



International Journal of Environmental Problems

Has been issued since 2015.
ISSN 2410-9339, E-ISSN 2413-7561
2016. Vol.(4). Is. 2. Issued 2 times a year

EDITORIAL BOARD

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

Bashkin Vladimir – Scientific-Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies – GAZPROM VNIIGAZ, Moscow, Russian Federation

Bityukov Nikolai – Sochi State University, Russian Federation, Sochi, Russian Federation

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

Davitashvili Magda – Telavi State University, Telavi, Georgia (Deputy Editor-in-Chief)

Ivashkina Irina – Research and Design Institute of the General Plan of Moscow, Moscow, Russian Federation

Kalinichenko Valery – Institute of Soil Fertility of South Russia, Persianovsky, Russian Federation

Kochurov Boris – Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

Okolelova Alla – Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Journal is indexed by: **Cross Ref, OAJI, MIAR**

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 opini

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

Website: <http://ejournal33.com/>
E-mail: sochio03@rambler.ru

Founder and Editor: Academic Publishing
House *Researcher*

Passed for printing 2.09.16.
Format 21 × 29,7/4.

Headset Georgia.
Ych. Izd. l. 4,5. Ysl. pech. l. 4,2.

Order № EP-04.

International Journal of Environmental Problems

2016

Is. 2



International Journal of Environmental Problems

International Journal of Environmental Problems

2016

№ 2

Издается с 2015 г.
ISSN 2410-9339, E-ISSN 2413-7561
2016. № 2 (4). Выходит 2 раза в год.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Волков Александр – Сочинский государственный университет, Сочи, Российская Федерация (Главный редактор)

Башкин Владимир – Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ, Москва, Российская Федерация

Битюков Николай – Сочинский государственный университет, Сочи, Российская Федерация

Глазко Валерий – МСХА имени К.А. Тимирязева, Российская Федерация

Давиташвили Магда – Телавский государственный университет, Телави, Грузия (заместитель главного редактора)

Ивашкина Ирина – Научно-исследовательский и проектный институт Генерального плана г. Москвы, Москва, Российская Федерация

Калиниченко Валерий – Институт плодородия почв юга России, Персиановский, Российская Федерация

Кочуров Борис – Институт географии РАН, Москва, Российская Федерация

Околелова Алла – Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация

Журнал индексируется в: **Cross Ref, OAJI, MIAR**

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://ejournal33.com/>
E-mail: sochio03@rambler.ru

Подписано в печать 2.09.16.
Формат 21 × 29,7/4.

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

Гарнитура Georgia.
Уч.-изд. л. 4,5. Усл. печ. л. 4,2.
Заказ № EP-04.

CONTENTS

Articles and Statements

- Distribution of Potential Non-Canonical DNA Motif in Proviral DNA Genes of the Avian Influenza and Bovine Leukemia Retroviruses
Valery I. Glazko, Gleb Yu. Kosovsky, Tatina T. Glazko 89
- Optimizing the Matter Flow in Biosphere and the Climate of the Earth at the Stage of Technogenesis by Methods of Biogeosystem Technique (Problem-Analytical Review)
Valery P. Kalinitchenko 99
- Reconstruction of Paleoclimatic Conditions of the Second Half of the Holocene on the Results of the Study of Buried and Floodplain Soils in the South of the East European Plain
Fedor N. Lisetskii, Alexander V. Matsibora, Vitaliy I. Pichura 131

Reviews

- Glazko V.I. Ecology of the XXI century (dictionary of terms). Reference and encyclopedic literature. M.: KURS: INFRA-M 2017. 992 p.
Michael S. Sokolov 149

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
International Journal of Environmental Problems
Has been issued since 2015.

ISSN: 2410-9339

E-ISSN: 2413-7561

Vol. 4, Is. 2, pp. 89-98, 2016

DOI: 10.13187/ijep.2016.4.89

www.ejournal33.com



Articles and Statements

UDC 636.2:636.01:575.174.015.3:577.2.08:51-76

Distribution of Potential Non-Canonical DNA Motif in Proviral DNA Genes of the Avian Influenza and Bovine Leukemia Retroviruses

Valery I. Glazko ^{a,*}, Gleb Yu. Kosovsky ^b, Tatina T. Glazko ^b

^aCentre of Experimental Embryology and Reproductive Biotechnologies RAAS, Moscow, Russian Federation

^bRussian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiriazev, Moscow, Russian Federation

Abstract

A comparative analysis of distributional density of the DNA regions potentially predisposed to quadruplex formation was conducted on proviral DNA encoding hemagglutinin (HA) and neuroaminidase (NA) of the avian influenza virus, and also on the env and pol genes of bovine leukemia virus. We discovered that increased genetic heterogeneity of the HA gene coincides with the high frequency of appearance of nucleotide sequences predisposed to G4 quadruplex formation compared to the NA gene. Similar tendency was observed during the comparison of distribution of potential G4 quadruplexes in the env and pol genes of the bovine leukemia virus. Data obtained allowed to suppose that non-overlapping sequences with relatively heightened predisposition to G-quadruplex formation can reflect, to a large extent, recombination events. And variable sequences can reflect the nucleotide context that contributes to appearance of new mutations. In the present article we discuss possible connection between increased density of non-canonical nucleotide structures in genes, products of which interact with receptors of target cells, and their genetic heterogeneity supported in the host-pathogen system.

Keywords: avian influenza virus, bovine leukemia virus, hemagglutinin, neuroaminidase, reverse transcriptase, RT-PCR, G4 quadruplexes.

1. Introduction

Unification and globalization of farm animals' fodder and genetic material, unstable region borders of new pathogenic isolates leads to a necessity to develop new methods for identification and prognosis of appearance of the new variants of pathogens. These problems gained extreme importance over the past several years (Babii et al., 2015; Cheshko et al., 2015; Glazko, 2014; Glazko et al., 2015; Glazko V., Glazko T., 2015; Glazko V., Glazko T., 2016; Glazko et al., 2016), as well as the concern on the quality of environment (Kalinichenko, 2015). Thus, ILRT studies suggest

* Corresponding author

E-mail address: vigvalery@gmail.com (V.I. Glazko)

that about 2,3 billion people are infected with pathogens carried by animals every year and about 1,7 million of them die (<http://www.healthmap.org>, 2016).

As a rule, such infectious agents include retroviruses, in particular the avian influenza virus. A distinctive feature of retroviral evolution is the fact that accumulation rate of new genetic variants in host's organism is always slower than that between the hosts (Morelli et al., 2013). It was suggested that the mean frequency of spontaneous mutations in retroviruses can reach values in the range of 10^{-3} - 10^{-5} to a single nucleotide to a single transcriptional cycle (Duffy et al., 2008). High rate of the retroviral evolution requires development of prognostic methods to predict appearance of mutations in the regions directly associated with viral pathogenicity. One of the promising directions lies within study of the distributional density and the regions of localization of nucleotide sequences potentially predisposed to higher frequency of mutations in retroviral genomes. At present, there are data indicating that the ability to overcome barriers to cross-species transmission and appearance of viral pathogenicity of the avian influenza virus in humans is the result of mutations, which lead to amino acid substitutions in a distinctive domain of hemagglutinine. The resulting protein participates in the interaction with lymphocyte receptors (Xiong et al., 2013).

Highly pathogenic avian influenza (HPAI) virus that belongs to A/H5N1 subtype was initially discovered in geese in the Chinese province of Guangdong in 1996 (Choi et al., 2005). Since its' first appearance, outbreaks of H5N1 were discovered among avian populations of the Eastern Asia, Western Africa and even England. H5N1 is primarily an infectious agent of birds. Due to the wide spread of the infection more than 200 million birds died or were destroyed worldwide (Fouchier et al., 2005; World Health Organization, 2008). The origin of the H5N1 expansion in many countries is the population of domestic birds. At present, the virus is often able to overcome cross-species barriers (Choi et al., 2005).

The major antigene determinants of the type A avian influenza virus are hemagglutinin (HA) and neuroaminidase (NA). These are transmembrane glycoproteins capable of initiating a full subtypical specific immunological reaction. Vietnam is a country where incidents of the highly pathogenic avian influenza virus H5N1 infections are most common. The virus was identified for the first time in 2001 (Choi et al., 2005). Since December 2003 outbreaks of infection were registered among domestic birds in more than 59 provinces out of 64. The first case of infection in a human was registered in Vietnam in 2004. By August 2012 there were already 123 cases, 61 of which were lethal according to WHO (Wan et al., 2008).

During the last few years, special attention was devoted to investigation of the mechanisms and molecular and genetic basis of the spreading of different retroviral infection (Bovine leukaemia virus, BLV) among farm animals. The relevance of such research is determined not only by economical losses in diary production (about 525 million dollars a year), but also by the fact that in a large number of studies infectivity and genetic heterogeneity of the different regions of the BLV genome is viewed as an experimental model, which allows investigation of genetic conditions of spreading mechanisms of such retroviruses as, for example, HTLV (Human T-cell Lymphotropic Viruses) (Gillet et al., 2007; Hajj et al., 2012).

Bovine leucosis virus (BLV) infectivity and its' ability to neutralize immunological responses are connected with the envelope glycoprotein gp51 and the transmembrane glycoprotein gp30 encoded in the sequences of the *env* gene (Rola-Luszczak et al., 2013). The ability of those coding sequences to accumulate non-synonymous nucleotide substitutions, which affect immunogenicity and infectivity characteristics of BLV, at fast rate is shown in experiments *in vitro* (Johnston et al., 2002).

In Russia identification of the viral carrier state for a number of retroviruses of the farm animals in most cases is conducted using methods of evaluation of presence of the antibodies against envelop proteins of retroviruses in the blood samples. However high speed of mutations in *env* gene, dependence of antibody genesis on the age of the animal and other characteristic of animal immune system, problems with identification of antibodies in sperm products during AI significantly lower reliability of immunological methods for pathogen control. Existing detection methods based on diagnostics of the proviral DNA integration into host's genome are complicated by the high variability of proviral genes, genomic overlode with endogenous retroviruses and their debris in mammals. The complication exists, because those methods are based on the design of

primers for the regions of proviral DNA with understudied mutability and potential predisposition to cross hybridisation with the dispersed repeats of host's genome.

According to literature, there is growing evidence that the higher predisposition to spontaneous mutations of a certain DNA region is the result of increased localization density of non-canonical DNA structures such as G-quadruplexes. G-quadruplexes are four stranded structures, in which guanines form a plane with their transversal bonds and obtain increased heat stability (Collie, Parkinson, 2011). It can be expected that the discovery of such regions in the genes, products of which play a significant role in retroviral pathogenicity can facilitate future development of the methods to predict their variability.

To verify possible connection between spontaneous polymorphism of the retroviral structural genes and their participation in the formation of retroviral infectivity, analysis of distribution of the nucleotide motifs potentially predisposed to G-quadruplex formation (G-quadruplex sequences) was made using cDNA RNA of such genes as hemoagglutinin and neuroaminidase of the avian influenza virus and the env and pol genes (reverse transcriptase) of the bovine leucosis virus.

2. Materials and methods

The sequencing results of the genome segments of the hemagglutinin gene and neuroaminidase genes (HA and NA) from 24 isolates of the avian influenza virus obtained from poultry populations in different regions of Vietnam were published earlier (Toan et al., 2013). The segments were compared against sequences of type A H5N1 virus published in GenBank database and accessible for analysis. The analysis included sequences of the HA segment (about 1700 bp) and the NA segment (about 616 bp).

The BLV *env* gene (1548 bp) and *pol* (2538 bp) sequences were obtained from the database presented at GenBank (AF547184.2 and D00647.1). A comparative analysis of non-synonymous to synonymous substitutions ratios (Kn/s ratio) was done for protein-coding gene sequences of the env and pol genes. In the gene env nucleotide substitutions were calculated separately for different functionally significant regions of this gene. These regions encode glycoprotein gp51, which participates in the direct contact of viral particles with receptors of target cells, and glycoprotein gp30, which forms transmembrane domain. Sequences published in the GenBank database were used. Sequence alignment was done manually using BioEdit software and CLUSTAL W software. Amino acid sequences were obtained using software program "Mega".

Localization of G-quadruplexes in the sequenced fragments was evaluated using QGRS Mapper program (Quadruplex forming G-Rich Sequences). Sequence potentially predisposed to quadruplex formation represents following structure: G₂-5NL₁, G₂-5NL₂, G₂-5NL₃, where NL₁-3 are loops of various length and nucleotide composition.

Homology search in archive of repeats was conducted using RepeatMasker and Gini (<http://www.repeatmasker.org/>; <http://www.girinst.org/censor/>).

3. Results and discussion

Sequencing of the HA gene segment from the avian influenza virus isolates allowed us to discover high variability in this segment compared to the sequence of the HA gene A/goose/Vietnam/3/05 from the H5N1 strain published earlier. In general, polymorphism was observed in the regions between nucleotides number 406 and 476, number 639 and 720, number 935 and 996, number 1385 and 1442. All of those regions encode the HA protein (Toan et al., 2013). A total of 74 amino acid substitutions were discovered. Nucleotide substitutions were also found in segments of the NA gene during comparison of the sequenced DNA regions with the published sequence of the NA gene from A/HongKong/483/1997 (H5N1) strain. However such substitutions were found only between nucleotides number 445 and 756 in the NA gene. And there were significantly fewer substitutions (30) compared to the HA gene. The data obtained is the evidence of relatively increased genetic heterogeneity of sequences regions of the HA compared to the NA gene (Toan et al., 2013).

A comparative analysis of the nucleotide sequences potentially predispose to G-quadruplex formation was conducted in order to validate a possible connection between observed differences and distinctive features of the structural organization of these genes. Higher density of such sequences is observed in the DNA double-strand break "hotspots" (DSB). Localization of G-

quadruplex structures in sequenced fragments of the genome was evaluated using QGRS (Quadruplex forming G-Rich Sequences) Mapper.

The following data were obtained as the result of our study. Seven non-overlapping potential G-quadruplex structures (Fig. 1) and 138 overlapping sequences potentially predisposed to G-quadruplex formation were observed in the hemagglutinin gene fragment 1779 bp in length. In general these sequences were concentrated in two regions of the gene. The first segment was 42 bp in length (nucleotides number 1076 to 1117), where 117 potential G-quadruplex sequences were discovered. The second segment was 13 bp in length (nucleotides 1258 to 1270), where eleven potential G-quadruplex sequences were discovered (Fig. 1, 2). It is important to point out that this segment in particular contains nucleotide triplets coding for amino acids 342-346 of the hemagglutinin. These amino acids form domain of the hemagglutinin, which is directly connected with the virulence of the avian flu virus type A (Horimoto, Kawaoka, 1994).

There were significantly fewer sequences of that kind in the examined fragment of the NA gene. Only four non-overlapping sequences potentially predisposed to G-quadruplex formation and only eight overlapping sequences were discovered in the region 1401 bp in length. Three out of eight of the overlapping sequences were located between nucleotides number 543 and 564 (Fig. 3).

No homologous sequences with repeats found in RepeatMasker and Giri archives were discovered in the examined regions of the genes HA and NA of the avian flu virus.

Then we conducted a distribution density analysis of the sequences potentially predisposed to G-quadruplex formation for the BLV genes *env* and *pol*, because these genes also differ in terms of genetic heterogeneity (Rola-Luszczak et al., 2013).

As it turned out, four non-overlapping sequences potentially capable of G-quadruplex formation and 105 overlapping sequences were discovered in the region of the *env* gene 1548 bp in length. The major part of the sequences was localized in three segments of this gene: between nucleotides number 272 and 296 (34 variants), between nucleotides number 1080 and 1109 (19 variants) and between nucleotides number 1080 and 1272 (69 variants).

The nucleotide sequence *env* codes for a signal peptide that consists of 33 amino acids (nucleotides number 1 to 99), for the envelope glycoprotein gp51, which consists of 301 amino acids and starts with tryptophan (nucleotides number 100 to 901), and the transmembrane glycoprotein gp30, which contains amino acids 302 to 515 and starts with serine (nucleotides number 904 to 1545).

According to data obtained by Moratorio et al. (2013), who were the first to describe in significant detail all amino acid sequences of the BLV proteins, it is possible to see that 34 overlapping variants of potential G-quadruplexes located between nucleotides number 272 and 296 (amino acids 91 to 99) coincide with the region of the conformational epitope.

It is known that the antibodies against epitopes F, G and H of the gp51 glycoprotein possess neutralizing activity. No BLV strain was found, in which antigens F, G and H were absent at the same time. This implies that these epitopes are connected with viral infectivity (Moratorio et al., 2013). Rabbit antibodies against peptides 9–48, 78–92, 144–157 and 177–192 neutralize VSV/BLV pseudotypes *in vitro*, which is also a sign of their connection with viral infectivity (Johnston et al., 2002).

According to the literature (Johnston et al., 2002), amino acids number 144 to 157 correspond to a region of the HTLV-1 envelope glycopeptide that also participates in antibody neutralization. Cell fusions into syncytium are inhibited by antibodies against peptides 64-73, 98-117 and 177-192 (Johnston et al., 2002). The last sequence (especially amino acids P177 and D178) is an epitope of a T-helper and stimulates proliferation of lymphocytes obtained from infected cows. CD8-dependent cytotoxic activity is associated with peptides 121-140, 131-150, or 24-31. Modeling of protein folding shows that the receptor binding to the target cells is formed by the most effective neutralizing epitopes (Johnston et al., 2002).

The remaining two segments with high density of overlapping sequences potentially predisposed to G-quadruplex formation are localized in the transmembrane glycoprotein gp30 (amino acids 360 to 424), which coincides with important domains of this protein (from (Johnston et al., 2002)). The transmembrane (TM) protein gp30 plays a key role during cell fusion, since it destabilizes cytoplasmic membrane of the target cells due to its ability to be inserted into the lipid bilayer. Two domains of the *env* protein 19-27 and 39-103 are also necessary for effective cell fusion (Johnston et al., 2002).

Region 104-123 interacts with zink and significantly influences infectability of the virus *in vivo* (Johnston et al., 2002). Besides having a role in cell fusion, TM protein also participates in the signaling pathway through a motif located on the cytoplasmic end of tyrosine-based immunoreceptor (immunoreceptor tyrosine-based activation, ITAM). The key sequence in ITAM is YXXL motif, where X represents variable residue (Johnston et al., 2002).

Ten non-overlapping sequences potentially predisposed to G-quadruplex formation and 49 overlapping sequences were found in the *pol* gene 2538 bp in length (Fig. 4). This is significantly lower than the density of distribution of these elements in the *env* gene.

We also conducted comparative analysis of the distribution of single nucleotide substitutions (polymorphism) for different regions of the BLV *env* and *pol* genes in the proviral DNA and (comparative) analysis of a ratio of non-synonymous to synonymous substitution frequencies (Kn/s ratio) for coding sequences of those genes. Following data were obtained.

In the proviral DNA of the *env* gene the frequency of nucleotide substitutions was 0.1766 in sequences encoding gp51 (Kn/s was 0.5955) and 0.1636 in the sequences encoding gp30 (Kn/s was 0.3636). Calculations were based on the analysis of 52 sequences presented in GenBank database.

The data obtained signify that the frequency of non-synonymous substitutions in the genomic sequence encoding gp51 is significantly higher compared to the gp30 sequence (0.5955 vs 0.3636), even though there is a similarity between mean frequencies of nucleotide substitutions in these sequences summarily. This difference suggests that there exists more intense pressure of the “purifying” selection on the gp30 sequence compared to the gp51 sequence. It can be expected that this higher pressure is caused by the fact of the gp30 glycoprotein belonging to a transmembrane protein family.

Ratios of nucleotide substitutions to a single nucleotide in three regions of the *pol* gene between nucleotides number 2325 and 2818 of the proviral genome (29 sequences), between nucleotides 3986-4218 (35 sequences), and between nucleotides 4499-4631 (33 sequences) were close to each other: 0.1417, 0.1552, and 0.1654, respectively. The only exception was the fragment between nucleotides number 4257 and 4393 (38 sequences), where the mean level of substitution was relatively high (0.2774). The lowest value of Kn/s was observed in 3986-4218 regions (0.2414). Ratios close to the one discovered in the gp30 gene were found in two regions of the *pol* gene between nucleotides 2325 and 2818 and nucleotides 4499 and 4631. Kn/s were equal to 0.4000 and 0.4667, respectively.

The highest values of Kn/s (0.9000) were observed in the *pol* gene between nucleotides number 4257 and 4393. There was also the highest ratio of the mean frequency of nucleotide substitutions to a single nucleotide. A close to one Kn/s ratio in this region can indicate absence of intensive influence of the “purifying” selection, therefore the probability of mistakes becomes higher, when this region is used for diagnostics of proviral DNA integration into host genome.

A relatively high frequency of nucleotide substitutions to a single nucleotide (0.6667) with relatively high value of Kn/s (0.7143) is observed in regions with increased density of potential G-quadruplex structures. Two non-overlapping sequences potentially predisposed to G4-quadruplex formation were localized in the *pol* gene segment between nucleotides number 4256 and 42780.

The data obtained can serve as evidence for existence of significant differences in ratios of non-synonymous to synonymous substitutions in the examined genes of proviral DNA, which apparently reflects different intensities of the “purifying” selection. A certain association of relatively high frequency of non-synonymous nucleotide substitutions and increased localization density of nucleotide sequences predisposed to G4-quadruplex formation (for example, fragments between nucleotides 272 and 296, amino acids 91-99 of the *env* gene) were also discovered in separate regions of the examined genes.

In addition, a search for homology to the BLV *env* and *pol* genes was conducted using Repeat Masker and Gini software (<http://www.repeatmasker.org/>, <http://www.girinst.org/censor/>).

It was discovered that there were no homology regions in the BLV *env* gene as well, as in the HA and NA genes of the avian flu virus. However, such regions were present in the BLV *pol* gene in order that can be seen in table 1.

Homology regions are distributed within the *pol* gene in the following order: between nucleotides 20-486 – ERV3-2 CJa-I (66 % of homology, transposable element endogenous retroviruses from the common marmose) (Jurka, 2008); between nucleotides 1693 – 1755 DIRS-14 DR (70 % of homology, DIRS-type LTR retrotransposon from zebrafish) (Jurka, 2011a);

between nucleotides 1833 – 2156 ERV2-4_CPo-I (64 % of homology, Endogenous retrovirus from guinea pig) (Kojima, Jurka, 2010); between nucleotides 2481–2522 – DNA-2-26_DR (79 % of homology, DNA transposon from zebrafish) (Jurka, 2011b) (Fig. 5).

As it can be seen on the Fig. 5, three out of four homology regions are located in the *pol* gene sequences (nucleotides 1781 to 2381), where non-overlapping sequences potentially predisposed to G-quadruplex formation were found.

Our findings suggest that non-overlapping sequences with relatively heightened predisposition to G-quadruplex formation can reflect, to a large extent, recombination events. And variable sequences can reflect the nucleotide context that contributes to appearance of new mutations.

It can be expected that discovered differences in the distribution of the overlapping nucleotide sequences predisposed to non-canonical structure formation such as G-quadruplexes have certain connection to spontaneous mutation spectra in genes studied in our work.

The data obtained suggest that a relatively high genetic heterogeneity of the *env* gene compared to the *pol* gene in BLV isolates, to a certain extent, is caused by different density of non-canonical DNA structures in the proviral DNA. A higher density of such structures in genes, products of which directly interact with receptors of target cells, can support their positive selection by participation in generation of genetic heterogeneity necessary for competitive relations in the host-pathogen system.

4. Conclusion

A comparative analysis of the distribution of nucleotide sequences predisposed to non-canonical structure formation such as G-quadruplexes was conducted on the hemagglutinin and neuraminidase genes of the avian flu virus and on the *env* and *pol* genes of BLV. These sequences mark unstable genomic regions. Occurrence frequency of such fragments is relatively high in the hemagglutinin gene compared to the neuraminidase gene of the avian flu virus and in the *env* gene compared to the *pol* gene in BLV. It is reasonable to expect that the well-known heterogeneity of retroviral genes, products of which interact directly with receptor cell system of the host, to a certain degree, is the result of a higher density of localization of non-canonical structures mentioned above.

Non-canonical DNA structures play a key role in the infectability of retroviruses. Presence of such structures in retroviral genome fragments allows us to consider possibility of new approaches to the detection of retroviruses and reduction of their pathogenicity.

Our findings indicate that there are substantial differences in the nucleotide substitution frequencies and Kn/s ratios in the coding sequences of the *pol* and *env* genes. These differences should be considered in the process of selection of DNA fragments for identification of BLV proviral sequences in the bovine genome, thus giving an opportunity to create a universal test-system.

References

- Babii et al., 2015 – Babii A. V., Kovalchuk S.N., Glazko T.T., Kosovskii G.Yu., Glazko V.I. (2015). Multilocus Genotyping of Cattle Using Highly Polymorphic Genomic Elements (Microsatellites, DNA Transposon Helitron). *Biogeosystem Technique*, Vol. (5), Is. 3, pp. 243–255. doi:10.13187/bgt.2015.5.243
- Cheshko et al., 2015 – Cheshko V.T., Kosova Y.V., Glazko V.I. (2015). Evolutionary Semantics of Anthropogenesis and Bioethics of Nbc-Technologies. *Biogeosystem Technique*, Vol.(5), Is. 3, pp. 256–266, doi: 10.13187/bgt.2015.5.256
- Choi et al., 2005 – Choi Young Ki, Tien Dzong Nguyen, Hiroichi Ozaki, Richard J. Webby, Pilaipan Puthavathana, Chantane Buranathal, Arunee Chaisingh, Prasert Auewarakul, N.T.H. Hanh, Sia Kit Ma, Pui Yan Hui, Yi Guan, Joseph Sriyal Malik Peiris, Robert G. Webster (2005). Studies of H5N1 Influenza Virus Infection of Pigs by Using Viruses Isolated in Vietnam and Thailand in 2004 // *J. Virol.* August Vol. 79, No. 16 10821–10825, doi:10.1128/JVI.79.16.10821-10825.2005

[Collie, Parkinson, 2011](#) – Collie G.W., Parkinson G.N. (2011). The application of DNA and RNA G-quadruplexes to therapeutic medicines // *Chem Soc Rev.* 2011 Dec;40(12):5867–92, doi:[10.1039/c1cs15067g](#)

[Duffy et al., 2008](#) – Duffy S, Shackelton LA, Holmes EC (2008) Rates of evolutionary change in viruses: patterns and determinants. // *Nat Rev Genet.* 2008 Apr;9(4):267–76. doi:[10.1038/nrg2323](#)

[Fouchier et al., 2005](#) – Fouchier R.A., Munster V., Wallensten A., Bestebroer T.M., Herfst S., Smith D., Rimmelzwaan G.F., Olsen B., Osterhaus A.D. (2005). Characterization of a novel influenza A virus hemagglutinin subtype (H16) obtained from black-headed gulls // *J Virol.* Mar;79(5):2814–22, doi:[10.1128/JVI.79.5.2814-2822.2005](#)

[Gillet et al., 2007](#) – Gillet N., Florins A., Boxus M., Burteau C., Nigro A., Vandermeers F., Balon H., Bouzar A.-B., Defoiche J., Burny A., Reichert M., Kettmann R., Willems L. (2007). Mechanisms of leukemogenesis induced by bovine leukemia virus: prospects for novel anti-retroviral therapies in human // *Retrovirology*, 4:18 doi:[10.1186/1742-4690-4-18](#).

