.com

UDC 631.43

Soil Water Retention Curve: Experimental and Pedotransfer Data to Forecast Water Movement in Soils*

¹ Evgeny V. Shein² Natalia S. Kukharuk³ Sofia S. Panina

^{1,3} Lomonosov Moscow State University, Russian Federation
119991, Moscow, Leninskie Gory
Faculty of soil science

² Belgorod State University, Russian Federation
E-mail: evgeny.shein@gmail.com

Abstract

Soil water retention curve (WRC) - the most important hydrological characteristics of soils, which determines the movement of moisture and soluble substances in soils. This relationship between soil moisture and capillary pressure of moisture, is included in all forecasting mathematical models of moisture movement in the soils. To assess the adequacy of model calculations with using the WRC, obtained by different methods, WRC was defined by experimental laboratory methods, or was calculated by using pedotransfer functions (PTF). Then the calculated data and field nature experiments on the movement of moisture were compared with. The precision of moisture movement modeling in the soil was significantly determined by the method of obtaining WRC. The results of the experimental modeling of soils water regime, significantly the results of the simulation were located in the following descending order of precision: regional PTF > WRC (water retention curve), obtained by the method of sand-kaolin boxes > WRC, obtained using capillarimeters > PTF used in the program Agrotool (on the basis of the experimentally obtained hydrological constants) > PTF using as predictor of granulometric structure (from the data base ROSETTA) > WRC obtained using the centrifuge method > PTF based on Voronin's «secants». It is recommended to create regional hydrophysical data base to calculate pedotransfer functions for forecasting modeling of soil water movement.

Keywords: hydrophysics of soils; mathematical model; water retention curve; experimental software; pedotransfer functions.

Introduction

Problems of the elaborate study and forecast of substances movement in the soils - currently are highly relevant [1, 2]. This is primarily due to the fact that at the present stage of development of the land hydrology and using the natural waters it is necessary to know and to quantitatively predict the development of one or another natural process, in order to timely and accurately solve the question of their management. Governance issues are always based on the preliminary forecast

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

calculations that are performed on the basis of mathematical models. Now the procedure of predictive modeling is required for registration of pesticides [12, 15], while forecasting the effects of flooding, the development of the urban and agricultural water supply systems, the management of water resources, etc. [17] It is considered that at the current moment the management of water using is not directed at the construction of new systems, but on the accurate management of existing ones [18].

The main difficulties in the application of mathematical physically-based models are primarily associated with the obtaining the adequate experimental material on hydrophysical properties of soils [11, 14]. That is why presently the most topical issues related to obtaining and using of experimental support for that kind of models.

As an experimental support of the model the hydrophysical properties of soils, first of all, water retention curve (WRC), and primarily the moisture permeability function are used. Modern soil physics uses a variety of methods for determination: the direct experimental determination of WRC by various methods [3, 4, 6, 7], and various calculation methods (pedotransfer functions) [10, 16, 22]. This fact poses a researcher with the task of selecting the most appropriate method of obtaining experimental support of the model.

The objective research is a quantitative comparative evaluation of experimental and calculation dynamic data on soil moisture in conditions of non-pressure and low - debit infiltration and analysis of the most suitable method of obtaining experimental support for the using model (program HYDRUS-1D).

Research tasks: (1) experimental study of the soil moisture dynamics at non-pressure and low-debit infiltration and subsequent evaporation in the field condition; (2) a description of the process of water transfer using physically-based model HYDRUS, (3) failure analysis and modeling (4) substantiation of the optimum way of getting hydrophysical properties for predictive mathematical models

Objects and methods. The object of the study is middle-loamy soil on the carbonate loess-like loams of the Vladimir Opol'e . These agrosols are described in detail in the literature [5, 13].

Some physical properties, which were subsequently used in calculating of pedotransfer functions, are presented in Table 1.