[Glazko, 2014](#) – Glazko V.I. (2014). Genomics and Geobiosystems // *Biogeosystem Technique*, Vol. (2), No 2, pp. 125–132. doi: [10.13187/bgt.2014.2.125](#)

[Glazko et al., 2015](#) – Glazko V.I., Elkina M.A., Glazko T.T. (2015). Genomic Scanning Using the Retrotransposon Fragments as "Anchors", in Animals and Plants // *Biogeosystem Technique*, Vol.(6), Is. 4, pp. 363–373, doi: [10.13187/bgt.2015.6.363](#)

[Glazko V., Glazko T., 2015](#) – Glazko V.I., Glazko T.T. (2015). Reproductive "Success" and Population-Genetic Consequences of Environmental Stress on the Example of Accidents in Chernobyl and Fukushima // *Biogeosystem Technique*, Vol.(6), Is. 4, pp. 316–326, doi: [10.13187/bgt.2015.6.316](#)

[Glazko V., Glazko T., 2016](#) – Glazko V.I., Glazko T.T. (2016). Biosocial Consequences of Industrial Accidents and Social Crises (Chernobyl, Fukushima) // *Biogeosystem Technique*, Vol. (7), Is. 1, pp. 4–16. doi:[10.13187/bgt.2016.7.4](#)

[Glazko et al., 2016](#) – Glazko V.I., Zybaylov B.L., Glazko T.T. (2016). Improving ionizing radiation, "horizontal" and "vertical" biological and biosocial consequences (the case of the Chernobyl accident and Fukushima-1 nuclear power plant) // *Agricultural Biology*, Vol. 51, № 2, pp. 141–155. doi: [10.15389/agrobiol.2016.2.141rus](#)

[Hajj et al., 2012](#) – Hajj E.I., Nasr R., Kfoury Y., Dassouki Z., Nasser R., Kchour G., Hermine O., de Thii H., Bazarbachi A. (2012). Animal models on HTLV-land related viruses: what did we learn? // *Frontiers in Microbiology. Virology*, Vol. 3, doi:[10.3389/fmicb.2012.00333](#).

[Horimoto, Kawaoka, 1994](#) – Horimoto T., Kawaoka Y. (1994). Reverse genetics provides direct evidence for a correlation of hemagglutinin cleavability and virulence of an avian influenza A virus // *J Virol*, May;68(5):3120–8, pp. 3120–3128, PMID:[PMC236802](#)

[Mapping of poverty and likely zoonoses hotspots Zoonoses, 2016](#) – *Mapping of poverty and likely zoonoses hotspots Zoonoses* (2016). International Livestock Research Institute (ILRI)Project 4 Report to Department for International Development, UK / URL: <http://r4d.dfid.gov.uk/pdf/outputs/livestock/ZooMapDFIDreport18June2012FINALsm.pdf>
<http://www.healthmap.org/ru/>

[Johnston et al., 2002](#) – Johnston E.R., Albritton L.M., Radke K. (2002). Envelope Proteins Containing Single Amino Acid Substitutions Support a Structural Model of the Receptor-Binding Domain of Bovine Leukemia Virus Surface Protein // *J. Virology*, Nov;76(21):10861–72, PMID: [PMC136609](#).

[Jurka, 2008](#) – Jurka J. (2008). DNA transposons from zebrafish. // *Rebase Reports*, Vol. 8, No 12, pp. 2135–2135.

[Jurka, 2011a](#) – Jurka J. (2011). Endogenous retroviruses from guinea pig // *Rebase Reports*, Vol. 11, No 5. pp. 1495–1495.

[Jurka, 2011b](#) – Jurka J. (2011). Endogenous retroviruses from the common marmoset.//*Rebase Reports*, Vol. 11, No 2, pp. 692–692.

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

[Kojima, Jurka, 2010](#) – Kojima K.K., Jurka J. (2010). DIRS-type LTR retrotransposons from zebrafish // *Rebase Reports*, Vol. 10, No 11. pp. 1842–1842.

Moratorio et al., 2013 – Moratorio G., Fischer S., Bianchi S., Tomů L., Rama G., Obal G., Carriyn F., Pritsch O., Cristina J. (2013). A detailed molecular analysis of complete Bovine Leukemia Virus genomes isolated from B-cell lymphosarcomas.// *Vet Res*, Vol. 44, No 1:19. doi:10.1186/1297-9716-44-19

Morelli et al., 2013 – Morelli M.J., Wright C.F., Knowles N.J., Juleff N., Paton D.J., King D.P., Haydon D.T. (2013) Evolution of foot-and-mouth disease virus intra-sample sequence diversity during serial transmission in bovine hosts // *Vet Res.*, Mar 1;44:12, doi:10.1186/1297-9716-44-12

Rola-Łuszczak et al., 2013 – Rola-Łuszczak M., Pluta A., Olech M., Donnik I., Petropavlovskiy M., Gerilovych A., et al. (2013) The Molecular Characterization of Bovine Leukaemia Virus Isolates from Eastern Europe and Siberia and Its Impact on Phylogeny // *PLoS ONE* 8(3): e58705. doi:10.1371/journal.pone.0058705

World Health Organization, 2008 – World Health Organization (2008). World Organisation for Animal Health / Food and Agriculture Organization H5N1 Evolution Working Group. Towards a unified nomenclature system for highly pathogenic avian influenza virus (H5N1) [conference summary] / URL: <http://www.cdc.gov/EID/content/14/7/e1.htm>.

Xiong, 2013 – Xiong X., Coombs P.J., Martin S.R., Liu J., Xiao H., McCauley J.W., Locher K., Walker P.A., Collins P.J., Kawaoka Y., Skehel J.J., Gamblin S.J. (2013) Receptor binding by a ferret-transmissible H5 avian influenza virus // *Nature*, Vol. 497, No 7449. pp. 392–396. doi:10.1038/nature12144.

Wan et al., 2008 – Wan Xiu-Feng, Tung Nguyen, C. Todd Davis, Catherine B. Smith, Zi-Ming Zhao (2008) Evolution of Highly Pathogenic H5N1 Avian Influenza Viruses in Vietnam between 2001 and 2007 // *PLoS ONE*, Vol. 3, No 10: e3462, doi:10.1371/journal.pone.0003462

Position	Length	Potential regions of G4 quadruplex appearing	G-Score
235	30	GGATTGTAGTGTAGCTGGATGGCTCCTCGG	9
298	26	GGAATGGTCTTACATAGTGGAGAAGG	13
738	29	GGCAAAGTGGGAAGAATGGAGTTCTTCTGG	18
1099	14	GGGAGGATGGCAGG	21
1117	18	GGTAGATGGTTGGTATGG	18
1258	29	GGCCGTTGGAAGGGAATTTAATAACTTGG	11
1447	27	GGATAATGCAAAGGAGCTGGGTAATGG	15

Fig. 1. Non-overlapping genomic regions of the hemagglutinin gene potentially predisposed to the formation of G4-quadruplexes

```

000001 AGCAAAAGCA GGGGTATGAT CTGTCAAAT GGAGAAAATA GTGCTTCTTC
TTGCAACAGT CAGTCTTGTT AAAAGTGACC AGATTTGCAT TGGTTACCAT
000101 GCAAACAAC CGACAGAGCA GGTGACACA ATAATGGAAA AGAATGTTAC
TGTTACACAT GCCAAGACA TACTGGAAAG GACACACAAC GGAAGCTCT
000201 GCGATCTAAA TGGAGTGAAG CCTCTGATTT TGAGGGATTG TAGTGTAGCT
GGATGGCTCC TCGGAAACCC TATGTGTGAC GAATTCATCA ATGTGCCGGA
000301 ATGGTCTTAC ATAGTGGAGA AGGCCAGTCC AGCCAATGAC CTCTGTTATC
CAGGGAATTT CAACGACTAT GAAGAAGTGA AACACCTATT GAGCAGAATA
000401 AACCATTTTG AGAAAATTCA GATCATCCCC AAAAGTTCTT GGTCCAATCA
TGATGCCTCA TCAGGGGTAA GCTCAGCATG TCCATACCTT GGGAGGTCTT
000501 CCTTTTTCAG AAATGTGGTA TGGCTTATCA AAAAGAACAG TACATACCCA
ACAATAAAGA GGAGCTACAA TAATACCAAC CAAGAAGATC TTTTGGTACT
000601 GTGGGGGATT CACCATCCTA ATGATGCGGC AGAGCAGACA AAGCTCTATC
AAAACCAAC CACCTACATT TCCGTTGGAA CATCAACACT GAACCAGAGA

```

000701 TTGGTTCCAG AAATAGCTAC TAGACCCAAA GTAAACG **GGC AAAGTGGGAAG**
AATGGAGTTC TTCTGGACAA TTTTAAAGCC GAATGATGCC ATCAATTTTCG
 000801 AGAGTAATGG AAATTTTATT GCTCCAGAAT ATGCATACAA AATTGTCAAG
 AAAGGGGACT CAACAATTAT GAAAAGTGAA TTGGAATATG GTAACCTGCAA
 000901 CACCAAGTGT CAAACTCCAA TGGGGGCGAT AAACCTAGT ATGCCATTCC
 ACAACATACA CCCCTCACC ATCGGGGAAT GCCCCAAATA TGTGAAATCA
 001001 AACAGATTAG TCCTTGCAGC TGGACTCAGA AATGCCCTC AAAGAGAGAG
 AAGAAGAAAA AAGAGAGGAC TATTTGGAGC TATAGCAGGT TTTATAGA **GG**
 001101 **GAGGATGGCA GG**GAAT **GGTA GATGGTTGGT ATGG**GTACCA CCATAGCAAT
 GAGCAGGGGA GTGGATACGC TGCAGACCAA GAATCCACTC AAAAGGCAAT
 001201 AGATGGAGTC ACCAATAAGG TCAACTCGAT CATTGACAAA ATGAACACTC
 AGTTTGA **GGC CGTTGGAAGG GAATTAATA ACTTGG**AAAG GAGGATAGAG
 001301 AATTTAAACA AGAAGATGGA AGACGGATTCTAGATGTCT GGAACCTACAA
 TGCCGAACCT CTGGTTCTCA TGGAAAATGA GAGAACTCTA GACTTTCATG
 001401 ACTCAAATGT CAAGAACCTT TACGACAAGG TCCGACTACA GCTTAG **GGAT**
AATGCAAAGG AGCTGGGTAA TGGTTGTTT GAATTCTATC ACAAATGTGA
 001501 TAACGAATGT ATGGAAAAGTG TAAAAACGG AACGTATGAC TACCCGCAGT
 ATTCAGAAGA AGCAAGACTA AACAGAGAGG AAATAAGTGG AGTAAAATTG
 001601 GAATCAATGG GAACTTACCA AATACTGTCA ATTTATTCAA CAGTGGCGAG
 TTCCCTAGCA CTGGCAATCA TGGTAGCTGG TCTATCTTTA TGGATGTGCT
 001701 CCAATGGATC GTTACAATGC AGAATTTGCA TTTAAATTTG TGAGTTCAGA
 TTGTAGTTAA AAACACCCTT GTTCTACT

Fig. 2. The nucleotide sequence of the hemagglutinin gene (HA, DQ366314). The large letters indicate the translation initiation triplet. Yellow highlights indicate non-overlapping sequences where G4-quadruplexes are formed

Position	Length	Potential regions of G4 quadruplex appearing	G-Score
543	25	GG AATTTCC GG TCCAGATAAT GGGG	11
906	26	GG ATATATATGCAGT GGGG TTTT CGG	8
1023	21	GG CAAT GG TGTTT GG ATC GGG	20
1322	21	GGG TT GG TCTT GG CCAGAC GG	18

Fig. 3. Non-overlapping regions of the neuroaminidase gene, potentially predisposed to the formation of G4-quadruplexes

Position	Length	Potential regions of G4 quadruplex appearing	G-Score
52	29	GGCTATATCTCCCCCTGGGACGGGCCAGG	10
99	28	GGTACGGAAACCAAATGGCACCTGGAGG	15
540	20	GGACCTAGGGTTTCAGGTGG	16
690	25	GGCGGTCTTGGGAGACCTCCAGTGG	11
1303	17	GGGGCTACAGGACGAGG	16
1390	26	GGAGAACTAGCAGGTCTCTTGGCGGG	13
1781	23	GGCTCAATCCAACCTGGAGGTGGG	10
1826	27	GGTGGGCCCCGAATCATATTTGGCAGG	8
2125	23	GGGTTGGTAGAGCGGACAAATGG	18
2381	21	GGTGGCTAGGACCTCTCCCGG	13

Fig. 4. Non-overlapping regions of the BLV *pol* gene potentially predisposed to the formation of G4-quadruplexes



Fig. 5. Distribution of regions homologous to the zebrafish transposon, the guinea pig transposon and the transposon of common marmoset within the *env* gene of BLV

Note: ERV3-2_CJa-I fragment, positions of the *pol* gene 209-486 (66 % of homology); DIRS-14_DR fragment, positions of the *pol* gene 1693-2156 (70 % of homology); ERV2-4_CPo-I fragment, positions of the *pol* gene 1833-2156 (64 % of homology); DNA-2-26_DR fragment, positions of the *pol* gene 2481-2522 (70 % of homology).

Table 1. The homology regions found using Giri software in nucleotide sequences of the BLV *pol* gene

Type of the dispersed repeat	Fragments	Length in b.p.
Transposable elements	4	707
DNA transposon	1	42
Endogenous retroviruses	2	602
ERV2	1	324
ERV3	1	278
LTR retrotransposon	1	63
DIRS	1	63
Total	4	707

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
International Journal of Environmental Problems
Has been issued since 2015.

ISSN: 2410-9339

E-ISSN: 2413-7561

Vol. 4, Is. 2, pp. 99-130, 2016

DOI: 10.13187/ijep.2016.4.99

www.ejournal33.com



UDC 550.46:502.33:631.43:631.51

Optimizing the Matter Flow in Biosphere and the Climate of the Earth at the Stage of Technogenesis by Methods of Biogeosystem Technique (Problem-Analytical Review)

Valery P. Kalinitchenko ^{a, *}

^aInstitute of Soil Fertility of South Russia, Russian Federation

All-Russian Scientific-Research Institute of Phytopathology, Russian Federation

Abstract

Financial instruments have a limited operation in the border states of the Earth and its geosphere in a conflict of biosphere and technology. Natural and man-made flow of substances in the biosphere is in the state of unmanaged feedback mode, resulting in a high probability of a positive feedback and a devastating avalanche processes in the geospheres. Return of fossil substance which belonged to the biosphere of the past geological periods in the modern biosphere is unsatisfactory in terms of stimulating the biological process.

Technical capabilities allow civilization to implement the principles of the noosphere. It is necessary to control and correct the drivers of geospheres to provide proactive feedback and steady evolution of the Earth.

Global function of pedosphere, its impact on the atmosphere, hydrosphere, lithosphere, and biosphere, strengthens the Biogeosystem Technique which provides in the noosphere the transcendental technical solutions and technology management of biogeochemical cycles in gaseous, liquid, and solid phase. Are achieved the environmentally safe recycling of particulate matter in disperse soil layer of 20–50 cm, resources and food increase, consistent solution of production and environmental problems of the noosphere in the united technological cycle. Biogeosystem Technique allows utilization of CO₂ in photosynthesis, weakening anthropogenic ocean acidification; get by the process of photosynthesis the ionized oxygen to improve the CH₄ and N₂O oxidation conditions in the soil, atmosphere and water. Biogeosystem Technique provides the priority conditions for obtaining energy in photosynthesis, the expanded reproduction of the Earth's resources, management of albedo, regulation of the hydrological cycle of the Earth on the basis of intra-soil pulse continual-discrete irrigation paradigm.

Biogeosystem Technique enhances the flow of matter in the biosphere, gives gain of biological products and biological capacity. The living space will be increased in the world, increased the probability of survival of life and its quality, the prospect of development by increasing the stability of the geospheres and correction of Earth's climate fluctuations.

Keywords: geospheres, biosphere, biogeochemical cycle, flow of matter, feedback, soil design, recycling, hydrological cycle, Biogeosystem Technique.

* Corresponding author

E-mail addresses: kalinitch@mail.ru (V.P. Kalinitchenko)

1. Введение

Предлагают привлекать частные ресурсы для формирования бондов преодоления ущерба окружающей среде и обеспечения устойчивого развития в качестве глобального инструмента экологического управления, но при этом отмечают риск усугубления парадокса – улучшение учета средств, вкладываемых в устойчивое развитие, сопровождается уменьшением выгод от вложений в сохранение окружающей среды (Balboa, 2016).

Парадокс, на наш взгляд, имеет простое объяснение – кроме финансов, необходимо определить задачи управления биосферой. Эти задачи при формировании бондов и управлении ими уходят на второй план, в тень финансов, а последние неработоспособны в пограничных состояниях крупных биогеосистем, которые представляет собой Земля и ее геосферы, в условиях, когда необходимо рубить Gordiev узел конфликта биосферы и технологии, да еще и прежде понять его природу, определить последовательность дальнейших действий (George, 1920; Orwell, 1937; Stevenson, 1965), а не увлечься только частью проблемы, например, производством энергии (Armaroli, Balzani, 2016).

Цикл вещества, геохимический процесс на Земле трансформируются из-за технологической активности. Имеет место извлечение ископаемого вещества, что усиливает гидрогеологический процесс в зонах турбации геологических отложений, активизирует неконтролируемый неблагоприятный массоперенос в почве, зоне аэрации, литосфере, обуславливает трансформацию и неконтролируемую опасную аккумуляцию вещества. В результате случайное неопределенное рассредоточение по Земле материала, в том числе, воды, не соответствует принципу контролируемого, тем более, благоприятного протекания геосферного процесса (Глазко, 2014а; 2014б; Соколов, Глазко, 2015). От этого он находится в режиме неуправляемых обратных связей, что обуславливает высокую вероятность формирования положительных обратных связей, и лавинообразное захлопывание, или наоборот – разрушительное взрывное катастрофическое протекание процессов в геосферах. Это – тяжелые последствия для текущего состояния биосферы, в том числе очередные оледенения – сбрасывает положительная обратная связь «нарастание альbedo – похолодание – оледенение» (Deser et al., 2000).

Возврат ископаемого вещества, которое принадлежало биосфере прошлых геологических периодов, в современную биосферу идет неудовлетворительно с точки зрения стимулирования биологического процесса.

2. Объекты – биосфера и ее цикл при антропогенном воздействии

Универсальная проблема угасания биологической продуктивности почв – действие процессов минерализация, выщелачивание, латеральный перенос вещества, которые обуславливают цикличность биосферы.

Угасание и возрождение биосферы – природный циклический процесс, а на антропогенной стадии он дополнительно обусловлен неверным пониманием значимости потоков вещества на Земле. Ориентируясь на текущее содержание вещества в почвах, вырабатывают нормативы его предельного содержания. Одним из следствий является постановка задачи секвестра углерода.

Однако следует иметь в виду, что современные возможности биосферы используются значительно в меньшей степени, чем это было в прошлом, многие территории Земли находятся в состоянии деградации в виде пустынь, урбанизированных, промышленных территориальных комплексов, инфраструктуры. По некоторым оценкам до 42 % ресурсов утрачено (Byerlee et al., 2009), 60 % экосистем нарушено (Reid et al., 2005).

На примере всемирно известного археологического памятника «Аркаим» на юге Челябинской области Л.А. Сенькова констатировала – хорошо видно, что человек всегда использовал почвы по своим понятиям, которые никогда не отличались глубиной, оставляя на тысячелетия деградированные урбанизацией почвы (Сенькова, 2009).

Человечество уничтожило за историю землепользования более двух миллиардов гектаров плодородных почв, это больше площади современного земледелия (Добровольский, 2012).

3. Результаты – динамики биосферы, варианты управления, упреждающая обратная связь

Свершения геохимического, биогеохимического циклов Земли во многом излишние на утилитарный взгляд, но это – демонстрация величия возможностей Природы.

Сложилась так называемая официальная позиция оценивать текущую динамику климата Земли как экстраординарную. Но если текущее изменение климата оценивать по имеющимся статистическим данным, то результат зависит от процедуры, причем применение цепей Маркова показывает, что нет значительных изменений индексов климата от первой ко второй половине периода 1872–2011 гг. (Prashant et al., 2015).

Полагают, что современное потепление – это только спекуляция на безосновательном занижении температуры средневекового тёплого периода в Европе с целью объявления современных температур беспрецедентно высокими (Grove, Switsur, 1994; Helama et al., 2009).

Но это все – не основание к самоуспокоению, поскольку климат меняется постоянно, влияет на биосферу и человека – Смута на Руси по времени приходится на температурный минимум климата.

Биосфера периодически подвержена катастрофам. Но даже после экстраординарных катастроф восстанавливается.

Пермско-триасовое вымирание около 260–265 млн лет назад имело первый локальный экстремум, равный 35 %. Он находится на уровне крупнейших вымираний на Земле, но в полтора раза меньше через короткий геологический промежуток времени следующего непосредственно за ним абсолютного максимума в истории Земли 52 % – второго экстремума пермско-триасового вымирания (Burgess et al., 2014; Kimberly et al., 2015; von Frese et al., 2009; Gorter, 1996). Можно предположить, что в процессе развития этой катастрофы первый по времени падения астероид запустил процесс формирования Сибирских траппов, а один-два последующих астероида усилили процесс. Похожим образом, видимо, складывалось мел-палеогеновое вымирание после чиксулубского события (Vellekoop et al., 2014).

По поводу периодов оледенения в плейстоцене констатируют, что какие бы ни были механизмы обратной связи при очередных оледенениях, она очень устойчива, событие повторяется в последнее время каждые 100 тыс. лет (Rothman, 2015).

После оледенения наступает следующий этап положительной гляциальной связи климатической системы – температура нарастает, выделяется CO₂, формируются свежие стартовые почвы, много воды, потому происходит всплеск биопродукции.

Затем наступает стагнация почв, содержащиеся в них поры и пустоты занимают и склеивают продукты жизнедеятельности бактерий и растений, это ухудшает условия развития растений, углерод уходит частью в опад, и поступает в атмосферу, обуславливая, вместе с нарастанием испарения воды (водяной пар – самый опасный парниковый газ), парниковый эффект, частью поступает в стадию седиментации. Наступает фаза уменьшения биологической продукции, вымирания части растений и животных, усиления парникового эффекта, переход к стадии оледенения – классическая схема положительной обратной климатической связи. Её, конечно, можно дополнить деталями, даже пересмотреть. Но принципиальный мотив – отсутствие своевременной коррекции процесса как возможности преодоления, исправления положительной обратной связи – налицо. Мы в прошлых публикациях вели речь о том, что коррекция, решение задачи обеспечить какое-то стабильное состояние, желательное для биологического вида Homo Sapiens, чуждо природе как противоречащее ее основному мотиву – биологическому разнообразию (Kalinichenko, 2014a; 2014b; 2015a; 2015b; Kalinichenko et al., 2016). Чем больше критических этапов испытывают геосферы, тем чаще меняется биологический материал, тем в большей степени процесс соответствует замыслу Мироздания – Многообразию. Так что если есть желание сохранить биологический вид Homo Sapiens, тем более, сложившийся в последнее время образ его жизни, тем большие, и тем более своевременные усилия следует применить к сохранению и установлению новых отрицательных опережающих обратных связей в геосферах. Только это обеспечит стабильность искомых условий жизни и деятельности.

Следует учитывать мнение В.И. Вернадского о геосферной роли человека. Пока она сводится к несистемному извлечению на поверхность геологического материала прошлых

эпох, турбации и нарушению современных геосфер. По существу – это очередная катастрофа Земли.

Старый подход к Земле методами индустриальной технологической платформы является анахронизмом, демонстрацией упущенных возможностей. В результате ресурсы Земли сокращаются, экосистемы нарушены, все нет связного ответа на простые вопросы о потоках вещества в геосферах, распространены существенно различающиеся мнения, например, по поводу эмиссии и стока метана (Глаголев и др., 2012).

Преобладает точка зрения, что циклы важнейших химических элементов Земли не вполне изучены даже на качественном уровне, результаты расчета цикла углерода различаются (Dolman et al., 2012), особенно в отношении мирового океана (Биологическая продуктивность водных экосистем, 2016).

Полагают, что продукты сжигания ископаемого топлива – CO₂ и аэрозоли – в период 1960–1990 гг. частично компенсировали друг друга, уменьшая эффект потепления в этот период, но не указывают, каково будет развитие, степень стабильности процесса в климатическом масштабе (Hansen et al., 2000).

На этом неустойчивом основании, рассматривая не вполне адекватно, а то и противоречиво охарактеризованный кратковременный участок текущего климатического цикла Земли, не учитывая важнейших драйверов и процессов (Kalinichenko, 2015a), принимают неверные политические решения о секвестре углерода из биосферы и атмосферы, применении мер климатической инженерии и пр.

В результате вместо гармонии природы и технологии имеем их перманентный конфликт, из-за которого приходится долгое время восстанавливать природно-территориальные комплексы после антропогенного воздействия.

У многих авторов даже на уровне постановки проблемы современного антропогенного педогенеза очевиден пробел. Например, нет возможности, да и смысла, реализовывать содержащееся в (Kalinina et al., 2015) предложение восстанавливать пул углерода деградированной почвы до уровня целинной, причем в течение 42 лет (!).

Преобладает созерцание, желание только моделировать явление, но не пробовать влиять на его протекание. Автор констатирует протекание декомпозиции лесного опада, но не пытается проанализировать варианты процесса, если в него вмешаться (Rothman, 2015).

4. Обсуждение перспектив управления геохимическим циклом Земли

По поводу управления биосферой звучат довольно беспомощные заявления, например, о том, что, если для секвестирования углерода из атмосферы применять лесоразведение, то проблему не решить, «поскольку при достижении насаждениями климаксового периода дальнейшее накопление углерода в наземной биомассе прекращается и баланс углерода приближается к нулевому значению, а в перестойных лесах и вовсе может иметь отрицательное значение (Kudeyarov, 2015)». Да. Но это лишь для случая созерцания. Следует помнить, что при таком псевдоакадемическом подходе, когда исследователь наперед отвел себе роль лишь транслировать наблюдения в дискурс, получим реализацию идеи сворачивания хозяйственной (промышленной, сельскохозяйственной, лесохозяйственной – любой) деятельности.

В этом отношении особенно показателен пример журнала *Climate of the Past* (Blunier et al., 2012), который, справедливости ради, вносит значительный вклад в познание климата, продуктивности планеты.

Однако основатели с самого начала, возможно, невольно, но самим названием журнала отвели себе область исследований, где не существует риска сделать рекомендацию, которая может оказаться жизненно-важной для цивилизации, но это будет сопряжено с некой опасностью для комфортной текущей позиции сформированного вокруг журнала сообщества. Ведь в противном случае, соответственно, появится неприятная для этого сообщества вероятность ответить цивилизации за свои рекомендации.

Идея очень привлекательна в современной политике для многих из тех, кто ее формирует, поскольку удобна – позволяет пользоваться предпочтениями, и при этом отрицать цивилизационное предназначение элиты – необходимость постоянного эвристического поиска в сфере принципиального совершенствования интеллектуальной,

культурной, технической и технологической деятельности этноса с целью обеспечения привлекательной истории качества его жизни.

При сложившемся потребительском подходе к геосферам вероятность апокалиптических климатических и других последствий флуктуаций Земли усиливается в силу того, что прекращение или сокращение деятельности человека, обращение к ложной идее секвестра углерода из атмосферы дикими способами совпадет с современным техногенным минимумом возможностей репарации антропогенно нарушенных природных систем, повысит вероятность их дальнейшей деградации.

На современном этапе технических возможностей цивилизации вполне возможна реализация принципов ноосферы. Для этого необходимо корректное управление драйверами геосфер с целью обеспечения упреждающих обратных связей и устойчивой эволюции Земли, прироста биологического продукта, повышения вероятности сохранения жизни, качества жизни и некоторой компенсации флуктуаций климата Земли. Такая поддержанная интеллектом, своевременно и уместно предложенная им, и примененными техническими возможностями, эволюция Земли вполне возможна на биологической основе, чему имеются объективные свидетельства в геологической истории. Цикличность явлений на Земле связана с космическими факторами, но масштаб изменений геосфер нельзя объяснить, например, только лишь циклами Миланковича (Kaufmann, Juselius, 2016), которые обуславливают флуктуацию потока излучения Солнца к Земле в несколько процентов. Эти циклы можно рассматривать лишь как триггер безудержных последующих свершений биосферы – кислородной революции цианобактерий, и других катастроф, обусловленных накоплением возмущения, формированием положительной обратной связи, её внутренне или внешне обусловленным разрешением, с переходом системы в новое квазистабильное состояние. Это – универсальное свойство материи – стремление к разнообразию, в том числе, биологическому разнообразию, нестабильность как способ развития Вселенной.