Table 1: Some physical properties of grey forest soils of Vladimir Opol'e

Depth, cm	Granulometric composition, %			Soil density, g/cm ³	Field capacity, %	Filtrstion coefficient, cm/day	Organic carbon conc, %
	<0.002	0.002-0.05	>0.05				
0-5	17,39	80,66	1,95	1,10	37,34	60	1,91
5-10	17,35	80,21	2,44	1,16	37,21	58	1,86
10-20	17,21	80,00	2,79	1,21	37,08	52	1,78
20-30	17,63	81,62	0,75	1,33	38,58	26	1,76
30-40	16,00	82,43	1,57	1,36	38,20	32	1,63
40-50	17,35	81,76	0,89	1,33	37,37	35	1,42
50-60	17,32	82,09	0,59	1,39	35,26	35	0,72

In the framework of this study the experimental (field experience) and calculated (using predictive mathematical model) and study of the moisture movement in the conditions of low pressure infiltration were conducted.

In the field conditions in 2009 and 2010, the movement of moisture by a special technique on soil monoliths was explored. According to the scheme of experience two identical in size (42 cm in diameter) and soils monoliths have been prepared. The side walls of the monoliths were wrapped in foil and covered with mounting foam and then they have been buried to prevent the moisture loss and heat. This technique allowed us strictly to meet the condition of one-dimensional (vertical) moisture moving in the soil profile and accurately use all balance-sheet ratios, as due to the isolation of the walls the difficult-to-estimate moisture loss on lateral lamination was liquidated

The experiment was set so that at the same time in both monoliths was held the absorption of water from the surface, but in one case on the surface the constant pressure of 5 cm was maintained and in the other case the water absorption was no pressure (fine-dispersed sprinkling without the formation of the water layer on the surface top). It is assumed that the presence of even a small (3-6 cm of column of water) pressure may change the type of moisture transfer from capillary front with non-pressure absorption to inflectional, on a separate preferential pathways of transfer, when low-debit absorption is taken place. [9]. The difference of the conditions at the upper border (non-pressure and low-debit of infiltration) had to confirm/refute noted previously fact [9], that for the formation of preferential moisture fluxes, in addition to the availability of macropores, cracks, or other inherent soil features of the pore space, the necessary condition is the presence on the soil surface the additional hydraulic pressure.

For the determination of moisture content in monoliths the daily layerwise (0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 cm) drilling for the study of the dynamics of moisture has been conducted. At the end of the experiment on the horizontal grid at these depths the samples (25 experimental points at each layer) for determining the spatial distribution of humidity have been taking. Evaporation from the surface of the soil during the entire period of the experiment was determined with using the small (about 83 cm³) monoliths.

Computational study of the moisture movement in the conditions of low - debit and non-pressure infiltration was conducted with using the mathematical model of moisture transfer - HYDRUS-1D [20, 21]. For the experimental support of the model (first of all, WRC) the following methods were used [7, 11]:

I. Empirical method

1. Method of capillarimeters. The method is based on the fact that in the soil sample the finely porous ceramic filter is inserted. In the filter the controllable rarefaction is formed. This rarefaction is equal to the pressure of moisture. Through some time the balance between the pressure of the moisture in the soil and the controllable pressure in the filter is established. At this point, the equilibrium humidity of the soil is measuring. In turn, setting the rarefaction in the filter and measuring the equilibrium humidity receive the water retention curve for this sample.

2. Method of tenziostates or sand - kaolin boxes. This is a widely used method. In this method use boxes in which as saturated membrane is fine sand, or clay. In the sand boxes the rarefaction 30, 100 is supported, and in the kaolin ones - 300 and 500 cm of the water column. On the membrane the undisturbed structure samples are placed and achieve the balance. At this point, the humidity as experimental point on the water retention curve is measuring.

3. The method of centrifugation (centrifuge). In the centrifuge glass put the saturated sample of the soil. The rarefaction is created in a centrifuge, and the excess water is drained by special tray in the centrifuge tube.