Нестабильность геосфер Земли обеспечивает большие возможности. Только её надо понять, демпфировать, и использовать. Это подход принципиально отличается от запоздания с принятием решений, когда приходится преодолевать последствия, причем затраты значительно больше, а предпочтений никаких – система чаще всего не восстанавливается даже до исходного уровня (Kalinina et al., 2015).

Превентивные меры позволят управлять драйверами, что потребует относительно небольших усилий и будет вознаграждено предсказуемым поведением и масштабным положительным откликом геосистемы.

Важнейшее экологическое значение имеют глобальные функции педосферы – ее взаимосвязи и влияние на атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу в целом (Добровольский, 2012). Их надо усиливать, и использовать во благо.

Хоть в случае леса, хоть других биогеосистем суши, увеличение емкости биосферы позволяет расширить сферу современной технологической деятельности. Если лес просто наблюдать, то это приведет к эксцессу углерода биогеосистемы. Если лес и почву под ним эксплуатировать, не доводя до стадии глубокого климакса, то будет продуцирован кислород на ранних стадиях активного органогенеза, получена древесина, получено биотопливо из отходов. Для этого надо сконструировать почву (Шоба и др., 2015) большей биологической емкости, чем позволяют стандартные технологии. Это позволит утилизировать в ней разнообразные продукты пиролиза и газификации, в том числе, отходы древесины, усилить круговорот воды в гумидных ландшафтах, что обеспечит сокращение стока биогеононов из лесной биогеосистемы в водную систему и другие предпочтения.

Следует опираться на возможности, которые дает знание о взаимосвязи климатических и атмосферных драйверов потребления углерода наземными биогеосистемами (Peng, 2014; Melton and Arora, 2014).

В прошлые геологические эпохи биологический продукт биосферы был значительно больше, чем сейчас. Было синтезировано кислорода до 40 % (по некоторым источникам – существенно больше) содержания в атмосфере, сформированы залежи углеводородов.

Потому необходимо усилить потоки вещества, расширить фазу его пребывания в биосфере, уменьшить среднее время пребывания химических элементов в других геосферах, что даст увеличение емкости биосферы при том же общем количестве материала, обогатить

циклы геосфер, сконструировать почвы обеспечивающие усиление биологического процесса, в том числе на территориях современного запустения.

Возможность усилить биогеохимический цикл Земли до некоторой степени связана с действующими нормативами в виде ПДК ([Предельно допустимые концентрации, 2016](#)), которые ограничивают цикл вещества в почве. Однако эти нормативы во многом несостоятельны, это показали Teaf С.М. с соавторами ([Teaf et al., 2010](#)).

Устойчивость биоты почвы к загрязнению много больше, чем высших растений и животных, причем на уровне 100 ПДК и более ([Kolesnikov et al., 2013](#)).

Безопасный возврат в биосферу вещества прошлых геологических эпох обоснован экспериментально ([Цховребов, 2012](#)).

Биогеосистемотехника для управления геохимическим циклом Земли

Новым перспективным подходом в научном экспертном сообществе полагают наши предложения в области биогеосистемотехники ([Аканова, 2013](#); [Воеводина, 2016](#); [Glazko, Sister, 2016](#)) – трансцендентальные технические решения и технологии управления биогеохимическим циклом вещества в газообразной, жидкой, твердой фазе для экологически безопасного рециклинга вещества в почвах, прироста ресурсов и продовольствия, непротиворечивого решения производственных и экологических проблем ноосферы в едином технологическом цикле ([Калиниченко, 2012а](#); [Калиниченко, 2012б](#)):

- ✓ конструировать почву, имеющую дисперсную структуру иллювиального горизонта, с высокой биологической продуктивностью;
- ✓ регулировать влажность почвы в комфортном для растений диапазоне и экономить пресную воду;
- ✓ безопасно для окружающей среды рассредоточено утилизировать внутри трансформированной дисперсной системы почвы вещество с агрономическим эффектом;
- ✓ усилить действие геохимического барьера «почва – ризосфера»,
- ✓ элиминировать распространение эоловых и биологических загрязнений.

Биогеосистемотехника позволяет извлекать больше прибыли из взаимодействия человека и технологии с биосферой. Но это не следует воспринимать только с потребительской позиции. Если биосферой не управлять превентивно, то есть риск утратить и ее, и атмосферу, и гидросферу в результате очередного цикла вещества Земли, по поводу чего Природа абсолютно беззаботна – это будет еще одно из ее великих свершений. Потому основной озабоченностью, мировой идеей должно стать спасение Земли и Человечества, но не праздность и созерцание, покорность неотвратимой судьбе, беспокойство только о спасении души. Последнее очень важно. Но в один неприятный момент может случиться так, что душам станет некуда вселяться...

Биогеосистемотехника позволяет повысить интенсивность утилизации углекислого газа в процессе фотосинтеза, и получить больше ионизированного кислорода для улучшения условий окисления метана в атмосфере, почве и воде ([Kalinitchenko et al., 2016](#); [Калиниченко, 2016](#)). Ионизированный кислород обеспечит ускоренное окисление, осаждение и затем инкорпорирование в почву природных и антропогенных опасных аэрозолей, что уменьшит аэротехногенное загрязнение ([Медведева и др., 2012](#)). Одновременно для снижения аэротехногенного загрязнения в горном деле ([Мун и др., 2013](#)) следует применять технологии увлажнения или иные варианты уменьшения поступления добываемого продукта в эоловый процесс, что снизит эоловое загрязнение, собранный продукт перерабатывать, отходы размещать в почве.

Внутри почвы можно на основании представлений [метабономики](#) ([Mumm et al., 2016](#); [Глазко, 2014в](#)) путем биодеградации перерабатывать в элементы питания растений стойкие органические загрязнители (СОЗ), пестициды, ксенобиотики, в том числе белый фосфор ([Norton et al., 2014](#); [Миндубаев и Яхваров, 2014](#); [Миндубаев и др., 2015а](#); [Миндубаев и др., 2015б](#)), прионы ([Brown, 2003](#); [Johnson, 2011](#); [Laurén, 2014](#)), супербактерии ([Сазыкина и др., 2014](#)), и другие опасные вещества. Тому пример – биогеосистема тайги, которая горит всегда, но через определенное время продукты сгорания – СОЗ – полностью перерабатываются в почве в постпирогенной сукцессии, развивающейся по демутиационно-

дигрессионному типу (Зайдельман и др., 2012). Переработку CO₂ в почве можно ускорить и усилить методами биогеосистемотехники.

Но при этом следует иметь в виду необходимость обеспечить квазистационарное состояние биосферы, поскольку резкие изменения неприемлемы для ее циклов, имеющих ярко выраженный накопительный характер. В том числе, соблюдать основополагающий принцип – ранее распространенная концепция о почве как безопасном репозитории для отходов является ложным вариантом самоуспокоения (Jury et al., 2016). Потому надо обеспечить условия и возможность реальной дисперсной утилизации вещества в сухой, жидкой, пастообразной форме путем подготовки утилизируемого материала (Biomass for Sustainable Applications, 2014). Это надо делать с учетом того, что на начальных стадиях метаболизма активные компоненты загрязнений могут оказаться нетронутыми, более того, могут возникнуть более опасные вещества (Fenner et al., 2013), которые надо удерживать в почве и направлять на следующий этап метаболизма.

Нужный результат обеспечит применение специальной конструкции почвы (Шоба и др., 2015), особенно большой относительный объем ее дисперсной системы (Kalinichenko, 2014a; Shein, 2016), регламентированный режим и норма утилизации вещества (Kalinichenko, 2015b), а также увлажнения (Kalinichenko, 2014b). Условия жизнедеятельности геобионтов и безопасность метаболизма внесенного в почву материала будут надежны, что обеспечит здоровье почвы (Соколов и др., 2015; Семенов, Соколов, 2016; Глинушкин и др., 2016), преодоление конфликта биосферы и технологии (Ivanitskaya et al., 2015).

Цикл углерода в водных и наземных системах. Управление циклом углерода. Увеличение емкости биосферы

Поведение углекислого газа изучают в разломах, которые являются одновременно и барьерами, и проводниками углекислого газа в атмосферу из геологических депозитов, в которых углерод зафиксирован. Каждый импульс выброса наступает через 100-2000 лет после локального климатического потепления. Утечка углекислого газа усиливается при расширении разломов в результате гидрогеологических процессов, а также ввиду наличия нестабильного постгляциального пластового купола газа, который разгружается в прилегающие разломы. Углекислый газ полагают опасным, и предлагают прогноз надежности его утилизации в земной коре. Газ в межпластовых разломах рассматривают как с точки зрения барьеров для его распространения, так и с позиции проводимости отложений, в которых он пребывает. Очевидно, возможности регулирования скромные – авторы показали, что имеет место пульсация и неустойчивость геологических депозитов углекислого газа при потеплении климата (Kampman et al., 2012).

Потому следует скептически оценивать возможность депозитов углекислого газа в земной коре, и искать иные пути управлять потоком углекислоты на Земле.

Система мирового океана уже не раз страдала (Clarkson et al., 2015), и может вновь пострадать от эмиссии парниковых газов, в том числе, образующихся в результате сжигания ископаемых углеводородов за счет повышения стока CO₂ из атмосферы в океан и вероятного понижение pH морской воды.

Констатируют различную чувствительность системы к параметризации рециклинга углерода в глобальных моделях климата (Romanou et al., 2014).

Обстоятельство потока частиц органического углерода рассматривают как важную составляющую глобальной модели океана (Lima et al., 2014).

Содержание CO₂ и pH существенно компенсируется буферными системами – карбонатно-кальциевой системой морской воды (Левченко, 1950; Batukaev et al., 2016) и приростом активности микроорганизмов, причем на уровне адаптивной эволюции ключевых разновидностей морского фитопланктона к подкислению вод мирового океана (Riebesell et al., 2007; Lohbeck et al., 2012). Соответственно, возрастет биологический продукт. Экссесс углерода системы будет в виде мортмассы биологического продукта перемещен в донные отложения океана. Затем поступит обратно через систему химической и биологической помп мирового океана (Hain et al., 2014; Ma et al., 2014).

Процесс в мировом океане приобретет большую интенсивность и будет компенсирован и стабилен. Однако только в пределах устойчивого состояния системы.

Но тяжелейшим последствием для биосферы станет то обстоятельство, что углерод со дна океана будет возвращен в нее только частично, с большой постоянной времени процесса химической и биологической помп, и очень большой постоянной времени процесса из геологических отложений – время пребывания углерода в фазе геологических отложений составляет десятки и сотни миллионов лет.

Потому нет необходимости без нужды испытывать геосферы на прочность – их нечем будет заменить. Вместо экспериментов климатической инженерии, в частности, с водными системами, опасность которых показали Ian Salter et al. (2014), и она признана Interacademy Panel на официальном научном уровне (IAP, 2009), методами биогеосистемотехники техногенные парниковые газы надо утилизировать преимущественно на месте образования – на суше. Причем с положительным биологическим эффектом производства продовольствия и сырья, приоритетом охраны окружающей среды, и, не влияя на экосистему океана. Будет сокращено время пребывания углерода в небиологических фазах, наоборот, будет расширена биологическая фаза пребывания углерода, и его объем в этой фазе.

Houghton et al. (1998) показали, что усиление связывания углерода растительностью за счет увеличения доступного растениям азота, чистое накопление Сорг почвами являет возможность стока (секвестра наземными системами) части углерода в педосферу. Отметим, что в качестве положительного момента процесса в рамках стандартной задачи секвестра углерода авторы приводят тезис переноса углерода в почве «особенно в ее глубокие слои», что неприемлемо ввиду рассмотренной нами опасности утраты углерода из биосферы.

Чем больше емкость биосферы, в т.ч., емкость биологическая, норма и общая продуктивность почвы, тем больше буферность геосистемы, ее возможность исполнять принцип Ле Шателье (Le Chatelier, Boudouard, 1898), ведь он работоспособен только до некоего предела, до момента, пока ресурс устойчивости системы не исчерпан.

Управление циклом метана

Глобальная проблема эмиссии метана связана с протеканием противоположного процесса стока метана за счет окисления в воде и воздухе, переработки в почве.

Суммарная эмиссия из почв определяется разностью между выделением CH_4 метангенерирующими почвами и его поглощением автоморфными почвами, причем элементарные почвенные ареалы обоих видов могут находиться в одном почвенном сочетании.

В средней тайге Западной Сибири по элементарным почвенным ареалам грядово-мочажинного комплекса поток метана изменяется от отрицательных значений (поглощение CH_4 !) до высокой эмиссии ($\sim 10 \text{ мгС} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$) (Глаголев, 2012).

При переувлажнении метана выделяется больше. Наоборот, непереувлажненные почвы обеспечивают сток метана. Трансформация метана почвой представлена в моделях для разных климатических зон и биомов (Curry, 2009; Ridgwell et al., 1999), и зарегистрирована инструментально повсеместно вплоть до пустыни (Sullivan et al., 2015; Martineau et al., 2014; Le Mer, and Roger, 2001; Striegl et al., 1992).

Методами биогеосистемотехники можно усилить сток метана в почву и интенсивность его микробиологической переработки, продукт которой – углекислый газ – поступит непосредственно в устьичный аппарат растений, что обеспечит драматическое сокращение времени пребывания метана и углекислого газа в атмосфере от многих лет до нескольких часов. Продукты и отходы, продуцирующие метан, можно перерабатывать, внося их в дисперсной форме внутрь дисперсной системы почвы в слой 20–50 см (Kalinichenko, 2015b). Можно до внесения продукта в почву извлекать из него метан путем пиролиза и газификации.

Управление циклом азота

Цикл азота является важной составляющей цикла вещества Земли. В том числе, поскольку соединение азота в виде N_2O является парниковым газом (USEPA. Overview of Greenhouse Gases, 2016).

Внесение азота в почву в современной агротехнике является избыточным, как с точки зрения питания растений, так и с точки зрения сохранения окружающей среды,

загрязняемой азотом из минеральных и органических удобрений. Вместо этого следует повысить возможности развития корневой системы растений и улучшить условия жизнедеятельности азотфиксаторов почвы. Внесение азота в почву оправдано в редких случаях, например, оно позволяет восстановить весной агрофитоценоз озимой пшеницы, который был сильно поврежден морозом.

В эксперименте в Ремонтном, Ростовская область (Калиниченко и др., 2014) растения озимой пшеницы в начале весеннего органогенеза в варианте фрезерной внутрипочвенной обработки были пожелтевшими. Но это не следует воспринимать, как повод подкармливать растения азотом. Азотная подкормка растений при стандартной агротехнике подхлестывает развитие биомассы, растения немного сильнее, и несколько лучше переносят засуху среднего и завершающего периодов органогенеза. Однако при этом имеет место загрязнение окружающей среды N_2O .

В вариантах фрезерной внутрипочвенной обработки – техническое средство и технология биогеосистемотехники – регулярно получают более высокую урожайность без применения азотных удобрений. Первое, хорошие агрофизические свойства почвы позволяют на осенней стадии органогенеза к началу холодного периода получить развитую озимую культуру, которая хорошо перезимовывает, под агрофитоценозом накапливается больше влаги. Второе, хорошие агрофизические свойства почвы позволяют в период весеннего органогенеза развиваться азотфиксаторам, они накапливают достаточное для формирования высокой урожайности культуры количество азота, который поступает в растение на самой важной стадии органогенеза – при формировании и развитии зерна.

Загрязнение атмосферы N_2O идет также при открытом хранении навоза, разложении отходов. Если это методами биогеосистемотехники в дисперсном виде направлять внутрь сконструированного дисперсного слоя почвы 20–50 см, то достигается переработка продукта сапрофитами и фиксация в почве удобрительного вещества, в том числе переработка N_2O в иные формы соединений. Увеличение емкости биосферы методами биогеосистемотехники позволяет расширить фазу и увеличить объем азота в биологической форме.

Приоритетные условия получения энергии в фотосинтезе. Расширенное воспроизводство ресурсов Земли

Важнейшая роль фотосинтеза с точки зрения стабильности климата Земли – аккумуляция энергии Солнца. Затем энергию можно использовать в технологии, в биотопливе.

Если рассматривать атомную энергию, то она не отбирается из солнечного излучения, потому дает эксцесс энергии на Земле, опасный с точки зрения потепления климата. Запасов сырья для извлечения атомной энергии имеется на 20, по другим оценкам на 50–80 лет (Uranium, 2011), правда, заявляют о перспективе добычи урана из мирового океана, наращивании ресурса ядерного топлива в новых технологиях (Fetter, 2009).

Имеются сомнения в отношении биосферной приемлемости многих изящных технологий получения или аккумуляции энергии, на которые часто её расходуется больше, чем составляет энергетический эффект технологии.

Энергия фотосинтеза имеет значительно более широкую перспективу – неограниченное число циклов, нет отхода, наоборот – средство цикла природным закономерностям, потому природоподобный (Путин, 2015) характер технологии получения энергии из биологического продукта параллельно производству продовольствия и сырья, встроенность цикла в другие технологии, геосферы, биосферу, стабилизация климата, расширенное воспроизводство ресурсов Земли.

Управление альбедо

Изменение альбедо Земли всего на 1 % дает радиационный эффект 3,4 Вт/м², сопоставимый с эффектом удвоения в атмосфере содержания CO_2 (Measuring Earth's Albedo, 2014). Управление альбедо на Земле возможно, например, ввиду различия альбедо влажной и сухой почвы в 10–15 % в пользу последней (Encyclopedia of Soil Science, 2006), Потому технологические возможности коррекции баланса тепла Земли огромны, причем живые растения обеспечивают преобразование спектра отражаемой радиации. Можно

демпфировать потепление климата, или, при необходимости, поступить наоборот. Мульчирование поверхности почвы светлым материалом также полезно – увеличивает альбедо.

Это – искомый вариант устойчивой управляемой обратной связи в целях стабильности биосферы и климата.

Ирригация в нашей новой внутрпочвенной импульсной континуально-дискретной парадигме (Kalinichenko, 2014b) оставляет поверхность почвы сухой, альбедо не уменьшается, как это имеет место для случая влажной почвы.

При этом не надо будет выносить экран в космос, как это предлагают климатические инженеры (Climate Intervention, 2015; Bewick et al., 2012).

Регулирование гидрологического цикла Земли. Замена действующей парадигмы ирригации

Нельзя переоценить роль гидрологического режима Земли в развитии биосферы. Но нет возможности опереться на бюджет водного баланса Земли по данным дистанционного мониторинга, поскольку авторы констатируют недостаточную надежность данных. Ввиду варьирования данных в пределах статистической ошибки, они могут быть во многом интерпретированы как белый шум планеты ввиду стохастического распределения источников излучения, варибельности альбедо и других причин.

Исследователи связывают перспективу изучения бюджета водного баланса Земли с грядущим введением в строй группировки нового поколения спутниковых систем, что, по их мнению, позволит преодолеть имеющиеся недостатки. При этом нет ни слова, как же все-таки влиять уже сейчас на изучаемый долгое время бюджет, ведь проблема пресной воды на Земле все критичнее (Rodell et al., 2015).

Проблема бюджета водного баланса Земли еще более обостряется ввиду применения для этого метода аналогий и ключевых объектов, изучаемых наземными методами. Аналогия очевидна. Участки Земли, где выпадает большое количество атмосферных осадков, идентифицируются одной комбинацией спектров и интенсивности излучения, участки Земли, где выпадает малое количество атмосферных осадков – другой. Участки Земли, где выпадает малое количество атмосферных осадков, и они введены в ирригационную культуру, идентифицируются по отличию комбинации спектров и интенсивности излучения по отношению к прилегающей территории, а также по наличию объектов стандартной ирригационной инфраструктуры – каналов, пространственных фигур, обусловленных геометрией поливных устройств, территорий переувлажненных и засоленных земель.

Но если применить новую парадигму ирригации (Kalinichenko, 2014b), когда норма потребления воды сокращается, то количество подаваемой для ирригации воды резко уменьшается, минимизируется испарение воды – важный драйвер излучения, отсутствует увлажнение поверхности почвы, на поверхности нет пространственных фигур от поливных устройств, переувлажнения и засоления, то имеющиеся в настоящее время в распоряжении исследователей способы учета водного баланса путем регистрации излучения дистанционными методами становятся бесполезными. Если в этом случае вести определение по признакам излучения водяных паров и альбедо, то аналог природного режима не определен, его нет. И это не только беспомощность устаревшего аппаратного обеспечения, метода его использования и интерпретации данных, но опасность дискредитации новой парадигмы ирригации.

Имеет место прямое глобальное антропогенное воздействие стандартной ирригации на испарение водяных паров в атмосферу и климат (Boucher et al., 2004).

Иногда на региональном уровне влияние изменения климата за счет ирригации пока полагают находящимся в пределах диапазона варибельности (Seager et al., 2015; Cheng et al., 2015), но это только в благополучной Калифорнии, а в мире проблема уже показала себя повсеместно. В текущем году это констатировали для бассейна Дона и Азовского моря.

Актуальность принятия принципиально новых мер регулирования гидрологического цикла Земли показана путем климатического моделирования усиления аридности земель в ответ на потепление из-за парниковых газов, а также подтверждена натурными исследованиями, в которых установлено глобальное нарастание площади земель,

подверженных засухе (Song, Fu, 2013; Scheff, Frierson, 2014; Scheff, Frierson, 2015; Lin et al., 2016).

Ниже конспективно перечислены некоторые из давно устаревших мер, которые в противовес данным приведенных выше исследований и фундаментальным обобщениям пытаются продвигать в порядке реализации Программы мелиорации в РФ ([Постановление Правительства РФ, 2013](#)). Они снабжены нашими комментариями по поводу того, почему стандартные программные меры являются неприемлемыми, и какие решения надо в действительности принимать.

Экологически безопасные поливные нормы.

Расчет экологически безопасных норм водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур представляет собой актуальную проблему ([Ильинская, Игнатъев, 2003](#)). Расчет актуален в силу неопределенности гидрологического режима Земли, глобальной опасности избыточного расхода пресной воды на ирригацию ([Rodell et al., 2015](#)), на фоне катастрофического сокращения возможностей доступа к этому важнейшему ресурсу.

Экономия оросительной воды при стандартной парадигме ирригации можно обеспечить, понизив предполивной порог влажности почвы. Но это ведет к снижению урожайности культур, которая и при стандартном режиме орошения невысокая ([Кулыгин, Ильинская, 2015](#)).

Камнем преткновения является наименьшая влагоемкость почвы (НВ) – квазистационарная влажность почвы, которая устанавливается в почве примерно через 2 суток после увлажнения и стекания гравитационной воды (при условии отсутствия испарения и отбора корневой системой растений), по разным данным НВ соответствует термодинамическому потенциалу воды от -0,01 до -0,03 МПа. Состояние НВ – это очень высокий, излишний с точки зрения питания большинства растений почвенным раствором, потенциал воды, причем следует учитывать, что до этого в процессе полива также и непосредственно после его завершения, термодинамический потенциал воды в почве близок к нулю, в условиях затрудненного оттока воды в глубокие слои даже выше нуля. В результате в почве имеет место переувлажнение, разрушение и переупаковка структуры, угнетение биоты и культурных растений, преференсные потоки воды в зону аэрации, избыточное испарение и транспирация – при этом потеря оросительной воды оказывается в несколько раз больше, чем расчетная потребность растений в воде ([Ильинская, Шкодина, 2009](#); [Ochoa et al., 2014](#)). Затем наступает ирригационное переуплотнение почвы. Для его преодоления приходится давать все новую воду, иначе агрофизические свойства почвы, чуть она подсохнет, становятся абсолютно неприемлемыми.

Опасность природного и антропогенного переувлажнения подлежит превентивному элиминированию. Иначе природные геохимические барьеры при таком гидрологическом режиме разрушаются, об установлении ирригационных геохимических барьеров даже не приходится вести речь – органическое и минеральное вещество из почвы интенсивно выщелачивается в зону аэрации, его биологические возможности утрачиваются. Это, как правило, сопровождается подъемом уровня грунтовых вод, и, если они засолены, что свойственно природно-территориальным комплексам степи, сухой степи, полупустыни, пустыни в силу их геологической, геохимической и педосферной истории, то почва подвергается засолению, природно-территориальный комплекс деградирует ([Aral Sea Foundation, 2016](#)).

Сокращение изъятия поверхностного стока за счет внедрения безводных и маловодных технологий, в том числе, систем оборотного водоснабжения.

Указанную меру можно применять, но только при условии, что адресовать ее не всем водопользователям, а только промышленным предприятиям, напрямую не взаимодействующим с биосферой. Это постольку, поскольку системы оборотного водоснабжения в РФ и за рубежом практикуют и в ирригации, что совершенно недопустимо.

Во-первых, вода из ирригационных дренажных коллекторов по качеству значительно хуже, чем вода из источника орошения.

Во-вторых, само по себе появление оборотной воды при ирригации не следует из решения задачи увлажнения почвы для улучшения развития растений, оборотная вода в ирригации – продукт несовершенной технологии.

В-третьих, потеря, нерациональный сброс воды при ирригации являются системной ошибкой, непреодолимой в рамках современной опасной для орошаемых земель и сопряженных природных наземных и водных систем парадигмы ирригации, обусловлены исключительно несовершенством этой парадигмы, следующих за ней технических средств и технологий ирригации. Например, еще в начале 70-х годов двадцатого века было установлено, что ирригация обуславливает поступление в Дон до 2 млн *t* легкорастворимых солей в год, которые выщелачиваются в результате избыточной подачи воды на ирригацию (Бронфман, Хлебников, 1985). В частности, это усиливает засоление Азовского моря. В общем – наносит ущерб биосфере.

Снижение потерь из открытой ирригационной сети.

Задача уменьшения потерь воды из неработоспособной конструкции, например, из Донского магистрального канала (ДМК), которая многие десятилетия уничтожает пресную воду – глобальный дефицит, как и прилегающие природно-территориальные комплексы, является ложной, приводящей к очередному этапу бессмысленной потери средств и труда. В мире и РФ производят пластиковые трубы диаметром до 4000 мм (Группа ПОЛИПЛАСТИК, 2016). Из таких труб следует выполнять все распределители для ирригации, не только ДМК. Это – современное, долгосрочное, экономное, безопасное для окружающей среды, и перспективное для ирригации и обводнения земель решение

Прекращение сброса в водные системы сточных вод без очистки и недостаточно очищенных.

Постановка задачи простого избавления от жидких отходов является ущербной, поскольку по умолчанию предполагает, во-первых, потерю вещества, во-вторых, избыточную опасную нагрузку на водные системы.

В действительности, и неочищенные, и недостаточно очищенные сточные воды, сбросные воды сейчас направляют на сброс, но содержащиеся в них вещества следует использовать в качестве источника элементов питания и воды для растений. В рамках устаревших технологий такой подход невозможно реализовать в силу опасности распространения загрязнений и инфекций, неприемлемого вида территории, на поверхности которой разлиты нечистоты. Но технологии биогеосистемотехники позволяют утилизировать бытовые и промышленные сточные воды внутри почвы методом рассредоточения в искусственной дисперсной системе безопасно для окружающей среды, обеспечив выполнение медицинских и ветеринарных санитарных требований, причем с эффектом увеличения продуктивности земель, повышения качества и рекреационной привлекательности индустриальных, сеттлинговых и аграрных природно-территориальных комплексов.

Биота почвы в десятки и сотни раз более устойчива к опасным для человека и других высших организмов веществам, и обеспечивает их переработку в элементы питания для растений.