II. Semi-empirical methods (restoration of WRC with hydrological constants and properties of soils – pedotransfer functions, PTF):

1. PTF using in the program Agrotool (PTF_Hydr-const)[19]);

2. PTF on the basis of Voronin's «secants» (PTF_Voronin) [7];

3. On PTF of granulometric structure (PTF_gran). It was used database Rosetta in HYDRUS);

4. On the regional PTF (PTF_region) received by O.A. Troshina [8]. These PTF were obtained by the regression method on the basis of a large number of experimental data on the complex of gray forest soils of the Vladimir Opol'e on the basis of the density of the soil organic matter content and the definitions of WRC by the capillarimetrical method.

One of the tasks of the research is modeling of the mentioned processes, the comparison of the calculated and experimental data in order to characterize what experimental support of the model is the most adequate: WRC obtained by the experimentally above-listed common methods, or using PTF and any the above (1-4) semiempirical approaches.

Results and discussion

We have investigated the distributions of humidity along the profile of agro-gray soil prove that in the absence of pressure on the soil, the moisture after the process of infiltration has been moved to a depth of 30 cm, and in the presence of a hydraulic pressure - up to 40 cm. The spatial distribution of moisture in the end of the experiment (Fig. 1) shows that, for the low-debit

infiltration the statistics of humidity varying is more significant (at depths of 50 and 60 cm quartile and range were about 4–6 and 15–18 %). This is due to the fact that in low-debit infiltration the preferred flows of moisture are manifested. In this context the substance is carried over the separate water «tension bars», channels of macrospores and cracks. The unstable border of moistening with the more rapid movement of water than in the main soil is formed. So in the bottom of the profile there are areas with high humidity. When the non-pressure infiltration there is less variation of humidity (at depths of 50 and 60 cm quartile and range were about 2–4 and 5–10 %), as the water slowly moves through soil and drenches the entire profile evenly.

Modeling of these processes in the program HYDRUS 1D showed that by gravity filtration the model with the introduction of WRC obtained by the methods of capillarimeters and tenziostates and also the regional PTF better than others described the behavior of water in the soil better than others – the average square error of the modeling in this case was the lowest and for the monolith with the presence of pressure on the surface the model with the introduction of WRC received by the tenziostates method, and also taking into account the granulometric composition is the most suitable (Table 2).

Table 2: Quadratic average errors of modeling in using the different experimental support

Experimental support variant	The method of obtaining WRC	Quadratic average error	
		by gravity irrigation	by low-debit irrigation
(1) Method of capillarimeters	experimental	0,0586	0,0541
(2) Method of tenziostates	experimental	0,0536	0,0335
(3) Method of centrifugation	experimental	0,0856	0,0862
(4) On Agrotool programe [17]	PTF based on the data on FC* and WP*	0,0649	0,0541
(5) Method of Voronin's «secants»	Based on the data of porosity, WP and FC**	0,0863	0,0794
(6) On PTF of granulometric structure	On ROSETTA database (in HYDRUS)	0,0724	0,0345
(7) Regional PTF [5]	According to the data for the soils of the Vladimir Opol'e on the basis of density and organic matter content [6]	0,0473	0,0581

*LWC - lowest water-absorbing capacity, WP – wilting point, FC – field capacity

Probably the appreciable errors when using the model of an experimental WRC obtained by the centrifuge method are connected with the fact that when determining WRC occurs the great inaccuracy, which is connected with the using of the small sizes disturbed samples and with the insufficiently accurate setting initial conditions of the experiment (the storage of samples, their drying, various preliminary saturation of the sample by water). In the method of tenziostates the samples of undisturbed composition are used, providing the most accurate determination of hydro-physical characteristic of the soil. The stable and accurate method for the determination of the granulometric composition gives the more reliable results. The worst were the model with using the WRC renewal by Voronin as experimental supply and the method of centrifugation.

Statistical analysis of the inaccuracies (the total errors of humidity calculation along the profile, i.e. for all investigated layers of the monolith) of the models showed that in the case of non-pressure infiltration the smallest errors and their varying occur when using PTF data for Vladimir Opol'e (Fig.2).