Применение полной схемы биогеосистемотехники при утилизации стоков связано с сезонностью. В холодные сезоны, когда прямое использование стоков для распределения внутри почвы невозможно, для промежуточной частичной утилизации стоков следует применять биотехнологии, такие как, например, инсектокультура и др. Сброс воды очищенных стоков в холодный сезон менее опасен для водной системы, причем годовой объем стоков в гидрографию меньше. Имеет перспективу пиролиз с получением очищенного биогаза, складированием отхода пиролиза, который в теплые сезоны утилизируют в почве методами биогеосистемотехники совместно с текущим объемом стоков теплого сезона. В дальнейшем следует изменить политику управления отходами в фокусе приоритета питания растений сточными водами.

Исключение источников солевого загрязнения водоемов.

Исключение источников солевого загрязнения водоемов в рамках действующей гравитационной фронтальной континуально-изотропной парадигмы ирригации

невозможно. Имеющиеся в мире и РФ технические средства и технологии ирригации не в состоянии обеспечить контроль движения воды в почве и зоне аэрации. Потому имеет место избыточная для развития растений влажность почвы. Формируются горизонтальные и вертикальные нисходящие преференсные неуправляемые потоки воды в почве и зоне аэрации. В результате подача воды для целей ирригации в 4–15 превышает расчетную потребность растений в воде (Ильинская, Шкодина, 2009; Ochoa et al., 2014). Причем согласно новейшим данным сама расчетная потребность, определяемая исключительно эмпирически, сильно завышена с точки зрения реальной потребности растений (Зайцева и др., 2013; Kalinichenko, 2014b).

Для увлажнения почвы в целях обеспечения минимально необходимой потребности растений для формирования максимальной биологической продуктивности и исключения неконтролируемого потока воды в почве, зоне аэрации и природно-территориальном комплексе следует применять биогеосистемотехнику, в частности, внутрипочвенную импульсную континуально-дискретную парадигму ирригации, и соответствующие технические средства.

Это важно также и для культуры риса, в которой избыточный полив во многом обусловлен необходимостью решения устаревшей задачи подавления под слоем воды нежелательного сорного компонента агрофитоценоза риса. Сложившаяся практика ирригации в культуре риса приводит, в частности, к тому, что полевая всхожесть риса составляет 20–30 % при лабораторной 90–95 % (Семеноводство риса, 2016). Для этой культуры особенно важен предусмотренный новой парадигмой ирригации аспект роботизации технологических процессов.

Рациональное использования водных ресурсов путем внедрения систем малообъемного, капельного орошения, и проведение учета забора воды водопользователями.

В качестве новаций предлагают гидроциклическую ирригацию, технологии малообъемного орошения (Щедрин и др., 2015; Технологии малообъемного орошения сельскохозяйственных культур, 2016), но по сути это комбинации устаревших технических решений, неприемлемых с точки зрения стабильности и продуктивности биосферы и геохимического цикла вещества.

Предлагают сокращать поливные нормы (Kulygin, P'inskaya, 2015), применять капельный полив, который для своего времени был уникальным достижением (Ясониди, 2011), внутрипочвенный капельный полив (Micro-drip-irrigation, 2016). Также приспособливают для капельного полива дождевальные машины кругового или линейного действия (Precision Mobile Drip Irrigation (PMDI™), 2016). Последняя система заявлена как капельная, хотя по сути это давно известная в СССР схема переоборудования дождевальных машин для выполнения поверхностного полива.

Появляются материалы, которые свидетельствуют о необходимости новых технических решений (Воеводина, 2011).

Однако любой из известных вариантов частичной модернизации полива, выполненный в рамках устаревшей гравитационной фронтальной континуально-изотропной парадигмы ирригации, не в состоянии изменить характерный для нее режим поступления воды внутрь почвы посредством массопереноса, просачивания воды. Имеет место переувлажнение. Это ведет к разрушению структуры, неблагоприятному изменению минералогической композиции почвы (Топунова и др., 2010), избыточному выщелачиванию вещества, постоянному реструктурированию микро- и макроагрегатов, которые в результате приобретают слабую устойчивость, избыточному испарению воды с поверхности и из верхнего слоя почвы, избыточной транспирации, неконтролируемым преференсным потокам воды в зоны аэрации и насыщения.

Проводить учет забора воды водопользователями на имеющемся техническом уровне проводящей ирригационной сети и техники полива нет смысла. Это постольку, поскольку будет получен общеизвестный отмеченный выше результат – потери пресной воды от применения устаревшей парадигмы ирригации в 4–15 раз больше, чем заявленная мелиораторами завышенная расчетная потребность растений в дополнительном увлажнении, и до 30 раз больше реальной потребности растений.

Ужесточение правил водопользования, внедрение ограничений и мер воздействия, в том числе, штрафов за нерациональное водопользование.

Возможности управления водопользованием целиком следуют за параметрами применяемых для ирригации технических средств и регламентами их эксплуатации, предписанными производителями.

В действительности нерациональным является все современное водопользование, которое и в РФ, и мире осуществляют в рамках необратимо устаревшей гравитационной фронтальной континуально-изотропной парадигмы ирригации. Такое водопользование ведет к утрате пресной воды, разрушению почв, ландшафтов, переувлажнению природно-территориальных комплексов, снижению водности гидрографии, большому нерациональному расходу средств на ирригацию.

Исключение потерь воды, контроль распределения воды на уровне микрообъемов почвенного континуума, сокращение расхода воды растениями на создание единицы биомассы возможно только за счет применения принципиально новой упомянутой выше внутрпочвенной импульсной континуально-дискретной парадигмы ирригации.

Это позволит резко уменьшить габариты и стоимость устройств и сооружений для ирригации, исключить ирригационный дренаж, увеличить производительность труда, расширить площадь дополнительно увлажняемых почв, снизить стоимость ирригации. Будет увеличен приток пресной воды в Азовское море и другие водные системы.

Обоснование рентабельности сельскохозяйственного производства при использовании водных ресурсов на большом расстоянии от источника водозабора.

В завуалированном виде этот тезис имеет в виду отказ от оросительно-обводнительных систем.

В устаревшей парадигме ирригации и обводнения это было расточительное расходование пресной воды, что оборачивалось огромным ущербом окружающей среде и значительными затратами.

Но если применить новую предлагаемую нами парадигму ирригации, то вода будет доставлена по закрытой трубопроводной сети без потерь, распределена не потоком, как ранее, а в минимальном необходимом растениям количестве внутри почвы, общий водозабор будет существенно уменьшен, продуктивность земель возрастет, результативность труда обеспечит закрепление людей на этих далеко не привлекательных в нынешнем их состоянии территориях. Будет решена важнейшая задача качества жизни, одним из условий которой является качественная питьевая вода.

Восстановление земель, нарушенных ирригаций.

Восстановление земель, нарушенных стандартной ирригацией, до исходного уровня свойств и плодородия стандартными методами, например, путем циклического орошения невозможно ввиду неизменной суммы отрицательных свойств старой парадигмы ирригации. В дождевой агрокультуре или залежи, процесс занимает десятилетия, и не всегда проходит успешно (Verchot et al., 2011; Shein et al., 2013; Калиниченко и др., 2013; Kalinichenko et al., 2013; Kalinina et al., 2015; Shein et al., 2016).

Несмотря на очевидные недостатки стандартной гравитационной фронтальной континуально-изотропной парадигмы ирригации, почвенно-гидрологическая константа НВ не дает возможности обойти проблему критического для биосистем дефекта ирригационного гидрологического режима. Так что если ведут речь об экологическом обосновании какого-либо из стандартных способов полива, то надо подчеркивать, что обусловленные ирригацией свойства окружающей среды в таком варианте обоснования есть возможность регулировать только в пределах, которые жестко очерчены неприемлемыми (можно сказать – враждебными) для биосистемы техническими возможностями реализации того или иного известного способа полива. Т.е. в действительности следует вести речь не о собственно экологическом обосновании, а преимущественно только лишь о более чем скромных, если не полностью отсутствующих, возможностях для этого, которые предоставляет устаревшая парадигма ирригации.

До настоящего времени недостаточно используются возможности леса в роли регулятора водного баланса биосферы, циркуляции и ионизации атмосферы, охлаждения поверхности почвы, при регулировании гидрологического режима территории, уменьшении испарения воды на водосборе, увеличении стока рек. Это обусловлено тем, что стандартные технологии лесоразведения, особенно в степи, зарекомендовали себя как не вполне адекватные суровым лесорастительным условиям региона (Калиниченко, 2015b).

Но биогеосистемотехника при существенно меньшей, чем при стандартной технологии затрате средств, материалов, воды обеспечит принципиально новые возможности лесоразведения, создание и менеджмент долговременно устойчивых лесонасаждений высокого лесомелиоративного, рекреационного и водозащитного габитуса. В почве под лесонасаждениями методами биогеосистемотехники возможен безопасный для окружающей среды рециклинг отходов в искусственной дисперсной системе почвы, обеспечивающий улучшение лесорастительных условий.

В целях усиления круговорота воды, прироста поверхностного стока, увеличения водности территории за счет усиления функций биосферы, оптимальных условий реализации импульсной внутрипочвенной континуально-дискретной парадигмы ирригации и увеличения биологической продукции в природных и аграрных природно-территориальных комплексах следует конструировать почвы на основе фрезерного внутрипочвенного рыхления и дисперсного внесения вещества в обработанный слой.

Преодоление современной актуальной проблемы снижения расхода рек лежит на их основном водосборе. Для Дона объектом принятия мер является Окско-Донская возвышенность. Сведение и пал леса, осушение болот, перехват стока малыми водохранилищами, водосберегающая агротехника, индустрия, сеттинг, дорожная и другая инфраструктура ведут к уменьшению стока, избыточному испарению воды, переводу поверхностного стока в гидрогеологическую фазу, которая характеризуется очень большим временем релаксации. Это обуславливает ухудшение качества воды и ландшафта, сокращение простирания и емкости биосферы, ослабление её функций, уменьшение биологической ионизации воздуха и конденсации водяных паров, ослабление круговорота воды.

Путь преодоления проблемы – разработка новой водной стратегии на базе биогеосистемотехники в рамках межрегиональных и межгосударственных проектов, что обеспечит благоприятный для биосферы и климата гидрологический цикл Земли.

Применение импульсной внутрипочвенной континуально-дискретной парадигмы ирригации позволит вести речь об уменьшении выщелачивания биогенов и поступления в водные системы, причем, на фоне общего прироста продуктивности биосферы. Раньше биологический продукт обеспечивал формирование залежей углеводов со значительным временем возврата, а теперь время возврата можно сделать меньше, теоретически – один вегетационный сезон.

Если сократить поступление континентальных биогенных отложений в океан (Ågren et al., 2014), то это сократит питание обитающих там консументов, ослабит сток на дно биологического материала, усилит роль химической и биологической помп, обеспечивающих подъем биогеононов, в том числе поток метана со дна океана, уменьшит объем выделения метана из донных отложений, особенно его резерв для импульсных катастрофических выбросов.

5. Заключение

Потоки вещества в биосфере при техногенезе в настоящее время не контролируются с позиции устойчивости геосфер и климатической системы Земли. В связи с этим существует серьезная опасность катастрофического протекания цикла вещества Земли по типу положительной обратной связи и деградации экосферы. Методами биогеосистемотехники можно обеспечить установление обратных связей в геосферах и климатической системе, превентивную оптимизацию циклов вещества Земли, увеличить поток ископаемого вещества и его продуктов в биосфере, увеличить ее емкость, продуктивность, обеспечить переработку отходов и прирост ресурсов. Биогеосистемотехника в развитие учения В.И. Вернадского предоставляет принципиально новые технические средства и технологии ноосферы, обеспечивающие непротиворечивое встраивание в биосферу. Будет увеличено

пространство жизни на Земле, повышено ее качество и обеспечена более надежная перспектива развития за счет повышения устойчивости геосфер и климата.

Литература

Аканова, 2013 – Аканова Н.И. Фосфогипс нейтрализованный – перспективное агрохимическое средство интенсификации земледелия (по материалам семинаров ОАО «МХК» ЕвроХим) // *Плодородие*, 2013. № 1, с. 2–7 / URL: <http://plodorodie-j.ru/journal/2013-2/pomer-11/n60.html>

Биологическая продуктивность водных экосистем, 2016 – *Биологическая продуктивность водных экосистем* (2016). / URL: <http://geoprroda.ru/ecology/306-biologicheskaya-produktivnost-vodnyh-yekosistem.html>

Бронфман, Хлебников, 1985 – Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы реконструкции / под ред. проф. А.И. Симонова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 272 с.

Воеводина, 2011 – 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, вып. 45, 2011. с. 49–56.

Воеводина, 2016 – Воеводина Л.А. Структура почвы и факторы, изменяющие ее при орошении // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*, 2016. № 1 (21), с. 134–154 / URL: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec398-field6.pdf

Глаголев и др., 2012 – Глаголев М.В., Филиппов И.В., Клепцова И.Е. Эмиссия и поглощение метана почвами России // *Болота и биосфера: материалы VIII Всероссийской с международным участием научной школы (10–15 сентября 2012 г., Томск)*. Томск: Изд-во ТГПУ, 2012. с. 32–41.

Глазко, 2014а – Глазко В.И. Агроэкосистемы и риски их разрушения // *Международная научно-практическая конференция «Биотехнология и качество жизни», Материалы конференции, 2014*. с. 314–315.

Глазко, 2014б – Глазко В.И. Экология и экономика: неестественное – неразумно // *Вестник РАЕН*, 2014. № 1, с. 152–153.

Глазко, 2014в – Глазко В.И. Формообразование и микроэволюция: пороодообразование, метабономика, субгенотип // *Farm Animals*, 2014. № 1 (5), с. 20–32.

Глинушкин и др., 2016 – Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве, М.: «Издательство Агрорус», 2016. 288 с.

Группа ПОЛИПЛАСТИК, 2016 – *Группа ПОЛИПЛАСТИК* (2016) / URL: <http://www.polyplastic.ru>.

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

Зайдельман и др., 2012 – Зайдельман Ф.Р., Геннадиев А.Н., Бахмет О.Н., Громцев А.Н. Защита торфяных почв и лесов от деградации и уничтожения при пожарах // VI съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Всероссийская научная конференция с международным участием «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования», Всероссийская молодежная конференция «Знания о почве – развитию страны» 13–18 августа 2012 г. Петрозаводск, 2012.

Зайцева и др., 2013 – Зайцева Р.И., Комаров Н.М., Гришина Р.В., Кириченко А.В., Егоров Ю.В., Муромцев Н.А. Устойчивость сортов ярового ячменя в фазе прорастания – всходы к засолению почвы и к дефициту влаги при проращивании семян на растворах // Современное состояние черноземов. Мат. между. научной конф., 24–26 сентября 2013, Ростов-на-Дону, 2013. с. 113–116.

Ильинская, Игнатьев, 2003 – Ильинская, И.Н., Игнатьев В.М. Расчет экологически безопасных норм водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур // *Вестник РАСХН*, 2003. № 5, с. 26–28.

Кулыгин, Ильинская, 2015 – Кулыгин В.А., Ильинская И.Н. Эффективность использования оросительной воды при возделывании сельскохозяйственных культур // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*, 2015, № 2 (18), с. 1–15.

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

Калиниченко, 2012а – Калиниченко В.П. Биогеосистемотехника: Гносеологические основы управления экосистемами // *Почвоведение и агрохимия*, 2012, № 4, с. 72–76.

Калиниченко, 2012б – Калиниченко В.П. Биогеосистемотехника как гносеологическая основа управления экосистемами // *Живые и биокосные системы*, 2012, вып. 1 / URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-1/article-3>

Калиниченко и др., 2013 – 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.

Калиниченко, 2015в – Калиниченко В.П. Создание почв, систем питания и полива ботанических садов методами биогеосистемотехники // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия. Сборник материалов Международной научной конференции, посвященной 100-летию Южного федерального университета. 27–30 мая 2015 г. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. с. 50–54.

Калиниченко, 2016 – Калиниченко В.П. Биогеосистемотехника – инновационный метод управления продуктивностью и здоровьем почвы // Международная научно-практическая конференция Современные проблемы гербологии и оздоровления почв. (21 – 23 июня 2016 г.), Большие Вяземы, 2016. с. 246–263.

Левченко, 1950 – Левченко В.М. О растворимости газов в минеральных водах // *Гидрохим. Материалы*, 1950, т. 17, с. 17–24.

Медведева и др., 2012 – Медведева М.В., Бахмет О.Н., Яковлев А.С. Эколого-микробиологический мониторинг почв восточной фенноскандии, находящихся в условиях азротехногенного загрязнения // VI съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Всероссийская научная конференция с международным участием «Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования», Всероссийская молодежная конференция «Знания о почве – развитию страны» 13–18 августа 2012 г., Петрозаводск, 2012.

Миндубаев и др., 2015а – Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Валидов Ш.З., Кулик Н.В., Алимова Ф.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Белостоцкой Д.Е., Сапармырадов К.А., Тухбатова Р.И., Яхваров Д.Г. Адаптация микроорганизмов к белому фосфору, как результат направленной селекции. Генетическая идентификация устойчивого аспергилла и метаболическое профилирование стрептомицета А8. // *Бутлеровские сообщения*, 2015, 44, № 12, 1–28. т. 44. DOI: jbc-01/15-44-12-1

Миндубаев и др., 2015б – Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Кулик Н.В., Алимова Ф.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Сапармырадов К.А., Хаяров Х. Р., Яхваров Д.Г. Включение белого фосфора в природный круговорот веществ. Культивирование устойчивой микрофлоры // *Бутлеровские сообщения*, 2015, 41, с. 54–81, DOI: jbc-01/15-41-3-54

Миндубаев, Яхваров, 2014 – Миндубаев А.З., Яхваров Д.Г. Фосфор: свойства и применение. // *Бутлеровские сообщения*, 2014, 39, с. 1–24

Мун и др., 2013 – Мун С.А., Ларин С.А., Глушков А.Н. Влияние добычи угля на загрязнение атмосферы и заболеваемость раком легкого в Кемеровской области // *Современные проблемы науки и образования*, 2013, № 1 / URL: <http://www.science-education.ru/107-8406>

Постановление Правительства РФ, 2013 – *Постановление Правительства Российской Федерации от 12 октября 2013 г. N 922 г. Москва «О федеральной целевой программе «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы»* / URL: <https://rg.ru/2013/10/21/melioraciya-site-dok.html>

Предельно допустимые концентрации, 2016 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. 31.07.2016 / URL: http://www.tehlit.ru/1lib_norma_doc/46/46714/

Путин, 2015 – Путин В.В. (2015). Выступление на заседании генеральной Ассамблеи ООН. / URL: <http://www.itv.ru/news/polit/293099>

Сазыкина и др., 2014 – Сазыкина М.А., Сазыкин И.С., Костина Н.В., Хмелевцова Л.Е., Трубник Р.Г., Сазыкина М.И. Исследование экотоксикологических параметров сточных вод г. Ростова-на-Дону и г. Мюнхена // *Вода: химия и экология*, 2014, № 1 (66), с. 3–10.

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

Семеноводство риса, 2016 – Семеноводство риса (31.07.2016) / URL: <http://mehani-ua.ru/nauchnye-razrabotki/71-adaptivnaya-malozatratnaya-i-ekologicheski-bezopasnaya-tekhnologiya-vozdeleyvaniya-risa/1373-semenovodstvo-risa.html>

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

Соколов и др., 2015 – Соколов М.С., Глинушкин А.П., Торопова Е.Ю. Средообразующие функции здоровой почвы – фитосанитарные и социальные аспекты // *Агрехимия*, 2015, № 8, с. 81–94.

Соколов, Глазко, 2015 – Соколов М.С., Глазко В.И. Минимизация негативных социально-экологических последствий техногенеза в агро сфере России (в развитие ноосферной концепции В.И. Вернадского) // *Агрехимия*, 2015, № 3, с. 3–9.

Технологии малообъемного орошения сельскохозяйственных культур, 2016 – Технологии малообъемного орошения сельскохозяйственных культур (31.07.2016) / URL: <http://helion-ltd.ru/agr-land-water-wood-eco37-48/>

Топунова и др., 2010 – Топунова И.В., Приходько В.Е., Соколова Т.А. Влияние орошения на содержание и минералогический состав илистой фракции черноземов Ростовской области (Багаевско-Садковская оросительная система) // *Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение*, 2010, № 1, с. 3–10.

Цховребов, 2012 – Цховребов В.С. Изменение содержания микроэлементов под озимой пшеницей в результате реминерализации чернозема выщелоченного // *Научный журнал КубГАУ*, 2012, № 77(03) / URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/45.pdf>

Шоба и др., 2015 – Шоба С.А., Смагин А.В., Садовникова Н.Б. Методологические аспекты почвенного конструирования // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. IV Международная научная экологическая конференция. Краснодар, 2015, с. 7–17.

Щедрин и др., 2015 – Щедрин В. Н., Балакай Г. Т., Васильев С. М., Докучаева Л. М., Юркова Р. Е., Акоюн А. В., Свистунов Ю. А., Свистунов А. Ю., Гаркуша С. В., Шевель С. А., Гаркуша С. А., Мальшева Н.Н. Комплекс мероприятий, направленных на сохранение и восстановление почвенного плодородия при циклическом орошении сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. 76 с. / URL: <http://www.rosniipm.ru/izdan/2015/СОК.pdf>

Ясониди, 2011 – Ясониди О.Е. Капельное орошение, Новочеркасск: Лик, 2011. 322 с.

Ågren et al., 2014 – Ågren A.M., Buffam I., Cooper D.M., Tiwari T., Evans C.D., Laudon H. (2014). Can the heterogeneity in stream dissolved organic carbon be explained by contributing landscape elements? *Biogeosciences*, 11, vol. 11, No 4, pp. 1199–1213, doi:10.5194/bg-11-1199-2014.

Aral Sea Foundation, 2016 – Aral Sea Foundation (2016) / URL: info@aralsea.org

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

Balboa, 2016 – Balboa Cristina M. (2016). Accountability of Environmental Impact Bonds: The Future of Global Environmental Governance? *Global Environmental Politics*, vol. 16, No. 2, pp. 33–41, doi:10.1162/GLEP_a_00352.

Batukaev et al., 2016 – Batukaev A. A., Endovitsky A.P., Andreev A.G., Kalinichenko V.P., Minkina T.M., Dikaev Z.S., Mandzhiyeva S.S., Sushkova S.N. (2016). Ion association in water solution of soil and vadose zone of chestnut saline solonetz as a driver of terrestrial carbon sink. *Solid Earth*, 7, Is. 2, pp. 415–423, doi:10.5194/se-7-415-2016.

Bewick et al., 2012 – Bewick, R.; Sanchez, J. P.; McInnes, C. R. (2012). Gravitationally bound geoengineering dust shade at the inner Lagrange point. *Advances in Space Research*, 50 (10), pp. 1405–410, Bibcode: 2012AdSpR..50.1405B, doi:10.1016/j.asr.2012.07.008.

Biomass for Sustainable Applications, 2014 – *Biomass for Sustainable Applications: Pollution Remediation and Energy* (2014). Ed. Sara Gaspard, Mohamed Chaker Ncibi. Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 0WF, UK.

Blunier et al., 2012 – Blunier T., Bender M.L., Barnett B., von Fischer J.C. (2012). Planetary fertility during the past 400 ka based on the triple isotope composition of O₂ in trapped gases from the Vostok ice core // *Clim. Past*, 8, pp. 1509–1526, doi:10.5194/cp-8-1509-2012.

Boucher et al., 2004 – Boucher O., Myhre G., Myhre A. (2004). Direct human influence of irrigation on atmospheric water vapour and climate // *Climate Dynamics* 22 (6–7), pp. 597–603, Bibcode:2004ClDy...22..597B, doi:10.1007/s00382-004-0402-4.

Brown, 2003 – Brown, P. (2003). Ultra-high-pressure inactivation of prion infectivity in processed meat: A practical method to prevent human infection // *Proceedings of the National Academy of Sciences*, № 100(10), pp. 6093–6097, doi:10.1073/pnas.1031826100.

Burgess et al., 2014 – Burgess Seth D., Bowring Samuel, Shu-zhong Shen (2014). High-precision timeline for Earth's most severe extinction. *PNAS. March 4*, Vol. 111, No. 9, pp. 3316–3321, doi:10.1073/pnas.1317692111

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

Cheng et al., 2016 – Cheng Linyin, Martin Hoerling, Amir AghaKouchak, Ben Livneh, Xiao-Wei Quan, Jon Eischeid (2016). How Has Human-Induced Climate Change Affected California Drought Risk? *Journal of Climate*, vol. 29, No. 1, January 2016, pp. 111–120, doi:http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0260.1

Clarkson et al., 2015 – Clarkson M.O., Kasemann S.A., Wood R.A., Lenton T.M., Daines S.J., Richoz S., Ohnemüller F., Meixner A., Poulton S. W., Tipper E. T. (2015) Ocean acidification and the Permo-Triassic mass extinction. *Science* 10 Apr 2015: vol. 348, Is. 6231, pp. 229–232 doi:10.1126/science.aaa0193

Climate Intervention, 2015 – *Climate Intervention* (2015). Reflecting Sunlight to Cool Earth Committee on Geoengineering Climate: Technical Evaluation and Discussion of Impacts; Board on Atmospheric Sciences and Climate; Ocean Studies Board; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, ISBN: 978-0-309-31482-4, doi:10.17226/18988

Curry, 2009 – Curry C. L. (2009) The consumption of atmospheric methane by soil in a simulated future climate. *Biogeosciences*, 6, pp. 2355–2367, doi:10.5194/bg-6-2355-2009.

Deser et al., 2000 – Deser Clara, John E. Walsh & Michael S. Timlin (2000). Arctic Sea Ice Variability in the Context of Recent Atmospheric Circulation Trends. *Journal of Climate*, vol. 13 No. 3, February 2000 pp. 617–633. doi:http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<0617:ASIVIT>2.0.CO;2

Dolman et al., 2012 – Dolman A.J., Shvidenko A., Schepaschenko D. et al. (2012). An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory-based, eddy covariance and inversion methods. *Biogeosciences*, vol. 9, pp. 5323–5340, doi:10.5194/bg-9-5323-2012

Encyclopedia of Soil Science, 2006 – *Encyclopedia of Soil Science* (2006). Ed by Rattan Lal, CRC Press, Taylor & Francis Group, vol. 1, pp. 1–958, vol. 2, pp. 959–1924, ISBN 9780849338304 - CAT# DK830X

Fenner et al., 2013 – Fenner, K.; Canonica, S.; Wackett, L. P.; Elsner, M. (2013). Evaluating Pesticide Degradation in the Environment: Blind Spots and Emerging Opportunities. *Science* 341 (6147): 752, doi:10.1126/science.1236281.

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

George Henry, 1920 – George Henry (1920). Progress and Poverty. An Inquiry into the Cause of Industrial Depressions and of Increase of Want with Increase of Wealth: The Remedy First Pub. Garden City, NY: Doubleday, Page & Co. / URL: <http://www.econlib.org/library/YPDBooks/George/grgPP.html>

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

Gorter, 1996 – Gorter J.D. (1996). Speculation on the origin of the Bedout high – a large, circular structure of pre-Mesozoic age in the offshore Canning Basin, Western Australia. *PESA News*, pp. 32–34.

Grove, Switsur, 1994 – Roy Grove, Jean M.; Switsur, Roy (1994). "Glacial geological evidence for the medieval warm period". *Climatic Change*, 26 (2–3), 143 p. doi:10.1007/BF01092411.

Hain et al., 2014 – Hain, M.P.; Sigman, D.M.; Haug, G.H. (2014). "The Biological Pump in the Past" (PDF). Treatise on Geochemistry, 2nd Edition 8, pp. 485–517, doi:10.1016/B978-0-08-095975-7.00618-5

Hansen et al., 2000 – Hansen James, Makiko Sato, Reto Ruedy, Andrew Lacis, Valdar Oinas (2000). Global warming in the twenty-first century: an alternative scenario. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 97 (18), pp. 9875–80. doi:10.1073/pnas.170278997.