For low-debit infiltration the lowest total errors of simulation and their variations are observed when using PTF of granulometric composition. Also among the experimental methods of obtaining WRC the method of tenziostates is the best. The maximal variation of the errors occurs when using the method of centrifugation in both cases under given conditions at the upper border

of the soil profile. Note also that deviation of the central mean of the inaccuracy from zero indicates the possible presence of systematic errors: apparently, in the case of non-pressure infiltration this type of error is the most likely when using PTF on granulometric composition, Voronin's «secants» and the experimental centrifuge method, and when the pressure infiltration of the simulation - when using as a predictor of granulometric composition and using the regional PTF (Fig. 2). We emphasize that extra researches and calculations are needed for the final conclusions about the presence of systematic errors when using different experimental support in the predictive modeling of water regime.

Comparison of models with nonparametric Williams-Klute criterion showed that the best experimental support of the mathematical model HYDRUS-1D is the use of regional PTF.

On the results of the modeling of water regime of soils all experimental support of the model can be arranged in the following order: better suited the use of regional PTF > then WRC obtained by the method of tenziostates > WRC obtained by the method of capillarimeters > PTF which use in the program Agrotool (on the basis of the experimentally obtained hydrological constants) > PTF that use as predictors of granulometric structure (from the ROSETTA data base > WRC obtained by centrifuging > PTF, on the basis of Voronin's «secants».

Apparently, from conducted researches the following methodical recommendation for researchers of water regime of soils can be done: in regional studies, forecasts, optimization of water regime of soils, it is necessary to create their own regional hydrological databases, which, even in the case of a small number of predictors (as in this case, only the density and organic matter content) provides with physically based models the sufficiently accurate and reliable description of one-dimensional water regime in the scale of soil profile.

Resume

1. The transference of moisture considerably differs, even for small changes of the conditions at the upper border, primarily due to the mechanism of the moisture transference. In the presence of the head of moisture on the soil surface can occur the preemptive streams of moisture, that essentially changes the physical mechanism of the transference of moisture and, accordingly, the mathematical description and the using models.

2. Different experimental support gives the significantly different errors of the modeling. All studied methods of obtaining WRC give the great dispersion of the modeling errors. Among experimental methods the smallest errors can occur when using the methods of capillarimeters and tenziostates, and with using PTF – in the case of regional PTF with density of soils and organic matter content as predictors.

3. The using of the regional PTF is the most adequate experimental support for the mathematical model HYDRUS-1D, describing the processes of non-pressure and low-debit infiltration and the further redistribution of moisture in the soil profile

Conclusion

In this article the approach of the comparative evaluation of different methods of obtaining hydrophysical information for accurate predictive modeling in scale of pedon is suggested. It should be noted that all the results are given only for one type of the soil; therefore it is impossible to affirm with confidence about the suitability of similar data for other soils.

References

1. Sood Aditya, Ritter William F. Evaluation of Best Management Practices in Millsboro Pond Watershed Using Soil and Water Assessment Tool (SWAT) Model. *J. Water Resource and Protection*, 2010, P. 2, 403-412.
2. Neitsch S. L., Arnold J. G., Kiniry J. R., Williams J. R. and King K. W., «Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation, Version 2000», Soil and Water Research Laboratory and Blackland Research Center, Grassland, 2002.
3. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Methods of research the physical properties of soils. M: Agropromizdat, 1986.
4. Globus A.M. Experimental hydrophysics of soils. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1969, 356 p.
5. Model of adaptive-landscape farming of the Vladimir Opol'e // Collective monograph edited by Kiryushina V.I. M.: Agropromconsult 2004.

6. Field methods of agrophysical research of the soil cover. Methodical manual / Shein E.V., Zinchenko S.I., Bannikov M.V., Pozdnyakov A. I., Zinchenko V.S. Vladimir, 2009, 68 p.
7. Theory and methods of physics of soils / Ed. By E.V. Shein, L.O Karpachevskiy. M: Grif &Ko, 2007, 616 p.
8. Troshina O.A. Physical properties and elements of the hydrothermal regime integrated soil cover of the Vladimir Opol'e (on example of the agricultural field, VNIISH). Abstract of thesis for Ph.D degree. M., 2009, 30 p.
9. Umarova A.B. Predominant flows of moisture in soils: regularities of formation and importance in the functioning of soils. M: GEOS. 2011. 266 p.
10. Shein E.V., Arkhangelskaya T.A., Goncharov V. M., Guber A.K., Pochatkova T.N., Sidorova M.A., Smagin A.V., Umarova A.B. Field and laboratory methods of research of physical properties and regimes of soils. M: Moscow state University, 2001.
11. Shein E.V., Gudyma I.I., Mokeichev A.V. Methods of determination of basic hydrophysical functions for modeling purposes, Vestn. of the Moscow. University. Series 17, Soil science. 1993, № 2. P. 18-24.
12. Shein E.V., Kokoreva A.A., Gorbatov V.S., Umarova A.B., Kolupaeva V.N. Evaluation of the sensitivity, setting and comparing the patterns of pesticides migration in the soil according to the lysimetric experiment // Soil science, 2009, №7. P. 824-833.
13. Shein E.V., Marchenko K.A. Correlation ways of moisture movement and spatial distribution of soil density of the Vladimir opolye // Soil science, 2001. № 7. P. 823-833
14. Shein E.V., Pachepsky YA, Guber A.K., Chekhova T.I. Features of the experimental determination of hydrophysical and hydrochemical parameters of mathematical models of water - and salt transfer in soils. Soil science. №12, 1995, P. 1479-1486
15. Shein E.V., Spiridonov Y.A, Smetnik A.A. Migration of pesticides in soils. M: RACHN-VNIISH vniif, 2005. 336 p.
16. Bouma J. Hydropedology as a powerful tool for environmental policy research // Geoderma. 2006. V. 131. P. 275-280.
17. Catchment water balance modelling in Australia1960-2004/ W/Bougton. Agricultural Water management/2005/ P. 71, 91-116.
18. Hydro-economic models: Concepts, design, application and future prospects. Julien J. Harou, Manuel Pulido-Velazkes, David E.Rosenberg, Josee Medellin Azuara, Jey R.Lund, Richard E.Hiwitt. Journal of Hydrology, 2009. P. 375, 627-643.
19. Poluektov, R.A. Agrotool – a system for crop simulation/ R.A. Poluektov, S.M. Fintushal, I.V. Oparina, D.V. Shatskikh, V.V. Terleev, E.T. Zakharova // Archves of Agronomy and Soil Science, 1476-3567. – 2002. Vol. 48, Issue 6. P. 609-635.
20. Simunek J., van Genuchten M. Th. and M. Sejna M. The HYDRUS-1D Software Package for Simulating the One-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably-Saturated Media. Department of environmental sciencesuniversity of California Riverside, 2005.
21. Van Genuchten M.T., Leij and Yates SR, The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils, US Salinity Lab, Riverside, CA (1991).
22. Wilding L.P., Lin H. Advancing the frontiers of soil science towards a geoscience// Geoderma. 2006. V. 131. P. 257-274.