Helama et al., 2009 – Helama, S., Timonen, M., Holopainen, J., Ogurtsov, M.G., Mielikäinen, K., Eronen, M., Lindholm, M., Meriläinen, J. (2009). Summer temperature variations in Lapland during the Medieval Warm Period and the Little Ice Age relative to natural instability of thermohaline circulation on multi-decadal and multi-centennial scales. *J. Quaternary Sci.*, vol. 24, pp. 450–456, ISSN 0267-8179. doi:10.1002/jqs.1291

Houghton et al., 1998 – Houghton R.A., Davidson E.A., Woodwell G.M. (1998). Missing sinks, feedbacks, and understanding the role of terrestrial ecosystems in the global carbon balance. *Global Biochem. Cycles*, vol. 12, No. 1, pp. 25–34.

IAP, 2009 – Interacademy Panel (IAP) Member Academies Statement on Ocean Acidification (2009). Secretariat: TWAS (the Academy of Sciences for the Developing World), Trieste, Italy. / URL: <http://www.interacademies.net/10878/13951.aspx>

Ivanitskaya et al., 2015 – Ivanitskaya Lidia V., Mikhail S. Sokolov, Valery I. Glazko (2015). No-alternative and the Factors of Social and Environmental Co-evolution of the Biosphere into the Noosphere (the Development of the Biosphere Ideas of Vernadsky). *Biogeosystem Technique*, vol. (3), Is. 1, pp. 29–49. doi:10.13187/bgt.2015.3.29

Johnson, 2011 – Johnson, C.J., Bennett, J.P., Biro, S.M., Duque-Velasquez, J.C., Rodriguez, C.M., Bessen, R.A., Roche, T.E. (2011). Degradation of the Disease-Associated Prion Protein by a Serine Protease from Lichens. *PLoS ONE* 6(5): e19836. doi:10.1371/journal.pone.0019836

Jury et al., 2016 – Jury William A., Arthur M. Winer, William F. Spencer, Dennis D. Focht (2016). Transport and transformations of organic chemicals in the soil-air-water ecosystem Volume 99 of the series *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. Chapter pp. 119–164.

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

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

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

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

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

[Kalinitchenko et al., 2016](#) – Kalinitchenko V., Batukaev A., Zarmaev A., Startsev V., Chernenko V., Dikaev Z., Sushkova S. (2016). Biogeosystem technique as the way to certainty of soil, hydrosphere, environment and climate. *Geophysical Research Abstracts*, vol. 18, EGU General Assembly. Vienna, EGU2016-3419

[Kalinina et al., 2015](#) – Kalinina O., Giani L., Dolgikh A.V., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., Chertov O., Barmin A.N. (2015). Self-restoration of post-agrogenic soils of calcisol-solonetz complex: soil development, carbon stock dynamics of carbon pools. *Geoderma*, vol. 237, pp. 117-128. doi:10.1016/j.geoderma.2014.08.013

[Kampman et al., 2012](#) – Kampman Niko, Neil M. Burnside, Zoe K. Shipton, Hazel J. Chapman, Joe A. Nicholl, Rob M. Ellam & Mike J. Bickle (2012). Pulses of carbon dioxide emissions from intracrustal faults following climatic warming. *Nature Geoscience*, 5, pp. 352–358, doi:10.1038/ngeo1451

[Kaufmann, Juselius, 2016](#) – Kaufmann R.K.; Juselius K. (2016) Testing competing forms of the Milankovitch hypothesis. *Paleoceanography*, 31, doi:10.1002/2014PA002767

[Kimberly et al., 2016](#) – Kimberly Lau V.; Maher Kate; Altiner Demir; Kelley Brian M.; Kump Lee R.; Lehrmann Daniel J.; Silva-Tamayo, Juan Carlos; Weaver Karrie L.; Yu Meiyi; Payne Jonathan L. (2016). "Marine anoxia and delayed Earth system recovery after the end-Permian extinction". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (9), pp. 2360–2365. doi:10.1073/pnas.1515080113

[Kolesnikov et al., 2013](#) – Kolesnikov S.I., Yaroslavtsev M.V., Spivakova N.A., Kazeev K.S. (2013). Comparative assessment of the biological tolerance of chernozems in the South of Russia towards contamination with Cr, Cu, Ni, and Pb in a model experiment. *Eurasian Soil Science*, vol. 46, No 2, pp. 176–181, doi:10.1134/S1064229313020087

[Kudeyarov, 2015](#) – Kudeyarov V.N. (2015) Current state of the carbon budget and the capacity of Russian soils for carbon sequestration. *Eurasian Soil Science*, vol. 48, № 9, pp. 923–933, doi:10.1134/S1064229315090070

[Laurén, 2014](#) – Laurén J (2014) Cellular prion protein as a therapeutic target in Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease* 38 (2), pp. 227–44, doi:10.3233/JAD-130950. PMID 23948943.

[Le Chatelier, Boudouard, 1898](#) – Le Chatelier, H., Boudouard O. (1898). Limits of Flammability of Gaseous Mixtures. *Bulletin de la Société Chimique de France* (Paris), vol. 19, pp. 483–488.

[Le Mer, and Roger, 2001](#) – Le Mer, J., Roger, P. (2001). Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. *European Journal of Soil Biology* 37, pp. 25–50.

[Lima et al., 2014](#) – Lima I.D., Lam P.J., Doney S.C. (2014). Dynamics of particulate organic carbon flux in a global ocean model. *Biogeosciences*, 11, vol. 11, No 4, pp. 1177–1198, doi:10.5194/bg-11-1177-2014.

[Lin et al., 2016](#) – Lin L., Andrew Gettelman, Q. Fu, Yangyang Xu (2016). Simulated differences in 21st century aridity due to different scenarios of greenhouse gases and aerosols. *Climatic Change*, doi:10.1007/s10584-016-1615-

[Lohbeck et al., 2012](#) – Lohbeck Kai T., Ulf Riebesell & Thorsten B. H. Reusch (2012). Adaptive evolution of a key phytoplankton species to ocean acidification. *Nature Geoscience*, 5, pp. 346–351, doi:10.1038/ngeo1441

[Ma et al., 2014](#) – Ma, Z., Gray, E., Thomas, E., Murphy, B., Zachos, J. C., Paytan, A. (2014). Carbon sequestration during the Paleocene-Eocene Thermal maximum by an efficient biological pump. *Nature Geoscience* 7, pp. 382–388; doi:10.1038/NGEO2139

[Martineau et al., 2014](#) – Martineau Christine, Yao Pan, Levente Bodrossy, Etienne Yergeau, Lyle G. Whyte, Charles W. Greer (2014). Atmospheric methane oxidizers are present and active in Canadian high Arctic soils. *FEMS Microbiology Ecology*, vol. 89, Is. 2, pp. 257–269, doi:10.1111/1574-6941.12287

[Measuring Earth's Albedo, 2014](#) – *Measuring Earth's Albedo* (2014). NASA Earth Observatory / URL: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=84499>

[Melton and Arora, 2014](#) – Melton J.R., Arora V.K. (2014) Sub-grid scale representation of vegetation in global land surface schemes: implications for estimation of the terrestrial carbon sink. *Biogeosciences*, vol. 11, No 4, pp. 1021–1036, doi:10.5194/bg-11-1021-2014.

Micro-drip-irrigation, 2016 – *Micro-drip-irrigation* (2016). / URL: <http://www.gardena.com/int/water-management/micro-drip-irrigation-system/below-and-above-ground-drip-irrigation-line-137-mm-305329/> (Access date: 31.07.2016).

Mumm et al., 2016 – Mumm, R., Hageman, J.A., Calingacion, M.N., R.C.H. de Vos, Jonker H.H., Erban A., Kopka J., Hansen T.H., Laursen K.H., Schjoerring J.K., Ward J.L., Beale M.H., Jongee S., Rauf A., Habibi F., Indrasari S.D., Sakhan S., Ramli A., Romero M., Reinke R.F., Ohtsubo K., Boualaphanh C., Fitzgerald M.A., Hall R.D. (2016). Multi-platform metabolomics analyses of a broad collection of fragrant and non-fragrant rice varieties reveals the high complexity of grain quality characteristics. *Metabolomics* 12:38 doi:10.1007/s11306-015-0925-1

Norton et al., 2014 – Norton Susan B., Susan M. Cormier, Glenn W. Suter II (2014). Ecological Causal Assessment. CRC Press, 513 p. ISBN 9781439870136 - CAT K13223

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

Orwell, 1937 – Orwell George (1937). "8". *The Road to Wigan Pier*. Left Book Club. p. 1. / URL: http://www.george-orwell.org/The_Road_to_Wigan_Pier/index.html

Peng, 2014 – Peng Y., Arora V.K., Kurz W.A., Hember R.A., Hawkins B.J., Fyfe J.C, Werner A.T. (2014) Climate and atmospheric drivers of historical terrestrial carbon uptake in the province of British Columbia, Canada. *Biogeosciences*, vol. 11, No 3, pp. 635–649, doi:10.5194/bg-11-635-2014.

Prashant et al., 2015 – Prashant D. Sardeshmukh, Gilbert P. Compo, Cécile Penland (2015). Need for Caution in Interpreting Extreme Weather Statistics // *Journal of Climate*, vol. 28, No. 23, pp. 9166–9187, doi:http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0020.1

Precision Mobile Drip Irrigation (PMDI™), 2016 – *Precision Mobile Drip Irrigation (PMDI™)*. NETAFIM. / URL: <http://www.netafimusa.com/agriculture/products/hwdripperline/precision-mobile-drip-irrigation>

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

Ridgwell et al., 1999 – Ridgwell Andy J., Stewart J. Marshall, Keith Gregson (1999). Consumption of atmospheric methane by soils: A process-based model. *Global Biogeochemical Cycles*. vol. 13, Is. 1, pp. 59–70, doi:10.1029/1998GB900004

Riebesell et al., 2007 – Riebesell U., Schulz K.G., Bellerby R.G.J., Botros M., Fritsche P., Meyerhöfer M., Neill C., Nondal G., Oschlies A., Wohlers J. & Zöllner E. (2007). Enhanced biological carbon consumption in a high CO₂ ocean. *Nature* 450, pp. 545-548, doi:10.1038/nature06267

Rodell et al., 2015 – Rodell M., Beaudoin H.K., L'Ecuyer T.S., Olson W.S., Famiglietti J.S., Houser P.R., Adler R., Bosilovich M.G., Clayson C.A., Chambers D., Clark E., Fetzer E.J., Gao X., Gu G., Hilburn K., Huffman G.J., Lettenmaier D.P, Liu W.T., Robertson F.R., Schlosser C.A., Sheffield J., Wood E.F. (2015). The Observed State of the Water Cycle in the Early Twenty-First Century. *Journal of Climate*, vol. 28, No. 21, pp. 8289–8318, doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00555.1>

Romanou et al., 2014 – Romanou A., Romanski J., Gregg W.W. (2014). Natural ocean carbon cycle sensitivity to parameterizations of the recycling in a climate model. *Biogeosciences*, 11, vol. 11, No 4, pp. 1137–1154, doi:10.5194/bg-11-1137-2014.

Rothman, 2015 – Rothman Daniel H. (2015). Earth's carbon cycle: A mathematical perspective. *Bull. Amer. Math. Soc*, 52, pp. 47–64, doi:http://dx.doi.org/10.1090/S0273-0979-2014-01471-5

Salter et al., 2014 – Salter Ian, Ralf Schiebel, Patrizia Ziveri, Aurore Movellan, Richard Lampitt & George A. Wolff (2014). Carbonate counter pump stimulated by natural iron fertilization in the Polar Frontal Zone. *Nature Geoscience*, 7, pp. 885–889, doi:10.1038/ngeo2285

Scheff, Frierson, 2014 – Scheff Jacob, Dargan M. W. Frierson (2014). Scaling Potential Evapotranspiration with Greenhouse Warming. *Journal of Climate* 27(4), doi:10.1175/JCLI-D-13-00233.1

- Scheff, Frierson, 2015 – Scheff Jacob, Dargan M. W. Frierson (2015). Terrestrial Aridity and Its Response to Greenhouse Warming across CMIP5 Climate Models. *Journal of Climate* 28(14):150427110053004, doi:10.1175/JCLI-D-14-00480.1
- Seager et al., 2015 – Seager Richard, Martin Hoerling, Siegfried Schubert, Hailan Wang, Bradfield Lyon, Arun Kumar, Jennifer Nakamura, Naomi Henderson (2015). Causes of the 2011–14 California Drought. *Journal of Climate*, vol. 28, No. 18, pp. 6997–7024, doi:http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00860.1
- Shein et al., 2013 – Shein E.V., Kharitonova G.V., Milanovskii E.Yu., Dembovetskii A.V., Fedotova A.V., Konovalova N.S., Sirotskii S.E., Pervova N.E. (2013). Aggregate Formation in Salt Affected Soils of the Baer Mounds. *Eurasian Soil Science*, vol. 46, No. 4, pp. 401–412, doi:10.1134/S1064229313040121
- Shein et al., 2016 – Shein E.V., Kharitonova G.V., Milanovsky E.Yu. (2016). Aggregation of Natural Disperse Formations: Value of Organic Matter, Soluble Salts And Diatoms. *Biogeosystem Technique*, vol.(7), Is. 1, pp. 77–86, doi:10.13187/bgt.2016.7.77
- Song, Fu, 2013 – Song Feng, Q. Fu (2013). Expansion of global drylands under a warming climate. *Atmospheric Chemistry and Physics* 13(6), pp. 14637–14665, doi:10.5194/acpd-13-14637-2013
- Stevenson, 1965 – Stevenson Adlai Ewing (1965). Speech to the Economic and Social Council of the United Nations, Geneva, Switzerland, July 9 / URL: http://www.bartleby.com/73/477.html
- Striegl et al., 1992 – Striegl R.G., Onnaughey T.A. McC, Thorstenson D.C., Weeks E.P. & Woodward J.C. (1992). Consumption of atmospheric methane by desert soils. *Nature* 357, pp. 145–147, doi:10.1038/357145a0
- Sullivan et al., 2015 – Sullivan Benjamin W., Megan K. Nasto, Stephen C. Hart, Bruce A. Hungate (2015). Proximate controls on semiarid soil greenhouse gas fluxes across 3 million years of soil development. *Biogeochemistry* 125, pp.375–391, doi:10.1007/s10533-015-0133-0
- Teaf et al., 2010 – Teaf Christopher M.; Covert Douglas J.; Teaf Patrick A.; Page Emily; and Starks Michael J. (2010). Arsenic Cleanup Criteria for Soils in the US and Abroad: Comparing Guidelines and Understanding Inconsistencies. *Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy*, vol. 15, Article 10 / URL: http://scholarworks.umass.edu/soilsproceedings/vol15/iss1/10
- Uranium 2011 – Uranium 2011: Resources, Production and Demand. OECD World Nuclear Agency and International Atomic Energy Agency 2012 p. 15.
- USEPA. Overview of Greenhouse Gases, 2016 – USEPA. *Overview of Greenhouse Gases* (2016). / URL: https://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/n2o.html
- Vellekoop et al., 2014 – Vellekoop, J.; Sluijs, A.; Smit, J.; et al. (2014). Rapid short-term cooling following the Chicxulub impact at the Cretaceous-Paleogene boundary. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 111 (21): 7537–41. Bibcode: 2014PNAS..1117537V. doi: 10.1073/pnas.1319253111. PMID 24821785
- Verchot et al., 2011 – Verchot L.V., Dutaur L., Shepherd K.D., Albrecht A. (2011). Organic matter stabilization in soil aggregates: Understanding the biogeochemical mechanisms that determine the fate of carbon inputs in soils. *Geoderma* 161(3–4), pp. 182–193, doi:10.1016/j.geoderma.2010.12.017
- von Frese et al., (2009) – von Frese, R., Potts, L., Wells, S., Leftwich, T., Kim, H., et al., (2009). GRACE gravity evidence for an impact basin in Wilkes Land, Antarctica. *Geochemistry, Geophysics, and Geosystems*, vol. 10, No 2, doi: 10.1029/2008GC002149

References

- Akanova, 2013 – Akanova N.I. (2013). Fosfogips neutralizovannyi – perspektivnoe agrokhimicheskoe sredstvo intensivatsii zemledeliya (po materialam seminarov OAO «MKhK» EvroKhim) // *Plodorodie*, № 1, c. 2–7 / URL: http://plodorodie-j.ru/journal/2013-2/nomer-11/n60.html
- Biologicheskaya produktivnost' vodnykh ekosistem, 2016 – *Biologicheskaya produktivnost' vodnykh ekosistem* (31.07.2016). / URL: http://geopriroda.ru/ecology/306-biologicheskaya-produktivnost-vodnyx-yekosistem.html

[Bronfman, Khlebnikov, 1985](#) – *Bronfman A.M., Khlebnikov E.P.* (1985). Azovskoe more. Osnovy rekonstruktsii / pod red. prof. A.I. Simonova. L.: Gidrometeoizdat, 272 s.

[Voevodina, 2011](#) – *Voevodina L.A.* (2011). Vliyanie perepolivov pri kapel'nom oroshenii na meliorativnoe sostoyanie zemel'. // Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sb. st. FGNU «RosNIIPM» / Pod red. V. N. Shchedrina, Novocherkassk: Gelikon, vyp. 45, s. 49–56.

[Voevodina, 2016](#) – *Voevodina L.A.* (2016). Struktura pochvy i faktory, izmenyayushchie ee pri oroshenii // Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii, № 1 (21), s. 134–154 / URL: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec398-field6.pdf

[Glagolev i dr., 2012](#) – *Glagolev M.V., Filippov I.V., Kleptsova I.E.* (2012). Emissiya i pogloshchenie metana pochvami Rossii // Bolota i biosfera: materialy VIII Vserossiiskoi s mezhdunarodnym uchastiem nauchnoi shkoly (10–15 sentyabrya 2012 g., Tomsk). Tomsk: Izd-vo TGPU, s. 32–41.

[Glazko, 2014a](#) – *Glazko V.I.* (2014). Agroekosistemy i riski ikh razrusheniya // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Biotekhnologiya i kachestvo zhizni», Materialy konferentsii, s. 314–315.

[Glazko, 2014b](#) – *Glazko V.I.* (2014). Ekologiya i ekonomika: neestetvennoe – nerazumno // *Vestnik RAEN*, № 1, s. 152–153.

[Glazko, 2014v](#) – *Glazko V.I.* (2014). Formoobrazovanie i mikroevolyutsiya: porodoobrazovanie, metabolomika, subgenom // *Farm Animals*, № 1 (5), s. 20–32.

[Glinushkin i dr., 2016](#) – *Glinushkin A.P., Sokolov M.S., Toropova E.Yu.* (2016). Fitosanitarnye i gigienicheskie trebovaniya k zdorovoi pochve, M.: «Izdatel'stvo Agrorus», 288 s.

[Gruppa POLIPLASTIK, 2016](#) – *Gruppa POLIPLASTIK* (2016) / URL: <http://www.polyplastic.ru>.

[Dobrovolskii, 2012](#) – *Dobrovolskii G.V.* (2012). Pedosfera – kak obolochka vysokoi kontsentratsii i raznoobraziya zhizni na planete Zemlya // VI s"ezd Obshchestva pochvedovedov im. V.V. Dokuchaeva, Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem «Pochvy Rossii: sovremennoe sostoyanie, perspektivy izucheniya i ispol'zovaniya», Vserossiiskaya molodezhnaya konferentsiya «Znaniya o pochve – razvitiyu strany» 13–18 avgusta 2012 g. Petrozavodsk.

[Zaidel'man i dr., 2012](#) – *Zaidel'man F.R., Gennadiev A.N., Bakhmet O.N., Gromtsev A.N.* (2012). Zashchita torfyanykh pochv i lesov ot degradatsii i unichtozheniya pri pozharakh // VI s"ezd Obshchestva pochvedovedov im. V.V. Dokuchaeva, Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem «Pochvy Rossii: sovremennoe sostoyanie, perspektivy izucheniya i ispol'zovaniya», Vserossiiskaya molodezhnaya konferentsiya «Znaniya o pochve – razvitiyu strany» 13 – 18 avgusta 2012 g. Petrozavodsk.

[Zaitseva i dr., 2013](#) – *Zaitseva R.I., Komarov N.M., Grishina R.V., Kirichenko A.V., Egorov Yu.V., Muromtsev N.A.* (2013). Ustoichivost' sortov yarovogo yachmenya v faze prorananie – vskhody k zasoleniyu pochvy i k defitsitu vlagi pri prorashchivanii semyan na rastvorakh // *Sovremennoe sostoyanie chernozemov. Mat. mezhd. nauchnoi konf.*, 24–26 sentyabrya 2013, Rostov-na-Donu, s. 113–116.

[Il'inskaya, Ignat'ev, 2003](#) – *Il'inskaya, I.N., V.M. Ignat'ev* (2003). Raschet ekologicheskii bezopasnykh norm vodopotrebnosti dlya orosheniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur // *Vestnik RASKhN*, № 5, s. 26–28.

[Kulygin, Il'inskaya, 2015](#) – *Kulygin V.A., Il'inskaya I.N.* (2015). Effektivnost' ispol'zovaniya orositel'noi vody pri vozdeyствии sel'skokhozyaistvennykh kul'tur // *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioratsii*, № 2 (18), s. 1–15.

[Il'inskaya, Shkodina, 2009](#) – *Il'inskaya I.N., Shkodina O.P.* (2009). Normirovanie vodootvedeniya – faktor ratsional'nogo vodopol'zovaniya / Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya. Novocherkassk: RosNIIPM, vyp. 41, s. 74–84.

[Kalinichenko, 2012a](#) – *Kalinichenko V.P.* (2012). Biogeosistemotekhnika: Gnoseologicheskie osnovy upravleniya ekosistemami // *Pochvedovedenie i agrokhimiya*, № 4, s. 72–76.

[Kalinichenko, 2012b](#) – *Kalinichenko V.P.* (2012). Biogeosistemotekhnika kak gnoseologicheskaya osnova upravleniya ekosistemami // *Zhivye i biokosnye sistemy*, vyp. 1 / URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-1/article-3>

Kalinichenko i dr., 2013 – Kalinichenko V.P., Minkina T.M., Bezuglova O.S., Zarmaev A.A., Romanov O.V., Kim V.Ch.-D. (2013). Kontseptsiya vnutripochvennoi diskretnoi impul'snoi irrigatsii // *Prirodoobustroistvo*, № 2, s. 6–11.

Kalinichenko, 2015v – Kalinichenko V.P. (2015). Sozdanie pochv, sistem pitaniya i poliva botanicheskikh sadov metodami biogeosistemotekhniki // *Rol' botanicheskikh sadov v sokhranении i monitoringe bioraznoobraziya*. Sbornik materialov Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu Yuzhnogo federal'nogo universiteta. 27–30 maya 2015 g. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, s. 50–54.

Kalinichenko, 2016 – Kalinichenko V.P. (2016). Biogeosistemotekhnika – innovatsionnyi metod upravleniya produktivnost'yu i zdorov'em pochvy // *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya Sovremennye problemy gerbologii i ozdorovleniya pochv*. (21–23 iyunya 2016 g.), Bol'shie Vyazemy, s. 246–263.

Levchenko, 1950 – Levchenko V.M. (1950). O rastvorimosti gazov v mineral'nykh vodakh // *Gidrokhim. Materialy*, t. 17, s. 17–24.

Medvedeva i dr., 2012 – Medvedeva M.V., Bakhmet O.N., Yakovlev A.S. (2012). Ekologo-mikrobiologicheskii monitoring pochv vostochnoi fennoskandii, nakhodyashchikhsya v usloviyakh aerotekhnogennogo zagryazneniya // VI s"ezd Obshchestva pochvedovedov im. V.V. Dokuchaeva, Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem «Pochvy Rossii: sovremennoe sostoyanie, perspektivy izucheniya i ispol'zovaniya», Vserossiiskaya molodezhnaya konferentsiya «Znaniya o pochve – razvitiyu strany» 13 – 18 avgusta 2012, Petrozavodsk.

Mindubaev i dr., 2015a – Mindubaev A.Z., Voloshina A.D., Gorbachuk E.V., Validov Sh.Z., Kulik N.V., Alimova F.K., Minzanova S.T., Mironova L.G., Belostotskoi D.E., Saparmyradov K.A., Tukhatova R.I., Yakhvarov D.G. (2015). Adaptatsiya mikroorganizmov k belomu fosforu, kak rezul'tat napravlennoi selektsii. Geneticheskaya identifikatsiya ustoichivogo aspergilla i metabolicheskoe profilirovanie streptomitseta A8. // *Butlerovskie soobshcheniya*, 44, № 12, 1–28. t. 44. ROI: jbc-01/15-44-12-1

Mindubaev i dr., 2015b – Mindubaev A.Z., Voloshina A.D., Gorbachuk E.V., Kulik N.V., Alimova F.K., Minzanova S.T., Mironova L.G., Saparmyradov K.A., Khayarov Kh.R., Yakhvarov D.G. (2015). Vkluyuchenie belogo fosfora v prirodnyi krugovorot veshchestv. Kul'tivirovanie ustoichivoi mikroflory // *Butlerovskie soobshcheniya*, 41, s. 54–81, ROI:jbc-01/15-41-3-54

Mindubaev, Yakhvarov, 2014 – Mindubaev A.Z., Yakhvarov D.G. (2014). Fosfor: svoistva i primenenie. // *Butlerovskie soobshcheniya*, 39, c. 1–24

Mun i dr., 2013 – Mun S.A., Larin S.A., Glushkov A.N. (2013). Vliyanie dobychi uglya na zagryaznenie atmosfery i zaboлеваemost' rakom legkogo v Kemerovskoi oblasti // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, № 1 / URL: <http://www.science-education.ru/107-8406>

Postanovlenie Pravitel'stva RF, 2013 – *Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 12 oktyabrya 2013 g. N 922 g. Moskva «O federal'noi tselevoi programme «Razvitie melioratsii zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya Rossii na 2014 – 2020 gody»* / URL: <https://rg.ru/2013/10/21/melioraciya-site-dok.html>

Predel'no dopustimye kontsentratsii, 2016 – *Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v pochve. Gigienicheskie normativy GN 2.1.7.2041-06. 31.07.2016* / URL: http://www.tehlit.ru/lib_norma_doc/46/46714/

Putin, 2015 – Putin V.V. (2015). Vystuplenie na zasedanii general'noi Assamblei OON. / URL: <http://www.1tv.ru/news/polit/293099>

Sazykina i dr., 2014 – Sazykina M.A., Sazykin I.S., Kostina N.V., Khmelevtsova L.E., Trubnik R.G., Sazykina M.I. (2014). Issledovanie ekotoksikologicheskikh parametrov stochnykh vod g. Rostova-na-Donu i g. Myunkhena // *Voda: khimiya i ekologiya*, № 1 (66), c. 3–10.

Semenov, Sokolov, 2016 – Semenov A.M., Sokolov M.S. (2016). Kontseptsiya zdorov'ya pochvy: fundamental'no-prikladnye aspekty obosnovaniya kriteriev otsenki // *Agrokhimiya*, № 1, S. 3–16.

Semenovodstvo risa, 2016 – *Semenovodstvo risa (31.07.2016)* / URL: <http://mehanika-ua.ru/nauchnye-razrabotki/71-adaptivnaya-malozatratnaya-i-ekologicheskii-bezopasnaya-tehnologiya-vozdeleyvaniya-risa/1373-semenovodstvo-risa.html>

Sen'kova, 2009 – Sen'kova L.A. (2009). Sostoyanie pochv agrolandshaftov Yuzhnogo Urala i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya // *Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni*

doktora biologicheskikh nauk / Tyumenskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya. Tyumen'.