Figures

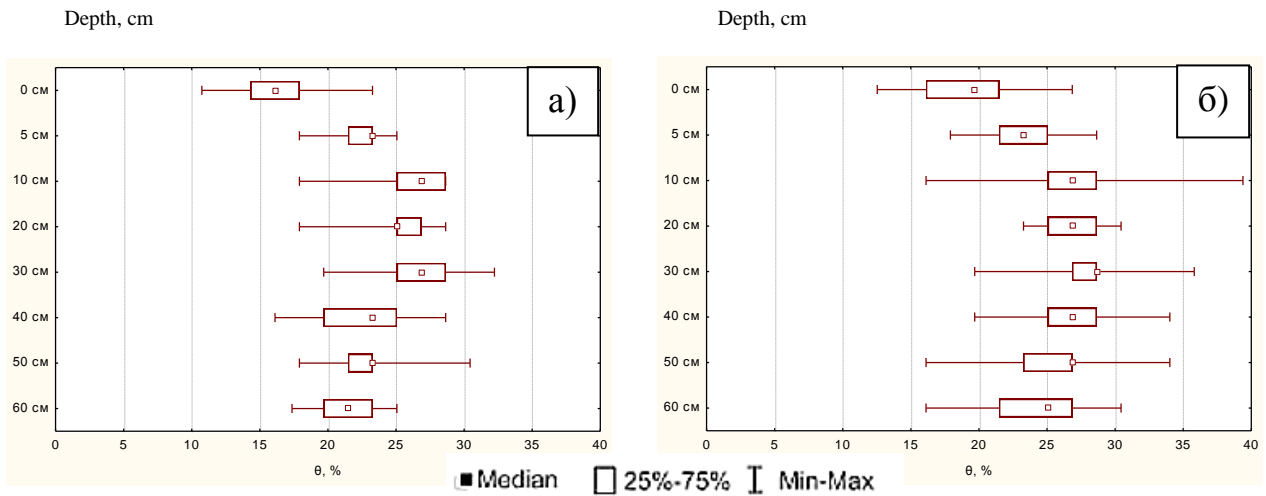


Fig. 1. Statistics of the humidity distribution on the layers of the soil profile in 5 days after irrigation (a – by gravity filtration, b – by low-debit filtration)

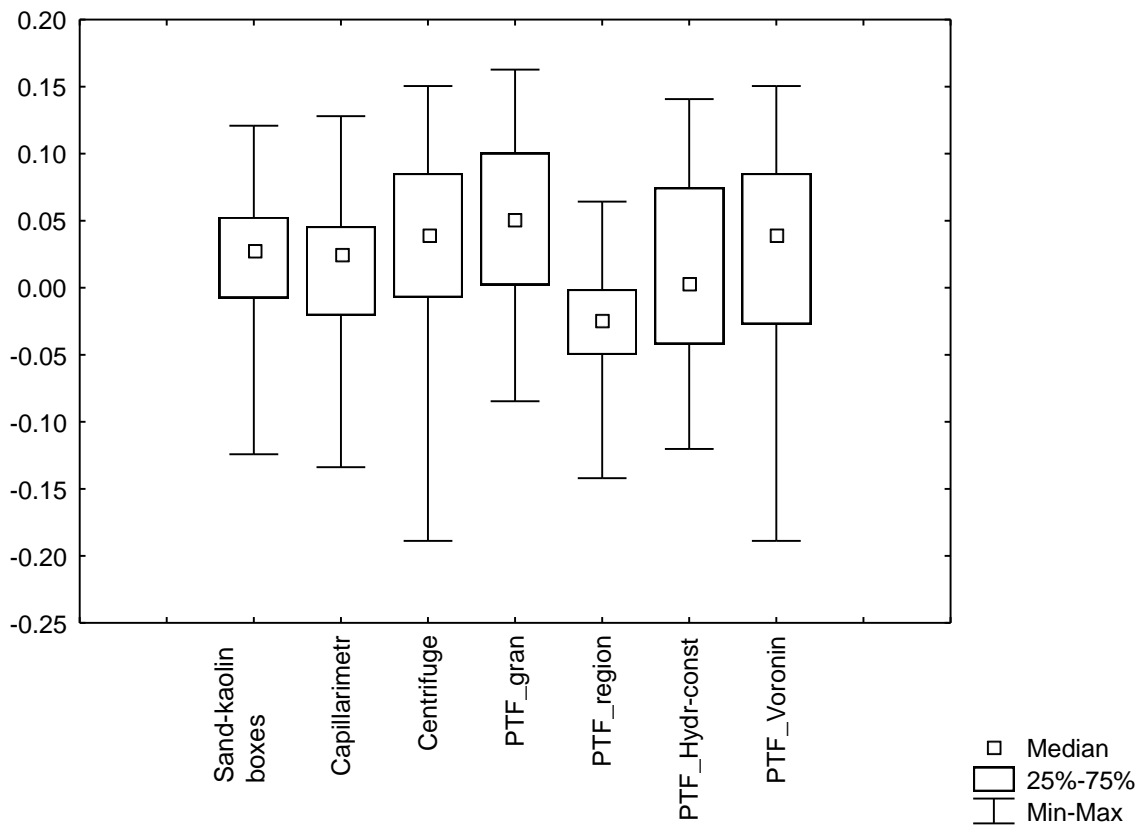


Fig. 2. Inaccuracies (the total errors of humidity calculation along the profile, i.e. for all investigated layers of the monolith) of the model for water retention curve derived by different experimental data and PTF calculations

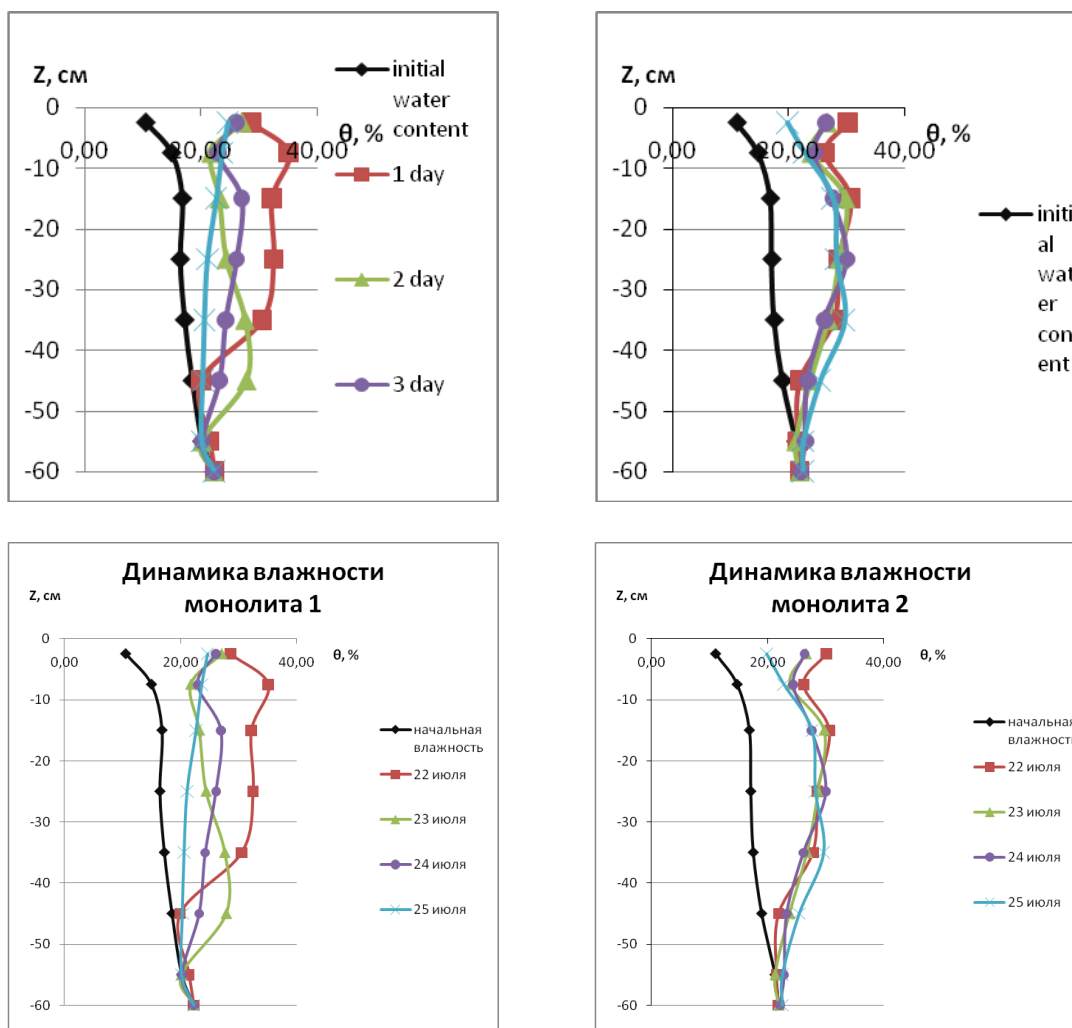


Fig. 3. Humidity distribution along the soil profile before and after irrigation (a – by gravity filtration, b – by low-debit filtration)