Sokolov i dr., 2015 – Sokolov M.S., Glinushkin A.P., Toropova E.Yu. (2015). Sredoobrazuyushchie funktsii zdorovoi pochvy – fitosanitarnye i sotsial'nye aspekty // *Agrokimiya*, № 8, s. 81–94.

Sokolov, Glazko, 2015 – Sokolov M.S., Glazko V.I. (2015). Minimizatsiya negativnykh sotsial'no-ekologicheskikh posledstviy tekhnogeneza v agrosfere Rossii (v razvitie noosfernoi kontseptsii V.I. Vernadskogo) // *Agrokimiya*, № 3, s. 3–9.

Tekhnologii maloob"emnogo orosheniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur, 2016 – *Tekhnologii maloob"emnogo orosheniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* (31.07.2016) / URL: <http://helion-ltd.ru/agr-land-water-wood-eco37-48/>

Topunova i dr., 2010 – Topunova I.V., Prikhod'ko V.E., Sokolova T.A. (2010). Vliyanie orosheniya na sodержanie i mineralogicheskii sostav ilistoï fraktsii chernozemov Rostovskoi oblasti (Bagaevsko-Sadkovskaya orositel'naya sistema) // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17: Pochvovedenie*, № 1, s. 3–10.

Tskhovrebov, 2012 – Tskhovrebov V.S. (2012). Izmenenie sodержaniya mikroelementov pod ozimoi pshenitsei v rezul'tate remineralizatsii chernozema vyshchelochennogo // *Nauchnyi zhurnal KubGAU*, № 77(03) / URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/45.pdf>

Shoba i dr., 2015 – Shoba S.A., Smagin A.V., Sadovnikova N.B. (2015). Metodologicheskie aspekty pochvennogo konstruirovaniya // *Problemy rekul'tivatsii otkhodov byta, promyshlennogo i sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva. IV Mezhdunarodnaya nauchnaya ekologicheskaya konferentsiya*. Krasnodar, s. 7–17.

Shchedrin i dr., 2015 – Shchedrin V. N., Balakai G. T., Vasil'ev S. M., Dokuchaeva L. M., Yurkova R. E., Akopyan A. V., Svistunov Yu. A., Svistunov A. Yu., Garkusha S. V., Shevel' S. A., Garkusha S. A., Malysheva N.N. (2015). Kompleks meropriyatii, napravlennykh na sokhranenie i vosstanovlenie pochvennogo plodorodiya pri tsiklicheskom oroshenii sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Krasnodarskom krae. Novocheerkassk: RosNIIPM, 76 s. / URL: <http://www.rosniipm.ru/izdan/2015/COK.pdf>

Yasonidi, 2011 – Yasonidi O.E. (2011). Kapel'noe oroshenie, Novocheerkassk: Lik, 322 s.

Ågren et al., 2014 – Ågren A.M., Buffam I., Cooper D.M., Tiwari T., Evans C.D., Laudon H. (2014). Can the heterogeneity in stream dissolved organic carbon be explained by contributing landscape elements? *Biogeosciences*, 11, vol. 11, No 4, pp. 1199–1213, doi:10.5194/bg-11-1199-2014.

Aral Sea Foundation, 2016 – Aral Sea Foundation (2016) / URL: info@aralsea.org

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

Balboa, 2016 – Balboa Cristina M. (2016). Accountability of Environmental Impact Bonds: The Future of Global Environmental Governance? *Global Environmental Politics*, vol. 16, No. 2, pp. 33–41, doi:10.1162/GLEP_a_00352.

Batukaev et al., 2016 – Batukaev A. A., Endovitsky A.P., Andreev A.G., Kalinichenko V.P., Minkina T.M., Dikaev Z.S., Mandzhieva S.S., Sushkova S.N. (2016). Ion association in water solution of soil and vadose zone of chestnut saline solonetz as a driver of terrestrial carbon sink. *Solid Earth*, 7, Is. 2, pp. 415–423, doi:10.5194/se-7-415-2016.

Bewick et al., 2012 – Bewick, R.; Sanchez, J. P.; McInnes, C. R. (2012). Gravitationally bound geoengineering dust shade at the inner Lagrange point. *Advances in Space Research*, 50 (10), pp. 1405–410, Bibcode: 2012AdSpR..50.1405B, doi:10.1016/j.asr.2012.07.008.

Biomass for Sustainable Applications, 2014 – *Biomass for Sustainable Applications: Pollution Remediation and Energy* (2014). Ed. Sara Gaspard, Mohamed Chaker Ncibi. Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 0WF, UK.

Blunier et al., 2012 – Blunier T., Bender M.L., Barnett B., von Fischer J C. (2012). Planetary fertility during the past 400 ka based on the triple isotope composition of O₂ in trapped gases from the Vostok ice core // *Clim. Past*, 8, pp. 1509–1526, doi:10.5194/cp-8-1509-2012.

Boucher et al., 2004 – Boucher O., Myhre G., Myhre A. (2004). Direct human influence of irrigation on atmospheric water vapour and climate // *Climate Dynamics* 22 (6–7), pp. 597–603, Bibcode:2004ClDy...22..597B, doi:10.1007/s00382-004-0402-4.

Brown, 2003 – Brown, P. (2003). Ultra-high-pressure inactivation of prion infectivity in processed meat: A practical method to prevent human infection // *Proceedings of the National Academy of Sciences*, № 100(10), pp. 6093–6097, doi:10.1073/pnas.1031826100.

Burgess et al., 2014 – Burgess Seth D., Bowring Samuel, Shu-zhong Shen (2014). High-precision timeline for Earth's most severe extinction. *PNAS*. March 4, Vol. 111, No. 9, pp. 3316–3321, doi:10.1073/pnas.1317692111

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

Cheng et al., 2016 – Cheng Linyin, Martin Hoerling, Amir AghaKouchak, Ben Livneh, Xiao-Wei Quan, Jon Eischeid (2016). How Has Human-Induced Climate Change Affected California Drought Risk? *Journal of Climate*, vol. 29, No. 1, January 2016, pp. 111–120, doi:http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0260.1

Clarkson et al., 2015 – Clarkson M.O., Kasemann S.A., Wood R.A., Lenton T.M., Daines S.J., Richoz S., Ohnemüller F., Meixner A., Poulton S.W., Tipper E.T. (2015) Ocean acidification and the Permo-Triassic mass extinction. *Science* 10 Apr 2015: vol. 348, Is. 6231, pp. 229–232 doi:10.1126/science.aaa0193

Climate Intervention, 2015 – *Climate Intervention* (2015). Reflecting Sunlight to Cool Earth Committee on Geoengineering Climate: Technical Evaluation and Discussion of Impacts; Board on Atmospheric Sciences and Climate; Ocean Studies Board; Division on Earth and Life Studies; National Research Council, ISBN: 978-0-309-31482-4, doi:10.17226/18988

Curry, 2009 – Curry C. L. (2009) The consumption of atmospheric methane by soil in a simulated future climate. *Biogeosciences*, 6, pp. 2355–2367, doi:10.5194/bg-6-2355-2009.

Deser et al., 2000 – Deser Clara, John E. Walsh & Michael S. Timlin (2000). Arctic Sea Ice Variability in the Context of Recent Atmospheric Circulation Trends. *Journal of Climate*, vol. 13 No. 3, February 2000 pp. 617–633. doi:http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<0617:ASIVIT>2.0.CO;2

Dolman et al., 2012 – Dolman A.J., Shvidenko A., Schepaschenko D. et al. (2012). An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory-based, eddy covariance and inversion methods. *Biogeosciences*, vol. 9, pp. 5323–5340, doi:10.5194/bg-9-5323-2012

Encyclopedia of Soil Science, 2006 – *Encyclopedia of Soil Science* (2006). Ed by Rattan Lal, CRC Press, Taylor & Francis Group, vol. 1, pp. 1–958, vol. 2, pp. 959–1924, ISBN 9780849338304 - CAT# DK830X

Fenner et al., 2013 – Fenner, K.; Canonica, S.; Wackett, L. P.; Elsner, M. (2013). Evaluating Pesticide Degradation in the Environment: Blind Spots and Emerging Opportunities. *Science* 341 (6147): 752, doi:10.1126/science.1236281.

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

George Henry, 1920 – George Henry (1920). *Progress and Poverty. An Inquiry into the Cause of Industrial Depressions and of Increase of Want with Increase of Wealth: The Remedy* First Pub. Garden City, NY: Doubleday, Page & Co. / URL: http://www.econlib.org/library/YPDBooks/George/grgPP.html

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

Gorter, 1996 – Gorter J.D. (1996). Speculation on the origin of the Bedout high – a large, circular structure of pre-Mesozoic age in the offshore Canning Basin, Western Australia. *PESA News*, pp. 32–34.

Grove, Switsur, 1994 – Roy Grove, Jean M.; Switsur, Roy (1994). "Glacial geological evidence for the medieval warm period". *Climatic Change*, 26 (2–3), 143 p. doi:10.1007/BF01092411.

Hain et al., 2014 – Hain, M.P.; Sigman, D.M.; Haug, G.H. (2014). "The Biological Pump in the Past" (PDF). *Treatise on Geochemistry*, 2nd Edition 8, pp. 485–517, doi:10.1016/B978-0-08-095975-7.00618-5

Hansen et al., 2000 – Hansen James, Makiko Sato, Reto Ruedy, Andrew Lacis, Valdar Oinas (2000). Global warming in the twenty-first century: an alternative scenario. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 97 (18), pp. 9875–80. doi:10.1073/pnas.170278997.

Helama et al., 2009 – Helama, S., Timonen, M., Holopainen, J., Ogurtsov, M.G., Mielikäinen, K., Eronen, M., Lindholm, M., Meriläinen, J. (2009). Summer temperature variations in Lapland during the Medieval Warm Period and the Little Ice Age relative to natural instability of thermohaline circulation on multi-decadal and multi-centennial scales. *J. Quaternary Sci.*, vol. 24, pp. 450–456, ISSN 0267-8179. doi:10.1002/jqs.1291

Houghton et al., 1998 – Houghton R.A., Davidson E.A., Woodwell G.M. (1998). Missing sinks, feedbacks, and understanding the role of terrestrial ecosystems in the global carbon balance. *Global Biochem. Cycles*, vol. 12, No. 1, pp. 25–34.

IAP, 2009 – Interacademy Panel (IAP) Member Academies Statement on Ocean Acidification (2009). Secretariat: TWAS (the Academy of Sciences for the Developing World), Trieste, Italy. / URL: <http://www.interacademies.net/10878/13951.aspx>

Ivanitskaya et al., 2015 – Ivanitskaya Lidia V., Mikhail S. Sokolov, Valery I. Glazko (2015). No-alternative and the Factors of Social and Environmental Co-evolution of the Biosphere into the Noosphere (the Development of the Biosphere Ideas of Vernadsky). *Biogeosystem Technique*, vol. (3), Is. 1, pp. 29–49. doi:10.13187/bgt.2015.3.29

Johnson, 2011 – Johnson, C.J., Bennett, J.P., Biro, S.M., Duque-Velasquez, J.C., Rodriguez, C.M., Bessen, R.A., Roche, T.E. (2011). Degradation of the Disease-Associated Prion Protein by a Serine Protease from Lichens. *PLoS ONE* 6(5): e19836. doi:10.1371/journal.pone.0019836

Jury et al., 2016 – Jury William A., Arthur M. Winer, William F. Spencer, Dennis D. Focht (2016). Transport and transformations of organic chemicals in the soil-air-water ecosystem Volume 99 of the series *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. Chapter pp. 119–164.

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

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

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

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

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

Kalinichenko et al., 2016 – Kalinichenko V., Batukaev A., Zarmaev A., Startsev V., Chernenko V., Dikaev Z., Sushkova S. (2016). Biogeosystem technique as the way to certainty of soil, hydrosphere, environment and climate. *Geophysical Research Abstracts*, vol. 18, EGU General Assembly. Vienna, EGU2016-3419

Kalinina et al., 2015 – Kalinina O., Giani L., Dolgikh A.V., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., Chertov O., Barmin A.N. (2015). Self-restoration of post-agrogenic soils of calcisol-solonetz complex: soil development, carbon stock dynamics of carbon pools. *Geoderma*, vol. 237, pp. 117-128. doi:10.1016/j.geoderma.2014.08.013

Kampman et al., 2012 – Kampman Niko, Neil M. Burnside, Zoe K. Shipton, Hazel J. Chapman, Joe A. Nicholl, Rob M. Ellam & Mike J. Bickle (2012). Pulses of carbon dioxide emissions from intracrustal faults following climatic warming. *Nature Geoscience*, 5, pp. 352–358, doi:10.1038/ngeo1451

Kaufmann, Juselius, 2016 – Kaufmann R.K.; Juselius K. (2016) Testing competing forms of the Milankovitch hypothesis. *Paleoceanography*, 31, doi:10.1002/2014PA002767

Kimberly et al., 2016 – Kimberly Lau V.; Maher Kate; Altiner Demir; Kelley Brian M.; Kump Lee R.; Lehrmann Daniel J.; Silva-Tamayo, Juan Carlos; Weaver Karrie L.; Yu Meiyi;

Payne Jonathan L. (2016). "Marine anoxia and delayed Earth system recovery after the end-Permian extinction". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (9), pp. 2360–2365. doi:10.1073/pnas.1515080113

Kolesnikov et al., 2013 – Kolesnikov S.I., Yaroslavtsev M.V., Spivakova N.A., Kazeev K.S. (2013). Comparative assessment of the biological tolerance of chernozems in the South of Russia towards contamination with Cr, Cu, Ni, and Pb in a model experiment. *Eurasian Soil Science*, vol. 46, No 2, pp. 176–181, doi:10.1134/S1064229313020087

Kudeyarov, 2015 – Kudeyarov V.N. (2015) Current state of the carbon budget and the capacity of Russian soils for carbon sequestration. *Eurasian Soil Science*, vol. 48, № 9, pp. 923–933, doi:10.1134/S1064229315090070

Laurén, 2014 – Laurén J (2014) Cellular prion protein as a therapeutic target in Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease* 38 (2), pp. 227–44, doi:10.3233/JAD-130950. PMID 23948943.

Le Chatelier, Boudouard, 1898 – Le Chatelier, H., Boudouard O. (1898). Limits of Flammability of Gaseous Mixtures. *Bulletin de la Société Chimique de France* (Paris), vol. 19, pp. 483–488.

Le Mer, and Roger, 2001 – Le Mer, J., Roger, P. (2001). Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. *European Journal of Soil Biology* 37, pp. 25–50.

Lima et al., 2014 – Lima I.D., Lam P.J., Doney S.C. (2014). Dynamics of particulate organic carbon flux in a global ocean model. *Biogeosciences*, 11, vol. 11, No 4, pp. 1177–1198, doi:10.5194/bg-11-1177-2014.

Lin et al., 2016 – Lin L., Andrew Gettelman, Q. Fu, Yangyang Xu (2016). Simulated differences in 21st century aridity due to different scenarios of greenhouse gases and aerosols. *Climatic Change*, doi:10.1007/s10584-016-1615-

Lohbeck et al., 2012 – Lohbeck Kai T., Ulf Riebesell & Thorsten B. H. Reusch (2012). Adaptive evolution of a key phytoplankton species to ocean acidification. *Nature Geoscience*, 5, pp. 346–351, doi:10.1038/ngeo1441

Ma et al., 2014 – Ma, Z., Gray, E., Thomas, E., Murphy, B., Zachos, J. C., Paytan, A. (2014). Carbon sequestration during the Paleocene-Eocene Thermal maximum by an efficient biological pump. *Nature Geoscience* 7, pp. 382–388; doi:10.1038/NNGEO2139

Martineau et al., 2014 – Martineau Christine, Yao Pan, Levente Bodrossy, Etienne Yergeau, Lyle G. Whyte, Charles W. Greer (2014). Atmospheric methane oxidizers are present and active in Canadian high Arctic soils. *FEMS Microbiology Ecology*, vol. 89, Is. 2, pp. 257–269, doi:10.1111/1574-6941.12287

Measuring Earth's Albedo, 2014 – *Measuring Earth's Albedo* (2014). NASA Earth Observatory / URL: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=84499>

Melton and Arora, 2014 – Melton J.R., Arora V.K. (2014) Sub-grid scale representation of vegetation in global land surface schemes: implications for estimation of the terrestrial carbon sink. *Biogeosciences*, vol. 11, No 4, pp. 1021–1036, doi:10.5194/bg-11-1021-2014.

Micro-drip-irrigation, 2016 – *Micro-drip-irrigation* (2016). / URL: <http://www.gardena.com/int/water-management/micro-drip-irrigation-system/below-and-above-ground-drip-irrigation-line-137-mm-305329/> (Access date: 31.07.2016).

Mumm et al., 2016 – Mumm, R., Hageman, J.A., Calingacion, M.N., R.C.H. de Vos, Jonker H.H., Erban A., Kopka J., Hansen T.H., Laursen K.H., Schjoerring J.K., Ward J.L., Beale M.H., Jongee S., Rauf A., Habibi F., Indrasari S.D., Sakhan S., Ramli A., Romero M., Reinke R.F., Ohtsubo K., Boualaphanh C., Fitzgerald M.A., Hall R.D. (2016). Multi-platform metabolomics analyses of a broad collection of fragrant and non-fragrant rice varieties reveals the high complexity of grain quality characteristics. *Metabolomics* 12:38 doi:10.1007/s11306-015-0925-1

Norton et al., 2014 – Norton Susan B., Susan M. Cormier, Glenn W. Suter II (2014). Ecological Causal Assessment. *CRC Press*, 513 p. ISBN 9781439870136 - CAT K13223

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

Orwell, 1937 – Orwell George (1937). "8". *The Road to Wigan Pier*. Left Book Club. p. 1. / URL: http://www.george-orwell.org/The_Road_to_Wigan_Pier/index.html

Peng, 2014 – Peng Y., Arora V.K., Kurz W.A., Hember R.A., Hawkins B.J., Fyfe J.C., Werner A.T. (2014) Climate and atmospheric drivers of historical terrestrial carbon uptake in the province of British Columbia, Canada. *Biogeosciences*, vol. 11, No 3, pp. 635–649, doi:10.5194/bg-11-635-2014.

Prashant et al., 2015 – Prashant D. Sardeshmukh, Gilbert P. Compo, Cécile Penland (2015). Need for Caution in Interpreting Extreme Weather Statistics // *Journal of Climate*, vol. 28, No. 23, pp. 9166–9187, doi:<http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0020.1>

Precision Mobile Drip Irrigation (PMDI™), 2016 – Precision Mobile Drip Irrigation (PMDI™). NETAFIM. / URL: <http://www.netafimusa.com/agriculture/products/hwdripperline/precision-mobile-drip-irrigation>

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

Ridgwell et al., 1999 – Ridgwell Andy J., Stewart J. Marshall, Keith Gregson (1999). Consumption of atmospheric methane by soils: A process-based model. *Global Biogeochemical Cycles*. vol. 13, Is. 1, pp. 59–70, doi:10.1029/1998GB900004

Riebesell et al., 2007 – Riebesell U., Schulz K.G., Bellerby R.G.J., Botros M., Fritsche P., Meyerhöfer M., Neill C., Nondal G., Oschlies A., Wohlers J. & Zöllner E. (2007). Enhanced biological carbon consumption in a high CO₂ ocean. *Nature* 450, pp. 545–548, doi:10.1038/nature06267

Rodell et al., 2015 – Rodell M., Beaudoin H.K., L'Ecuyer T.S., Olson W.S., Famiglietti J.S., Houser P.R., Adler R., Bosilovich M.G., Clayson C.A., Chambers D., Clark E., Fetzer E.J., Gao X., Gu G., Hilburn K., Huffman G.J., Lettenmaier D.P., Liu W.T., Robertson F.R., Schlosser C.A., Sheffield J., Wood E.F. (2015). The Observed State of the Water Cycle in the Early Twenty-First Century. *Journal of Climate*, vol. 28, No. 21, pp. 8289–8318, doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00555.1>

Romanou et al., 2014 – Romanou A., Romanski J., Gregg W.W. (2014). Natural ocean carbon cycle sensitivity to parameterizations of the recycling in a climate model. *Biogeosciences*, 11, vol. 11, No 4, pp. 1137–1154, doi:10.5194/bg-11-1137-2014.

Rothman, 2015 – Rothman Daniel H. (2015). Earth's carbon cycle: A mathematical perspective. *Bull. Amer. Math. Soc*, 52, pp. 47–64, doi:<http://dx.doi.org/10.1090/S0273-0979-2014-01471-5>

Salter et al., 2014 – Salter Ian, Ralf Schiebel, Patrizia Ziveri, Aurore Movellan, Richard Lampitt & George A. Wolff (2014). Carbonate counter pump stimulated by natural iron fertilization in the Polar Frontal Zone. *Nature Geoscience*, 7, pp. 885–889, doi:10.1038/ngeo2285

Scheff, Frierson, 2014 – Scheff Jacob, Dargan M. W. Frierson (2014). Scaling Potential Evapotranspiration with Greenhouse Warming. *Journal of Climate* 27(4), doi:10.1175/JCLI-D-13-00233.1

Scheff, Frierson, 2015 – Scheff Jacob, Dargan M. W. Frierson (2015). Terrestrial Aridity and Its Response to Greenhouse Warming across CMIP5 Climate Models. *Journal of Climate* 28(14):150427110053004, doi:10.1175/JCLI-D-14-00480.1

Seager et al., 2015 – Seager Richard, Martin Hoerling, Siegfried Schubert, Hailan Wang, Bradfield Lyon, Arun Kumar, Jennifer Nakamura, Naomi Henderson (2015). Causes of the 2011–14 California Drought. *Journal of Climate*, vol. 28, No. 18, pp. 6997–7024, doi:<http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00860.1>

Shein et al., 2013 – Shein E.V., Kharitonova G.V., Milanovskii E.Yu., Dembovetskii A.V., Fedotova A.V., Konovalova N.S., Sirotskii S.E., Pervova N.E. (2013). Aggregate Formation in Salt Affected Soils of the Baer Mounds. *Eurasian Soil Science*, vol. 46, No. 4, pp. 401–412, doi:10.1134/S1064229313040121

Shein et al., 2016 – Shein E.V., Kharitonova G.V., Milanovsky E.Yu. (2016). Aggregation of Natural Disperse Formations: Value of Organic Matter, Soluble Salts And Diatoms. *Biogeosystem Technique*, vol.(7), Is. 1, pp. 77–86, doi:10.13187/bgt.2016.7.77

Song, Fu, 2013 – Song Feng, Q. Fu (2013). Expansion of global drylands under a warming climate. *Atmospheric Chemistry and Physics* 13(6), pp. 14637–14665, doi:10.5194/acpd-13-14637-2013

Stevenson, 1965 – *Stevenson Adlai Ewing* (1965). Speech to the Economic and Social Council of the United Nations, Geneva, Switzerland, July 9 / URL: <http://www.bartleby.com/73/477.html>

Striegl et al., 1992 – *Striegl R.G., Onnaughey T.A. McC, Thorstenson D.C., Weeks E.P. & Woodward J.C.* (1992). Consumption of atmospheric methane by desert soils. *Nature* 357, pp. 145–147, doi:10.1038/357145a0

Sullivan et al., 2015 – *Sullivan Benjamin W., Megan K. Nasto, Stephen C. Hart, Bruce A. Hungate* (2015). Proximate controls on semiarid soil greenhouse gas fluxes across 3 million years of soil development. *Biogeochemistry* 125, pp.375–391, doi:10.1007/s10533-015-0133-0

Teaf et al., 2010 – *Teaf Christopher M.; Covert Douglas J.; Teaf Patrick A.; Page Emily; and Starks Michael J.* (2010). Arsenic Cleanup Criteria for Soils in the US and Abroad: Comparing Guidelines and Understanding Inconsistencies. *Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy*, vol. 15, Article 10 / URL: <http://scholarworks.umass.edu/soilsproceedings/vol15/iss1/10>

Uranium 2011 – *Uranium 2011: Resources, Production and Demand*. OECD World Nuclear Agency and International Atomic Energy Agency 2012б p. 15.

USEPA. Overview of Greenhouse Gases, 2016 – *USEPA. Overview of Greenhouse Gases* (2016). / URL: <https://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/n2o.html>

Vellekoop et al., 2014 – *Vellekoop, J.; Sluijs, A.; Smit, J.; et al.* (2014). Rapid short-term cooling following the Chicxulub impact at the Cretaceous-Paleogene boundary. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 111 (21): 7537–41. Bibcode: 2014PNAS..111.7537V. doi: 10.1073/pnas.1319253111. PMID 24821785

Verchot et al., 2011 – *Verchot L.V., Dutaur L., Shepherd K.D., Albrecht A.* (2011). Organic matter stabilization in soil aggregates: Understanding the biogeochemical mechanisms that determine the fate of carbon inputs in soils. *Geoderma* 161(3–4), pp. 182–193, doi:10.1016/j.geoderma.2010.12.017

von Frese et al., (2009) – *von Frese, R., Potts, L., Wells, S., Leftwich, T., Kim, H., et al.*, (2009). GRACE gravity evidence for an impact basin in Wilkes Land, Antarctica. *Geochemistry, Geophysics, and Geosystems*, vol. 10, No 2, doi: 10.1029/2008GC002149

УДК 550.46:502.33:631.43631.51

Оптимизация потока вещества в биосфере и климата Земли на стадии техногенеза методами биогосистемотехники (проблемно-аналитический обзор)

Валерий Петрович Калиниченко ^{а,*}

^а Институт плодородия почв юга России, Российская Федерация

^а Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Российская Федерация

Аннотация. Финансовые инструменты имеют ограниченную работоспособность в пограничных состояниях Земли и ее геосфер при конфликте биосферы и технологии. Природный и антропогенный потоки вещества в биосфере находятся в режиме неуправляемых обратных связей, что обуславливает высокую вероятность формирования положительных обратных связей, и лавинообразное разрушительное протекание процессов в геосферах. Возврат ископаемого вещества, которое принадлежало биосфере прошлых геологических периодов, в современную биосферу идет неудовлетворительно с точки зрения стимулирования биологического процесса.

* Корреспондирующий автор

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

Технические возможности цивилизации позволяют реализовать принципы ноосферы. Необходимо корректное управление драйверами геосфер с целью обеспечения упреждающих обратных связей и устойчивой эволюции Земли.

Глобальную функцию педосферы, ее влияние на атмосферу, гидросферу, литосферу, усиливает биогеосистемотехника, которая в ноосфере, предоставляя трансцендентальные технические решения и технологии управления биогеохимическим циклом вещества в газообразной, жидкой, твердой фазе, обеспечивает функции биосферы. Достигается экологически безопасный дисперсный рециклинг вещества в дисперсном слое почвы 20–50 см, прирост ресурсов и продовольствия, непротиворечивое решение производственных и экологических проблем ноосферы в едином технологическом цикле. Биогеосистемотехника позволяет утилизировать CO_2 в фотосинтезе, ослабить антропогенное подкисление океана, получить в процессе фотосинтеза ионизированный кислород для улучшения условий окисления CH_4 , N_2O в почве, атмосфере и воде. Биогеосистемотехника обеспечивает приоритетные условия получения энергии в фотосинтезе, расширенное воспроизводство ресурсов Земли, управление альбедо, регулирование гидрологического цикла Земли на основе внутрпочвенной импульсной континуально-дискретной парадигмы ирригации.

Биогеосистемотехника усиливает поток вещества в биосфере, дает прирост ее биологического продукта и биологической емкости. Будет увеличено пространство жизни на Земле, повышена вероятность сохранения жизни и ее качества, обеспечена перспектива устойчивого развития человеческого сообщества и технологии за счет повышения устойчивости геосфер и ослабления флуктуаций климата Земли.

Ключевые слова: геосферы, биосфера, биогеохимический цикл вещества, поток вещества, обратная связь, конструирование почвы, рециклинг, гидрологический цикл, биогеосистемотехника.

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
International Journal of Environmental Problems
Has been issued since 2015.

ISSN: 2410-9339

E-ISSN: 2413-7561

Vol. 4, Is. 2, pp. 131-148, 2016

DOI: 10.13187/ijep.2016.4.131

www.ejournal33.com



UDC 631.484: 631.487

Reconstruction of Paleoclimatic Conditions of the Second Half of the Holocene on the Results of the Study of Buried and Floodplain Soils in the South of the East European Plain

Fedor N. Lisetskii ^{a, *}, Alexander V. Matsibora ^b, Vitaliy I. Pichura ^c

^a Belgorod State National Research University, Russian Federation

^b Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

^c Kherson State Agricultural University, Ukraine

Abstract

The purpose of the study was the reconstruction of palaeoclimatic conditions of the second half of the Holocene on the results of the study of floodplain soils and qualitative composition of humus in the chronological series of buried soils in the south of the East European Plain. Database palaeogeographic studies in the steppe of East European plain zone were created. On its basis the analysis of chronological series, which were compiled by the archaeological and radiocarbon dating of automorphic and floodplain soils. It was established 10 stages of formation Subboreal floodplain soils in the territory of Bug, which are mainly related periods of aridity and reducing the intensity of the processes of accumulation of alluvium, while subatlantic Holocene was characterized by a decrease in temperature and increase in humidity. The connection between climate change and soil types in Subboreal and subatlantic Holocene was analyzed. According to the results of comprehensive research palaeopedological three main lines of evolution of soils over the past 5000 years have been found. Spatial and temporal variations of the Holocene soil types due to the dynamics of hydrothermal climate indicators, which led to the displacement of natural areas to the north in subboreal and south — in Sub-Atlantic. In the south the East European Plain in automorphic soil conditions climatically favorable conditions identified during periods of 7-5 thousand. Liters. n. and 2200–1300 liters. n. The most notable aridity in the Late pedogenesis stories emerged in the V century. BC. e. The mathematical relationship between the indicators such as the value of total annual energy costs on soil formation, climate assessment of intra-building (through the duration of the biological activity of the period) and production plants have been developed. This helps to explain the zonal features of display of soil-forming process and, in particular, the formation of qualitative composition of humus (the ratio humic and fulvic acids). Applying established spatial differences of soil and climate on the interim status, climatically conditioned stages of pedogenesis in the Holocene history of automorphic soils were identified. Conducted a comprehensive study palaeopedological Holocene pedogenesis soil formations different stages within the autonomous position of the relief and in river valleys allows us to solve

* Corresponding author

E-mail addresses: liset@bsu.edu.ru (F.N. Lisetskii), rmcf@ukr.net (A.V. Matsibora), pichura@yandex.ru (V.I. Pichura)

a number of fundamental problems of soil development history, to determine the direction of their evolutionary development, to establish the general trends of soil properties changes in space-time aspect. The results of the study at different times of soil can be used to build predictive models of soil development trends in the context of climate change on the basis of knowledge about the past, for the reconstruction of the living conditions of ancient man, as well as to determine the extent of anthropogenic load on soil.

Keywords: buried soils, floodplain soils, pedogenesis, group composition of humus, palaeoenvironmental changes, Late Holocene.

1. Введение

Одним из информативных природных архивов, который может помочь исследователю выявить хроноорганизацию природных процессов на протяжении голоцена, являются профили погребенных почв и их хроноряды. Перспективность исследований, раскрывающих процесс становления голоценовых почв, объясняется тем, что они являются основой стратиграфии разрезов и отражают цикличность палеоклиматических колебаний. Это позволяет устанавливать палеоландшафтные условия, уточнять эволюцию природных процессов и совершенствовать подходы к объяснению актуального состояния ландшафтов. Погребенные почвы могут выступать маркером для установления степени антропогенного воздействия на почвы, что в дальнейшем может послужить основой для разработки почвоохранных мероприятий (Goleusov, Lisetskii, 2008; Веклич, 1987).

После первых работ и сводок по скорости почвообразования, которые были основаны преимущественно на историческом методе и накопления результатов определения удельной активности ^{14}C в почвенном гумусе, за последние четыре десятилетия оформился новый этап исследований. Его особенность обусловлена стремительным ростом количества данных за счет активного использования почвенно-археологического метода датирования и изучения эволюции почв (Lisetskii, Stolba et al, 2016). Причем типизация археологических памятников по индикаторам палеогеографических реконструкций свидетельствует о высокой информационной емкости любого памятника археологии, включая памятники, не имеющие земляных насыпей и погребенных под ними почв (Чендев, 2013). Однако следует заметить, что, начиная с 60-х гг. XX в. (Крупеников, 1960) и в современной геоархеологии сохраняется преимущественный интерес к исследованию погребенных почв (Demkin, 1999; Alexandrovskiy, 2004; Dreibrodt, 2009; Mitusov, Mitusova, 2009; Приходько, Иванов и др., 2014), включая корпус работ, которые направлены на поиск способов реконструкции климатических условий по погребенным почвам (Иванов, Александровский, 2015; Ivanov, Lisetskii, 1996; Chendev, Ivanov et al, 2010; Chendev, Ivanov et al, 2010). Эти педохроноряды могут быть дополнены хронорядами, составленных из разновозрастных дневных почв, сформированных на датированных исторических и археологических объектах различных типов. Развертка голоценовой эволюции почв по отдельным хроностадиям неизбежно ставит вопрос об их климатическом подобии. Природа климатической изменчивости обусловлена многими существенными факторами (космические, геологические (в том числе, плутонические, теллурические, нептунические), биологические и др.), а пока в климатических моделях основу составляет белый шум прошлого (Kalinichenko, 2015). Системное использование ГИС-технологий и многослойных нейросетей обеспечивают возможность с высокой достоверностью проводить реконструкцию, визуализацию и прогнозирование нелинейных закономерностей пространственно-временной изменчивости почвенных характеристик (Pichura, 2013; Пичура, 2012).

Корреляционный анализ дат экстремумов солнечной активности (максимумов и минимумов (Eddy, 1977)) с соответствующими датами экстремумов интенсивности почвообразования (минимумов и максимумов) показал, что между этими событиями существует тесная связь (Иванов, Лисецкий, 1995). Таким образом, может быть высказана гипотеза об обусловленности функционирования природной динамической системы почвообразование – денудация астроклиматическими многовековыми циклами. Однако пока преждевременно говорить о механизме воздействия активного солнечного (прежде всего, корпускулярного) излучения на биосферные процессы. Поэтому корреляционная связь процессов почвообразования - денудации с ритмикой солнечной активности,

естественно опосредствованная через трансформирующее влияние атмосферы и биоты, не может однозначно считаться рекурсивной (причинно-следственной) связью.

Помимо изучения морфологического строения почв в хроносерилах большой прогресс достигнут в исследовании их физико-химических и биологических свойств. В разновозрастных подкурганых погребенных почвах происходит трансформация органо-минерального комплекса в результате диагенетических изменений, функционально связанных со временем погребения, однако даже по микробной биомассе, как показано в (Каширская, Хомутова, 2016), могут быть реконструированы климатические особенности природных обстановок прошлого. Палеогеографическая диагностика состояния природной среды по результатам изучения гумусовых горизонтов погребенных под курганами палеопочв, в частности по соотношению в гуминовых кислотах элементов в координатах Н:С – О:С, показала возможности определения зональных условий педогенеза в прошлом (Дергачева, Некрасова, 2012). Установлены корреляционные связи состава и соотношения элементов и структурных компонентов в гуминовых кислотах (ГК) с климатическими показателями условий их формирования: в частности с периодом биологической активности (ПБА) высокие отрицательные коэффициенты корреляции определены с Н:С, Н ат. (Дергачева, 2006). Таким образом, по соотношению элементов в гуминовых кислотах, которые сохраняются во времени, можно определить ландшафтные условия разных периодов палеогеографической истории и произвести количественную оценку климатических показателей (Дергачева, Некрасова, 2012).

У любых типов почв формирование основной части гумуса в нижних горизонтах профиля (В₂, ВСа, ВСИ даже на глубине более 10–15 см большая часть органического вещества представлена уже не современными, а древними формами гумуса. Таким образом, значительные различия в типах гумуса на глубине более 10–15 см свидетельствует об особенностях гумификации растительного вещества в предыдущие эпохи (Мартынова, 2011). Для представления о различиях возраста гумуса по профилю приведем данные по радиоуглеродному некалиброванному возрасту ГК для черноземов лесостепи (заповедный участок «Ямская степь»): верхний (0–20 см) гумусово-аккумулятивный хроногоризонт имеет датировку 850±70 лет, а для 20–40 см определена дата 2710±70 лет, характеризующая это слой как хроноинтервал голоцена SA-3 – «малый ледниковый период» с похолоданием и повышенным увлажнением климата (Русаков, 2012).

Важно отметить, что илистая фракция почв (<2 мкм) наиболее информативна для климатических реконструкций на основании изменений захороненного органического вещества, представленного в виде стабилизированного пула гумуса в виде органо-глинистых комплексов, а также трансформации минералогии глин погребенных почв (Алексеев, Алексеева и др., 2014).

Изучение погребенных почв и палеопочв, переход от качественных сравнений в хронорядах к их математической аппроксимации, позволяет получить климатофункции изменения условий педогенеза на протяжении голоцена (Alekseeva, Alekseev et al, 2007). Однако пока отсутствует значительный и поддающийся моделированию объем информации о погребенных почвах, а в некоторых случаях она может быть неточной и интерпретироваться только для предположений относительно физико-географических условий прошлого (Gerasimenko, 1997; Alexandrovskii, 2011).

Изменение природных условий в голоцене происходило дифференцированно, в зависимости от региональных климатических особенностей. Поэтому, чаще всего, климатические изменения за последние 10 300 лет рассматриваются в региональном аспекте, хотя существуют исследования обобщающего характера с целью установления общих, в том числе трансзональных, закономерностей. Впервые (Ivanov, Lisetskiy, 1996) была установлена обусловленность функционирования природной динамической системы «почвообразование – денудация» астроклиматическими многовековыми циклами. Характеристика голоцена и отдельных его этапов, как правило, осуществляется путем его разделения на более мелкие хронологические фазы, которые отражают внутривековую ритмику климатических изменений (Лисецкий, Голусов, 2013; Barber, Zolitschka, 2004).

Палеогеографический принцип исследования почв, как современных, так и предыдущих геологических эпох, заключается в исследовании любого явления или

компонента древней природы как взаимосвязанного элемента ландшафтной оболочки. Таким образом, палеопедосфера и древние почвенные образования изучаются не только как производные от физико-географических условий прошлого, но и как результат взаимодействия почвообразующих факторов того времени (Dmytruk, Matviyishyna, 2014). Концепция педотрансферных функций (pedotransfer functions) (Bouma, 1989), позволяющая восстанавливать основные гидрофизические функции почв (Shein, Mady et al, 2015), может рассматриваться расширительно по отношению к таким элементарным почвенным процессам, как оглеение, метаморфизм минерального и органического веществ почвы, их миграции, которые в значительной степени имеют климатическую обусловленность.

Цель исследования состояла в реконструкции палеоклиматических условий второй половины голоцена по результатам изучения пойменных почв и качественного состава гумуса в хронорядках погребенных почв на юге Восточно-Европейской равнины.

2. Материалы и методы исследования

Почвенно-климатические взаимодействия отличаются особой рефлекторностью в педозкотонах, один из которых сформирован в переходной полосе от лесостепи к степи (Лисецкий, Голусов, 2013). Поэтому особенности развития голоценовых почв мы изучали на юге Восточно-Европейской равнины (Одесская, Николаевская, Белгородская области, Республика Крым), включая обширный исследовательский полигон в бассейне реки Южный Буг, где проведено изучение различных стадий педогенеза голоценовых почв на 16 и 15 ключевых участках для автоморфных и пойменных условий соответственно.

В исследовании голоценовых почв (автоморфных и пойменных) в Побужье применяли комплексный палеопедологический метод, в состав которого входило морфологическое изучение почвенного профиля, лабораторные физико-химические анализы.

Эффективности применения морфологического метода способствует то обстоятельство, что почва как иерархическая природная система имеет в своем составе морфологические элементы разного уровня. К составляющим данной системы следует отнести образования внутри почвенного профиля, которые имеют четкие или диффузные границы, а также отличаются специфическими свойствами (Scharpenseel Schiffmann, 1977).

Общий углерод в почвенных образцах погребенных почв из археологических комплексов определяли по Тюрину, групповой и фракционный состав гумуса методом Пономаревой-Плотниковой (Пономарева, Плотникова, 1968). Для результатов, полученных в ходе геоархеологических исследований, погрешности археологических датировок времени окончания жизнедеятельности составляют 25–50 лет для культур железного века, а различия в этапах культур поздней бронзы оцениваются в 100 лет.

Определения органического углерода в естественных и декарбонизированных образцах пойменных почв проводили с помощью экспресс-анализатора углерода АН-7529. В стратиграфических колонках возраст исследуемых почвенных образований определяли с помощью некалиброванных результатов радиоуглеродного датирования (^{14}C). Измерение возраста объекта радиоуглеродным методом возможно только тогда, когда образец не был загрязнен углеродными материалами более позднего или более раннего происхождения (Ivanov Khokhlova, 2008).

Учитывая наличие значительного количества параметров, по которым голоценовые почвы могут быть охарактеризованы, возможность их распределения в пространственно-временном аспекте, была создана пространственная база данных эмпирических исследований. Она играет роль не только хранилища палеогеографической информации, но и позволяет эффективно осуществлять поиск необходимых данных. Для создания пространственной базы данных применяли кросс-платформенную QGIS.

3. Результаты и их обсуждение

Результаты палеопедологических исследований в речной долине

На территории Побужья выявлены 10 этапов формирования суббореальных пойменных почв, которые соответствуют периодам аридизации, снижения интенсивности процессов накопления аллювия (Табл. 1). Почвенные образования в суббореале (SB, 5000–2700 лет назад) формировались под влиянием природных условий, которые характеризовались, в общих чертах, относительной аридностью и заметной

континентальностью с возрастанием сезонной контрастности климатических показателей и обуславливали смещение почвенных ареалов в северном направлении.

В соответствии с хронологическим расчленением голоцена (Веклич, 1987) обозначенные этапы педогенеза принадлежат микроклиматохронам I – hl_{b2-1} , hl_{b2-3} , hl_{b2-4} , hl_{b2-5} . Почвы hl_{b2-1} с возрастом 4740 ± 100 BP представлены аллювиальными луговыми глеевыми, формирование которых происходило в условиях начала периода аридизации и снижения температурных показателей. Начало микроклиматохрона hl_{b2-3} (4150 ± 80 BP) произошло усиление аридизации климата и отмечен температурный максимум суббореального периода из-за чего в центре пойм сформировались аллювиальные дерновые типичные почвы. Холодный микроклиматохрон hl_{b2-4} совпадает с максимумом аридизации суббореального периода при одновременном снижении температур. Данный хроноинтервал представлен темно-каштановыми зональными почвами (в пределах ареалов современных черноземов обыкновенных) и двумя разновозрастными пойменными почвенными образованиями – аллювиальными дерновыми карбонатными почвами (3890 ± 60 BP) и аллювиальными дерновыми типичными (3860 ± 90 BP).

Дифференциация почв середины суббореала на уровне типов и родов является свидетельством кратковременных (100–150 лет) колебаний показателей температурного режима и гумидности на фоне общей тенденции к аридизации. Завершение суббореального периода (hl_{b2-5}) характеризовалось общим трендом снижения уровня аридизации и повышения частоты чередований аридных и гумидных этапов. В результате, на поймах начали активно развиваться почвы, формирование которых характерно для более гумидных условий, чем в предыдущие микроклиматохроны: аллювиальные луговые типичные (3360 ± 110 BP, 3210 ± 110 BP, 2830 ± 80 BP). Этапам временной аридизации в hl_{b2-5} отвечали аллювиальные дерновые типичные почвы (3110 ± 70 BP, 2870 ± 70 BP).

Субатлантический период голоцена (SA, 2700 – наше время) характеризовался снижением температуры и повышением влажности. Несмотря на указанный общий тренд, в это время имели место существенные колебания гидротермических показателей, как во временном, так и пространственном аспектах.

Начало субатлантического периода (hl_{b2-6}) ознаменовалось снижением температурных показателей и гумидизацией, которая проявилась в распространении на поймах аллювиальных лугово-болотных почв (2470 ± 60 BP) и аллювиальных луговых типичных почв (2420 ± 70 BP). Фаза кратковременной аридизации микроклиматохрона hl_{b2-6} маркируется датой 2310 ± 60 BP, в это время развивались аллювиальные дерновые почвы. Дальнейшее повышение гумидности климата произошло в начале микроклиматохрона hl_{c1-1} , когда на поймах формировались аллювиальные болотные почвы (2040 ± 70 BP). Максимум аридизации субатлантического периода в сочетании с общим потеплением климата приходится на hl_{c1-1} и представлен двумя этапами пойменного почвообразования, в ходе которых развивались аллювиальные дерновые типичные (1850 ± 60 BP) и аллювиальные дерновые слоистые (1730 ± 60 BP) почвы. Завершение hl_{c1-1} ознаменовалось наиболее высокой для субатлантического периода гумидизацией, на фоне снижения среднегодовых температур. В это время на поймах стали развиваться аллювиальные почвенные образования, представленные слоистыми (1720 ± 60 BP) и примитивными (1640 ± 60 BP) почвами. В конце микроклиматохрона hl_{c1-3} формировались аллювиальные дерновые почвы, что является свидетельством аридизации климатических показателей на фоне незначительного похолодания 700 ± 60 BP.

Почвенный покров современности, сформированный за последние 100–150 лет, отображает стадию педогенеза, которая находится под влиянием не только кратковременных колебательных изменений климатических показателей, но и антропогенного давления. Почвенные образования данного времени представлены аллювиальными дерновыми карбонатными, луговыми типичными слоистыми и луговыми типичными примитивными почвами. Среди преимущественных элементарных почвенных процессов стоит выделить: карбонатизацию, гумусообразование и активную биотурбацию.

Количественная оценка климатической обусловленности почвообразования

Многие комплексные (но линейные) климатические показатели, а тем более простые

характеристики тепло- и влаго- обеспеченности ландшафтных зон, плохо отражают связь гидротермических факторов с морфологическими особенностями и свойствами зональных почв. Этот недостаток преодолевается при использовании биоэнергетического подхода (Волобуев, 1953) и, в частности, годовой величины затрат радиационной энергии на почвообразование – Q , которую В.Р. Волобуев предложил рассчитывать по формуле

$$Q = R \cdot e^{(-18,8 \frac{R^{0,73}}{P})}, \quad (1)$$

где R – радиационный баланс, $\text{ккал}/(\text{см}^2 \cdot \text{год})$; P – годовая сумма осадков, мм ; Q – выражается в $\text{ккал}/(\text{см}^2 \cdot \text{год})$.

Для расчета энергетических затрат на почвообразование (Q) в точке пространства (для метеорологической станции) можно использовать результаты многолетних наблюдений по метеорологическим станциям таких параметров, как годовая сумма атмосферных осадков и величина радиационного баланса (или ее расчетная величина по данным о температурах). После введения в формулу (1) множителей для перевода значений радиационного баланса в международную систему единиц измерения (переход от ккал к Дж) формула для расчета величины Q , выраженной в $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, была преобразована нами к виду:

$$Q = R \cdot e^{(-1,23 \frac{R^{0,73}}{P})}, \quad (2)$$

где R – радиационный баланс, $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, P – годовое количество осадков, мм .

С использованием зависимости (1) удалось создать (Волобуев, 1959) биоэнергетическую систему общностей (парагенетических семейств почв и растительности), которая в генерализованном виде выражает закономерную смену зональных ландшафтов на земной поверхности. Так, в пределах отдельных частей Восточно-Европейской равнины широтная зональность обусловлена действием различных преобладающих факторов дифференциации: в северной части (таежно-лесная область), где осадки превышают величину испаряемости, это термический фактор; в южной (с семигумидным и семиаридным климатом) – фактор увлажнения. Однако, как показал анализ, расчетная (по формулам 1 и 2) величина затрат радиационной энергии на почвообразование (Q) вполне отражает эти различия, так как равные (в относительном выражении) изменения радиационного баланса в северной части и количества осадков в южной части приводят к сходным изменениям величины Q . Указанные преимущества важны для отражения не только широтной зональности, но и градиента континентальности, то есть провинциальных различий климата, обусловленных циркуляционными процессами.

Исследование закономерностей изменения запасов гумуса в связи с климатом по гидротермической системе В. Р. Волобуева с индексом H_f , характеризующим изменение увлажнения при различных отношениях осадков и средней годовой температуры, показало, что наиболее богаты гумусом почвы, расположенные в климатических условиях со значениями H_f от 105 до 115 (почвы черноземного гидроряда и ряда, переходного к лесостепному), а, если величины H_f ниже и выше указанных значений, то запасы гумуса резко снижаются (Алиев, 1966).

Климатическая обусловленность ритмики почвообразовательного процесса может быть установлена с помощью различных диагностических показателей, но особая роль в реконструкции биоклиматических условий прошлого принадлежит групповому составу гумуса (Бирюкова, 1978; Бирюкова, Орлов, 1980). Причем, учитывая меньшую устойчивость фульвокислот в процессе погребения почвы, более достоверное представление о гумусном состоянии почвы прошлого обеспечивает анализ степени гумификации органического вещества, т. е. оценка доли гуминовых кислот в общем количестве углерода.

Ранее (Морозов, 1993) установлено, что глубина гумификации, которая выражена через Сгк:Сфк , для гумусовых горизонтов автоморфных почв в регионах с умеренным климатом положительно коррелирует с периодом биологической активности (ПБА) и была предложена эмпирическая формула для описания зависимости Сгк:Сфк от ПБА. Кроме того, предложено уравнение зависимости запасов Сорг (в т/га) в слое 0–100 см от ПБА для главных типов почв (Орлов, Бирюкова и др., 1997). Так как между параметром ПБА и

ежегодными затратами энергии на почвообразование (Lisetskii, 1999) (Q , МДж/(м²·год)) – устанавливается определенная зависимость, то закономерности, которые выявлены по связи Сгк:Сфк от ПБА могут быть использованы для объяснений различий типа гумуса при изменении климата (через Q и, соответственно, ПБА). Показано (Lisetskii, Chepelev, 2014), что параметром Q контролируется потенциал почвообразовательного процесса, что позволяет моделировать почвенно-климатические отношения.

Как было показано ранее (Зубов, 1978), продуктивность растительных сообществ имеет тесную связь с затратами тепла на испарение в течение вегетационного периода и долей радиационного баланса вегетационного периода, идущей на испарение. В итоге, С. М. Зубов (Зубов, 1978) получил зависимость:

$$\Pi = 0,42 L E_v^2 / V_v, \quad (3)$$

где Π – средняя годовая продукция растительности, *т/га в год*; L – скрытая теплота испарения; E_v – испарение вегетационного периода, *г/см²*; V_v – радиационный баланс вегетационного периода, *ккал/см²*.

Общегодовая величина энергетических затрат на почвообразование (Q), внутригодовая оценка климатического потенциала (через величину ПБА), расчетная величина продукции растительности, во многом определяют зональные особенности проявления почвообразовательного процесса, которые могут быть выявлены по качественному составу гумуса (соотношению в нем гуминовых и фульвокислот). Это определяет перспективность поиска надежных зависимостей между указанными показателями (рисунок). Исходными данными для моделирования послужили почвенно-зональные характеристики ПБА и Сгк:Сфк по (Орлов, Бирюкова, 1984; Орлов, Бирюкова и др., 1997), величины годичной продукции растительности (Π) по (Зубов, 1978) и выполненные нами расчеты Q для соответствующих почв.

В пределах черноземной зоны современные различия климата по почвенным подзонам (с севера на юг) меняются в диапазонах величин: по Q от 800 до 1026 МДж/(м²·год), по ПБА от 119 до 155 дней. Если величина Q определяет среднегодовой энергетический потенциал педогенеза, то по величине ПБА можно судить о продолжительности периода, когда среднесуточная температура воздуха устойчиво превышает 10 °С, а запас продуктивной влаги в почве составляет не менее 1-2% (Морозов, 1993), т.е. о длительности периода вегетации, наиболее эффективном для формирования растительного вещества. Так как возникает необходимость при оценках климатической обусловленности педогенеза пользоваться обоими показателями, целесообразно установить их взаимосвязь:

$$f(\text{ПБА}) = 1135 \cdot 10^{-1144/Q} + 70; r = 0.85 \quad (4)$$

Используя данные по зональному распределению климатических параметров на территории Восточно-Европейской равнины, представленные в работе (Морозов, 1993), нами получены зависимости ПБА от Сгк:Сфк, а также Q от Сгк:Сфк:

$$f(\text{ПБА}) = 192,685 - \frac{1}{0,0149(C_{гк} / C_{фк})}, \quad (5)$$

и

$$f(Q) = 1256,421 - \frac{1}{0,002414(C_{гк} / C_{фк})}, \quad (6)$$

где $C_{гк}$ и $C_{фк}$ – содержание гуминовых и фульвокислот (%) соответственно.

Особенности группового состава гумуса, обусловленные различиями генезиса почв, в том числе и климатически обусловленными, сохраняются в погребенных почвах достаточно долго. Так, если современная (фоновая) серая лесостепная почва (0-20 см) характеризуется соотношением Сгк/Сфк=1,26 (при доле Сгк 34,3 %), то у почвы черноземного облика, погребенной в этом же месте 2450±40 лет и претерпевшей длительный диагенез, Сгк/Сфк было 1,84 (при доле Сгк около 50%) (Чендев, 2016).

Установленные закономерные сопряжения почвенно-климатических параметров (рисунок) и использование гипотезы эргодичности позволяют проводить замену достаточно

дифференцированных оценок в пространстве оценками во времени, которые более дискретны и менее доступны.

Изучение особенностей автоморфного почвообразования в прошлом и настоящем показало, что, если для современных полнопрофильных почв голоцена диапазон различий отношения Сгк:Сфк колеблется от 0,91 до 1,80, то для хронорядов погребенных почв (в диапазоне возрастов от 2 до 70 веков) из-за климатической разнородности голоценовой истории отмечен более широкий размах средних величин: $1,81 \pm 0,89$ ($0,92 \div 2,70$) (см. табл. 2).

Климатически благоприятные условия для педогенеза (по расчетным величинам ПБА и Q (формулы 5 и 6)) на юге Восточно-Европейской равнины зарегистрированы 1300-2200 л. н., но особенно в период 5-7 тыс. л.н. (АТ2 и АТ3). Судя по данным о составе гумуса в погребенных почвах, в зоне сухой степи (темно-каштановые почвы) в период от 2540 до 2100 лет назад происходит резкое уменьшение величин Сгк/Сфк (от 2,9 до 0,4), что связано с уменьшением биопродуктивности степей и их иссушением. Однако при этом следует учитывать как инерционность почвенной системы, так и относительную консервативность её отклика на климатические изменения, опосредованные через смену растительности и почвенный климат. Климатическая аридизация сказалась на резком ухудшении качества почв (в среднем энергетический потенциал педогенеза (по Q) был в 2,46 раз ниже по сравнению с современностью). Произошедшее изменение климата в V в. до н.э. подтверждают и другие источники: с последней трети V в. до н.э. в течение ста лет влажный климат на юге Европы сменяется на засушливый и в этот промежуточный ксеротермический период отмечены два коротких интервала засушливости (Бараш, 1989), в Причерноморье в период 460-400 гг. до н.э. сократился (по сравнению с нормой) речной сток (Lisetskii, Pichura, 2016), а с максимумом солнечной активности (пик – 2500 л.н.) был связан минимум почвообразования степных почв 2420 л.н. (Иванов, Лисецкий, 1995). Примечательно, что со второй – третьей четверти V в. до н.э. в Северном Причерноморье (сельская округа античного полиса Ольвия) прекращает существование большинство аграрных поселений, а финальный этап максимального расцвета Ольвийского государства пришелся на первую половину III в. до н.э. (Крыжицкий, Бураков, 1980). Понижение увлажнения с III в. до н.э., жаркий сухой климат продержался до конца II – начала I в. до н. э. (Винокуров, 2007).

4. Заключение

Проведенное комплексное палеопедологическое исследование голоценовых почвенных образований различных стадий педогенеза в пределах автономных позиций рельефа и в речных долинах позволяет решить ряд фундаментальных задач истории развития почв, определить направленность их эволюционного развития, установить общие тренды изменений почвенных свойств в пространственно-временном аспекте.

Пространственно-временные изменения типов голоценовых почв обусловлены динамикой гидротермических показателей климата, которая приводила к смещению природных зон в северном направлении в суббореальном периоде и на юг – в субатлантическом. По результатам комплексных палеопедологических исследований выявлены следующие линии эволюции почв: 1) суббореальные темно-каштановые – современные черноземы обычные в степной зоне; 2) суббореальные аллювиальные луговые типичные – субатлантические аллювиальные болотные – современные аллювиальные дерновые типичные в зоне широколиственных лесов; 3) суббореальные аллювиальные дерновые типичные карбонатные – субатлантические аллювиальные луговые типичные слоистые – современные аллювиальные дерновые примитивные в лесостепи.

Зональные особенности проявления почвообразовательного процесса и, в частности, формирования качественного состава гумуса во многом определяются по таким показателям, как среднегодовая величина энергетических затрат на почвообразование, внутригодовая оценка климатического потенциала (через длительность периода биологической активности) и продукция растительности. Разработанные математические зависимости между этими показателями позволяют объяснить закономерные трансзональные различия группового состава гумуса (соотношение в нем гуминовых и фульвокислот). А, применяя теорему эргодичности, пространственные различия можно

распространить на временные состояния, выявляя климатически обусловленные этапы педогенеза в голоценовой истории развития автоморфных почв. На юге Восточно-Европейской равнины климатически благоприятные условия для педогенеза определены в период 5-7 тыс. л. н. (АТ² и АТ³) и 1300-2200 л. н. В позднеголоценовой истории педогенеза наиболее заметная аридизация проявилась к началу V в. до н.э.

Результаты изучения разновременных почв могут быть использованы для построения прогнозных моделей трендов развития почв в контексте изменений климата на основе знаний о прошлом, для реконструкции условий обитания древнего человека, а также с целью определения степени антропогенной нагрузки на почвенный покров.

Благодарности

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №15-31-10136.

Литература

[Алексеев, Алексеева и др., 2014](#) – Алексеев А.О., Алексеева Т.В., Калинин П.И. Качественные и количественные индикаторы изменения состояния природной среды, сохраняющиеся в палеопочвах археологических памятников // Материалы Всероссийской научной конференции по археологическому почвоведению / Ин-т физ.-хим. проблем почвоведения РАН. Пущино, 2014. с. 79-81.

[Алиев, 1966](#) – Алиев С.А. Условия накопления и природа органического вещества почв. Баку: Изд-во АН Азербайджанской ССР, 1966. 148 с.

[Бараш, 1989](#) – Бараш С.И. История неурожаев и погоды в Европе (по XVI в. н.э.). Л.: Гидрометеиздат, 237 с.

[Бирюкова, 1978](#) – Бирюкова О.Н. Органическое вещество погребенных почв лессовых отложений, его значение для общей теории гумификации и палеопочвенных реконструкций: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1978. 26 с.

[Бирюкова, Орлов, 1980](#) – Бирюкова О.Н., Орлов Д.С. Состав и свойства органического вещества погребенных почв // Почвоведение, 1980, № 9, с. 49-66.

[Веклич, 1987](#) - Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. Киев: Наукова думка, 1987. 192 с.

[Винокуров, 2007](#) – Винокуров Н.И. Виноградарство и виноделие античных государств Северного Причерноморья // Боспорские исследования. *Suppl.* 3. 2007, Симферополь-Керчь: ИД «АДЕФ-Украина», 456 с.

[Волобуев, 1953](#) – Волобуев В.Р. Почвы и климат. Баку: Изд-во АН АзССР, 1953. 320 с.

[Волобуев, 1959](#) – Волобуев В.Р. Энергетика почвообразования // Изв. АН СССР. Сер. биол., 1959, № 1, с. 45-54.

[Дергачева, 2006](#) – Дергачева М.И. Возможность использования гуминовых кислот для реконструкции естественных и агроландшафтов прошлого. Проблемы древнего земледелия и эволюции почв в лесных и степных ландшафтах Европы: мат. Межд. науч. Семинара. Белгород: Изд-во БелГУ, 2006, с. 6-13.

[Дергачева, Некрасова, 2012](#) – Дергачева М.И., Некрасова О.А., Оконешникова М.В., Гаврилов Д.А., Васильева Д.И., Очур К.О., Ондар Е.Э.О. Соотношение элементов в гуминовых кислотах как источник информации о природной среде формирования почв. Сибирский экологический журнал, 2012, т. 19, № 5, с. 667-676.

[Зубов, 1978](#) - Зубов С.М. Природные комплексы и продуктивность растительности СССР. Минск: Изд-во Бел. гос. ун-та, 168 с.

[Иванов, Александровский, 2015](#) – Иванов И.В., Александровский А.Л., Макеев А.О. и др. Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв. М.: ГЕОС, 2015. 925 с.

[Иванов, Лисецкий, 1995](#) – Иванов И.В., Лисецкий Ф.Н. Сверхвековая периодичность солнечной активности и почвообразование. *Биофизика*, 1995, т. 40, вып. 4, с. 905-910.

[Каширская, Хомутова, 2016](#) – Каширская Н.Н., Хомутова Т.Э., Демкина Т.С., Ельцов М.В., Борисов А.В. Изменчивость микробной биомассы в палеопочвах разновозрастных курганов Нижнего Поволжья в связи с динамикой увлаженности климата. *Аридные экосистемы*, 2016, т. 22, № 1 (66), с. 20-30.

- Крупеников, 1960** – Крупеников И.А. Погребенные почвы Нижнего Траянова вала и некоторые вопросы палеопочвоведения // *Охрана природы Молдавии*, 1960, вып. 1, с. 55-69.
- Крыжицкий, Бураков, 1980** – Крыжицкий С.Д., Бураков А.В., Буйских С.Б. и др. К истории Ольвийской сельской округ. Исследования по античной археологии Северного Причерноморья. Киев: Наукова думка, 1980. с. 3-18.
- Кудеяров, Демкин и др., 2009** – Кудеяров В.Н., Демкин В.А., Гиличинский Д.А., Горячкин С.В., Рожков В.А. Глобальные изменения климата и почвенный покров. *Почвоведение*, 2009, № 9, с. 1027-1042.
- Лисецкий, Голеусов, 2013** – Лисецкий Ф.Н., Голеусов П.В., Чепелев О.А. Развитие черноземов Днестровско-Прутского междуречья в голоцене. // *Почвоведение*, 2013, № 5, с. 540-555.
- Мартынова, 2011** – Мартынова Н.А. Химия почв: органическое вещество почв. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. 255 с.
- Морозов, 1993** – Морозов А.И. О связи периода биологической активности (ПБА) и глубины гумификации // *Почвоведение*, 1993, № 5, с. 118-120.
- Орлов, Бирюкова и др., 1997** – Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Рыжова И.М. Зависимость запасов гумуса от продолжительности периода биологической активности почв // *Почвоведение*, 1997, № 7, с. 818-822.
- Орлов, Бирюкова, 1984** – Орлов Д.С., Бирюкова О.Н. Гумусное состояние почв как функция их биологической активности // *Почвоведение*, 1984, № 8, с. 39-49.
- Пичура, 2012** – Пичура В.И. Пространственно-временное прогнозирование изменений параметров агрохимических показателей мелиорируемых почв с использованием ГИС и нейротехнологий. *Агротехнологія і ґрунтознавство*, 2012, № 78, с. 87-95.
- Пономарева, Плотникова, 1968** – Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методика и некоторые результаты фракционирования чернозема. // *Почвоведение*, 1968, №11, с. 104-117.
- Приходько, Иванов и др., 2014** – Приходько В.Е., Иванов И.В., Зданович Д.Г., Зданович Г.Б., Манахов Д.В., Инубуши К. Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья: почвенно-археологические исследования. М.: ФГУП Издательский дом "Типография" Россельхозакадемии, 2014. 264 с.
- Русаков, 2012** – Русаков А.В. Почвы и почвенный покров Ямской степи. СПб. Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2012. 216 с.
- Чендев, 2013** – Чендев Ю.Г. Памятники археологии как объекты палеогеографических реконструкций в лесостепи центра Восточной Европы // *Научные ведомости Белгородского государственного университета*. Серия: Естественные науки, 2013, т. 22, № 3, с. 151-159.
- Чендев, 2016** – Чендев Ю.Г. Тренды природной и антропогенной эволюции серых лесостепных почв в позднем голоцене: юг Среднерусской возвышенности. *Достижения науки и техники АПК*, 2016, т. 30, № 7, с. 14-19.
- Alekseeva, Alekseev et al, 2007** – Alekseeva T., Alekseev A., Maher B.A., Demkin V. (2007). Late Holocene climate reconstructions for the Russian steppe, based on mineralogical and magnetic properties of погребенные palaeosols. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 249, No 1, pp. 103-127.
- Alexandrovskii, 2011** – Alexandrovskii A.L. (2011). Soil evolution on the low terraces of Lake Nero. *Eurasian Soil Science*, v. 44, No 10, pp. 1055-1067 / URL: <http://doi.org/10.1134/S1064229311100024>
- Alexandrovskiy, 2004** – Alexandrovskiy A.L. (2004). Buried soils of floodplains and paleoenvironmental changes in the Holocene. A.L. Alexandrovskiy, M.P. Glasko, N.A. Krenke, O.A. Chichagova. *Revista Mexicana De Ciencias Geologicas*, v. 21, No 1, pp. 9-17.
- Barber, Zolitschka, 2004** – Barber K., Zolitschka B., Tarasov P., Lotter A.F. (2004). Atlantic to Urals – the Holocene climatic record of Mid-Latitude Europe. *Past Climate Variability through Europe and Africa*, v. 6, pp. 417-442 / URL: http://doi.org/10.1007/978-1-4020-2121-3_20
- Bouma, 1989** – Bouma J. (1989). Using soil survey data for quantitative land evaluation. *Advances in soil science*. Springer US, pp. 177-213.
- Chendev, Ivanov et al, 2010** – Chendev Y.G., Ivanov I.V., Pesochina L.S. (2010). Trends of the natural evolution of chernozems on the East European Plain. *Eurasian Soil Science*, v. 43, No 7, pp. 728-736 / URL: <http://doi.org/10.1134/S1064229310070021>

Demkin, 1999 – Demkin V.A. (1999). Buried soils of defence lines of ancient Russia and the problems of ancient and recent history of soil formation. *Eurasian Soil Science*, v. 32, №10, pp. 1094-1104.

Dmytruk, Matviyishyna, 2014 – Dmytruk Y., Matviyishyna Z., Kushnir A. (2014). Evolution of Chernozem in the Complex Section at Storozheve, Ukraine. *Soil as World Heritage*, pp. 91-100 / URL: http://doi.org/10.1007/978-94-007-6187-2_13

Dreibrodt, 2009 – Dreibrodt S. (2009). Investigations on погребенные почвы and colluvial layers around Bronze Age burial mounds at Bornhöved (northern Germany): an approach to test the hypothesis of 'landscape openness' by the incidence of colluviation. *Holocene (Sevenoaks)* (0959–6836), v. 19, No 3, p. 487.

Eddy, 1977 – Eddy J. A. (1977). The case of the missing sunspots. *Scientific American*, v. 236, No 5, pp. 80-88.

Gerasimenko, 1997 – Gerasimenko N.P. (1997). Environmental and Climatic Changes Between 3 and 5 ka BP in Southeastern Ukraine. *Third Millennium BC Climate Change and Old World Collapse*, v. 49, pp. 371-399 / URL: http://doi.org/10.1007/978-3-642-60616-8_14

Goleusov, Lisetskii, 2008 – Goleusov P.V., Lisetskii F.N. (2008). Soil development in anthropogenically disturbed forest-steppe landscapes. *Eurasian Soil Science*, v. 41, No 13, pp. 1480-1486 / URL: <http://dx.doi.org/10.1134/S1064229308130188>

Ivanov Khokhlova, 2008 – Ivanov I.V., Khokhlova O.S. (2008). Radiocarbon ages of humic substances in chernozems. *Eurasian Soil Science*, v. 41, No 13, pp. 1412-1416 / URL: <http://doi.org/10.1134/S1064229308130097>

Ivanov, Lisetskiy, 1996 – Ivanov I.V., Lisetskiy F.N. (1996). Correlation of soil formation rhythms with periodicity of solar activity over the last 5000 years. *Transactions (Doklady) of the Russian Academy of Sciences. Earth science sections*, v. 340, No 1, pp. 189-194.

Kalinichenko, 2015 – Kalinichenko V.P. (2015). Biogeosystem technique as the method for earth's climate stabilizing. *Biogeosystem Technique*, № 2 (4), c. 104-137.

Lisetskii, 1999 – Lisetskii F.N. (1999). Soil catenas in archeological landscapes. *Eurasian Soil Science*, v. 32, No 10, pp. 1084-1093.

Lisetskii, Chepelev, 2014 – Lisetskii F., Chepelev O. (2014). Quantitative substantiation of pedogenesis model key components. *Advances in Environmental Biology*, v. 4, No 8, pp. 996-1000.

Lisetskii, Pichura, 2016 – Lisetskii F.N., Pichura V.I. (2016). Paleoecological conditions Antiquity in the Northern Black Sea region (according to the sedimentation in Lake Saki, Crimea). *European Geographical Studies*, vol. 11, is. 3, pp. 83-107 / URL: <http://doi.org/10.13187/egs.2016.11.83>

Lisetskii, Stolba et al, 2016 – Lisetskii F.N., Stolba V.F., Goleusov P.V. (2016). Modeling of the evolution of steppe chernozems and development of the method of pedogenetic chronology. *Eurasian Soil Science*, vol. 49, No 8, pp. 846–858. DOI: 10.1134/S1064229316080056

Mitusov, Mitusova, 2009 – Mitusov A.V., Mitusova O.E., Pustovoytov K. et al. (2009). Palaeoclimatic indicators in почвы погребенные under archaeological monuments in the Eurasian steppe: a review. *Holocene*, v. 19, No 8, pp. 1153-1160 / URL: <http://dx.doi.org/10.1177/0959683609345076>.

Pichura, 2013 – Pichura V.I., Larchenko O.V., Domaratsky E.A., Breus D.S. (2013). Spatial assessment of the suitability of agricultural lands for growing and design of grain harvest using GIS technologies. *Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки*, № 3, с. 357-362.

Scharpenseel Schiffmann, 1977 – Scharpenseel, H.W., Schiffmann H. (1977). Soil radiocarbon analysis and soil dating. *Geophysical surveys*, v. 3, No 2, pp. 143-156 / URL: <http://doi.org/10.1007/BF01449190>

Shein, Mady et al, 2015 – Shein E.V., Mady A.Y., Mohamed El.H.A. (2015). Soil saturated hydraulic conductivity assessment by direct and pedotransfer functions methods. *Biogeosystem Technique*, № 4, с. 396-400.

References

Alekseev, Alekseeva i dr., 2014 – Alekseev A.O., Alekseeva T.V., Kalinin P.I. (2014). Kachestvennye i kolichestvennye indikatory izmeneniya sostoyaniya prirodnoi sredy,

sokhranyayushchiesya v paleopochvakh arkheologicheskikh pamyatnikov // Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii po arkheologicheskomu pochvovedeniyu / In-t fiz.-khim. problem pochvovedeniya RAN. Pushchino, s. 79-81.

[Aliev, 1966](#) – *Aliev S.A.* (1966). Usloviya nakopleniya i priroda organicheskogo veshchestva pochv. Baku: Izd-vo AN Azerbaidzhanskoi SSR, 148 s.

[Barash, 1989](#) – *Barash S.I.* (1989). Istoriya neurozhaev i pogody v Evrope (po XVI v. n. e.). L.: Gidrometeoizdat, 237 s.

[Biryukova, 1978](#) – *Biryukova O.N.* (1978). Organicheskoe veshchestvo pogrebennykh pochv lessovykh otlozhenii, ego znachenie dlya obshchei teorii gumifikatsii i paleopochvennykh rekonstruktsii: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M., 26 s.

[Biryukova, Orlov, 1980](#) – *Biryukova O.N., Orlov D.S.* (1980). Sostav i svoistva organicheskogo veshchestva pogrebennykh pochv // Pochvovedenie, № 9, s. 49-66.

[Veklich, 1987](#) – *Veklich M.F.* (1987). Problemy paleoklimatologii. Kiev: Naukova dumka, 192 s.

[Vinokurov, 2007](#) – *Vinokurov N.I.* (2007). Vinogradarstvo i vinodelie antichnykh gosudarstv Severnogo Prichernomor'ya // Bosporskie issledovaniya. Suppl. 3. Simferopol'-Kerch': ID «ADEF-Ukraina», 456 s.

[Volobuev, 1953](#) – *Volobuev V.R.* (1953). Pochvy i klimat. Baku: Izd-vo AN AzSSR, 320 s.

[Volobuev, 1959](#) – *Volobuev V.R.* (1959). Energetika pochvoobrazovaniya // Izv. AN SSSR. Ser. biol., № 1, s. 45-54.

[Dergacheva, 2006](#) – *Dergacheva M.I.* (2006). Vozmozhnost' ispol'zovaniya guminovykh kislot dlya rekonstruktsii estestvennykh i agrolandshaftov proshlogo. Problemy drevnego zemledeliya i evolyutsii pochv v lesnykh i stepnykh landshaftakh Evropy: mat. Mezhd. nauch. Seminara. Belgorod: Izd-vo BelGU, s. 6-13.

[Dergacheva, Nekrasova, 2012](#) – *Dergacheva M.I., Nekrasova O.A., Okoneshnikova M.V., Gavrilov D.A., Vasil'eva D.I., Ochur K.O., Ondar E.E.O.* (2012). Sootnoshenie elementov v guminovykh kislotakh kak istochnik informatsii o prirodnoi srede formirovaniya pochv. Sibirskii ekologicheskii zhurnal, t. 19, № 5, s. 667-676.

[Zubov, 1978](#) – *Zubov S.M.* (1978). Prirodnye komplekсы i produktivnost' rastitel'nosti SSSR. Minsk: Izd-vo Bel. gos. un-ta, 168 s.

[Ivanov, Aleksandrovskii, 2015](#) – *Ivanov I.V., Aleksandrovskii A.L., Makeev A.O. i dr.* (2015). Evolyutsiya pochv i pochvennogo pokrova. Teoriya, raznoobrazie prirodnoi evolyutsii i antropogennykh transformatsii pochv. M.: GEOS, 925 s.

[Ivanov, Lisetskii, 1995](#) – *Ivanov I.V., Lisetskii F.N.* (1995). Sverkhvekovaya periodichnost' solnechnoi aktivnosti i pochvoobrazovanie. Biofizika, t. 40, vyp. 4, s. 905-910.

[Kashirskaya, Khomutova, 2016](#) – *Kashirskaya N.N., Khomutova T.E., Demkina T.S., El'tsov M.V., Borisov A.V.* (2016). Izmenchivost' mikrobnoi biomassy v paleopochvakh raznovozrastnykh kurganov Nizhnego Povolzh'ya v svyazi s dinamikoi uvlazhnennosti klimata. Aridnye ekosistemy, t. 22, № 1 (66), s. 20-30.

[Krupenikov, 1960](#) – *Krupenikov I.A.* (1960). Pogrebennye pochvy Nizhnego Trayanova vala i nekotorye voprosy paleopochvovedeniya // Okhrana prirody Moldavii, vyp. 1, s. 55-69.

[Kryzhitskii, Burakov, 1980](#) – *Kryzhitskii S.D., Burakov A.V., Buiskikh S.B. i dr.* (1980). K istorii Ol'viiskoi sel'skoi okrug. Issledovaniya po antichnoi arkheologii Severnogo Prichernomor'ya. Kiev: Naukova dumka, s. 3-18.

[Kudeyarov, Demkin i dr., 2009](#) – *Kudeyarov V.N., Demkin V.A., Gilichinskii D.A., Goryachkin S.V., Rozhkov V.A.* (2009). Global'nye izmeneniya klimata i pochvennyi pokrov. Pochvovedenie, № 9, s. 1027-1042.

[Lisetskii, Goleusov, 2013](#) – *Lisetskii F.N., Goleusov P.V., Chepelev O.A.* (2013). Razvitie chernozemov Dnestrovsko-Prut'skogo mezhdurech'ya v golotsene. Pochvovedenie, № 5, s. 540-555.

[Martynova, 2011](#) – *Martynova N.A.* (2011). Khimiya pochv: organicheskoe veshchestvo pochv. Irkutsk: Izd-vo IGU, 255 s.

[Morozov, 1993](#) – *Morozov A.I.* (1993). O svyazi perioda biologicheskoi aktivnosti (PBA) i glubiny gumifikatsii // Pochvovedenie, № 5, s. 118-120.

Orlov, Biryukova i dr., 1997 – Orlov D.S., Biryukova O.N., Ryzhova I.M. (1997). Zavisimost' zapasov gumusa ot prodolzhitel'nosti perioda biologicheskoi aktivnosti pochv // Pochvovedenie, № 7, s. 818-822.

Orlov, Biryukova, 1984 – Orlov D.S., Biryukova O.N. (1984). Gumusnoe sostoyanie pochv kak funktsiya ikh biologicheskoi aktivnosti // Pochvovedenie, № 8, s. 39-49.

Pichura, 2012 – Pichura V.I. (2012). Prostranstvenno-vremennoe prognozirovanie izmenenii parametrov agrokhimicheskikh pokazatelei melioriruemykh pochv s ispol'zovaniem GIS i neirotekhnologii. Agrokhimiya i gruntoznavstvo, № 78, s. 87-95.

Ponomareva, Plotnikova, 1968 – Ponomareva V. V., Plotnikova T. A. (1968). Metodika i nekotorye rezul'taty fraktsionirovaniya chernozema. Pochvovedenie, №11, s. 104-117.

Prikhod'ko, Ivanov i dr., 2014 – Prikhod'ko V.E., Ivanov I.V., zdanovich D.G., Zdanovich G.B., Manakhov D.V., Inubushi K. (2014). Arkaim – ukreplennoe poselenie epokhi bronzy stepnogo Zaural'ya: pochvenno-arkheologicheskie issledovaniya. M.: FGUP Izdatel'skii dom "Tipografiya" Rossel'khozakademii, 264 s.

Rusakov, 2012 – Rusakov A.V. (2012). Pochvy i pochvennyi pokrov Yamskoi stepi. SPb. Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 216 s.

Chendev, 2013 – Chendev Yu.G. (2013). Pamyatniki arkheologii kak ob"ekty paleogeograficheskikh rekonstruktsii v lesostepi tsentra Vostochnoi Evropy // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki, t. 22, № 3, s. 151-159.

Chendev, 2016 – Chendev Yu.G. (2016). Trendy prirodnoi i antropogennoi evolyutsii serykh lesostepnykh pochv v pozdnem golotsene: yug Srednerusskoi vozvyshechnosti. Dostizheniya nauki i tekhniki APK, t. 30, № 7, s. 14-19.

Alekseeva, Alekseev et al, 2007 – Alekseeva T., Alekseev A., Maher B.A., Demkin V. (2007). Late Holocene climate reconstructions for the Russian steppe, based on mineralogical and magnetic properties of погребенные palaeosols. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 249, No 1, pp. 103-127.

Alexandrovskii, 2011 – Alexandrovskii A.L. (2011). Soil evolution on the low terraces of Lake Nero. *Eurasian Soil Science*, v. 44, No 10, pp. 1055-1067 / URL: <http://doi.org/10.1134/S1064229311100024>

Alexandrovskiy, 2004 – Alexandrovskiy A.L. (2004). Buried soils of floodplains and paleoenvironmental changes in the Holocene. A.L. Alexandrovskiy, M.P. Glasko, N.A. Krenke, O.A. Chichagova. *Revista Mexicana De Ciencias Geologicas*, v. 21, No 1, pp. 9-17.

Barber, Zolitschka, 2004 – Barber K., Zolitschka B., Tarasov P., Lotter A.F. (2004). Atlantic to Urals – the Holocene climatic record of Mid-Latitude Europe. Past Climate Variability through Europe and Africa, v. 6, pp. 417-442 / URL: http://doi.org/10.1007/978-1-4020-2121-3_20

Bouma, 1989 – Bouma J. (1989). Using soil survey data for quantitative land evaluation. *Advances in soil science*. Springer US, pp. 177-213.

Chendev, Ivanov et al, 2010 – Chendev Y.G., Ivanov I.V., Pesochina L.S. (2010). Trends of the natural evolution of chernozems on the East European Plain. *Eurasian Soil Science*, v. 43, No 7, pp. 728-736 / URL: <http://doi.org/10.1134/S1064229310070021>

Demkin, 1999 – Demkin V.A. (1999). Buried soils of defence lines of ancient Russia and the problems of ancient and recent history of soil formation. *Eurasian Soil Science*, v. 32, №10, pp. 1094-1104.

Dmytruk, Matviyishyna, 2014 – Dmytruk Y., Matviyishyna Z., Kushnir A. (2014). Evolution of Chernozem in the Complex Section at Storozheve, Ukraine. *Soil as World Heritage*, pp. 91-100 / URL: http://doi.org/10.1007/978-94-007-6187-2_13

Dreibrodt, 2009 – Dreibrodt S. (2009). Investigations on погребенные почвы and colluvial layers around Bronze Age burial mounds at Bornhoved (northern Germany): an approach to test the hypothesis of 'landscape openness' by the incidence of colluviation. *Holocene (Sevenoaks)* (0959–6836), v. 19, No 3, p. 487.

Eddy, 1977 – Eddy J. A. (1977). The case of the missing sunspots. *Scientific American*, v. 236, No 5, pp. 80-88.

[Gerasimenko, 1997](#) – *Gerasimenko N.P.* (1997). Environmental and Climatic Changes Between 3 and 5 ka BP in Southeastern Ukraine. Third Millennium BC Climate Change and Old World Collapse, v. 49, pp. 371-399 / URL: http://doi.org/10.1007/978-3-642-60616-8_14

[Goleusov, Lisetskii, 2008](#) – *Goleusov P.V., Lisetskii F.N.* (2008). Soil development in anthropogenically disturbed forest-steppe landscapes. *Eurasian Soil Science*, v. 41, No 13, pp. 1480-1486 / URL: <http://dx.doi.org/10.1134/S1064229308130188>

[Ivanov Khokhlova, 2008](#) – *Ivanov I.V., Khokhlova O.S.* (2008). Radiocarbon ages of humic substances in chernozems. *Eurasian Soil Science*, v. 41, No 13, pp. 1412-1416 / URL: <http://doi.org/10.1134/S1064229308130097>

[Ivanov, Lisetskiy, 1996](#) – *Ivanov I.V., Lisetskiy F.N.* (1996). Correlation of soil formation rhythms with periodicity of solar activity over the last 5000 years. Transactions (Doklady) of the Russian Academy of Sciences. Earth science sections, v. 340, No 1, pp. 189-194.

[Kalinichenko, 2015](#) – *Kalinichenko V.P.* (2015). Biogeosystem technique as the method for earth's climate stabilizing. *Biogeosystem Technique*, № 2 (4), с. 104-137.

[Lisetskii, 1999](#) – *Lisetskii F.N.* (1999). Soil catenas in archeological landscapes. *Eurasian Soil Science*, v. 32, No 10, pp. 1084-1093.

[Lisetskii, Chepelev, 2014](#) – *Lisetskii F., Chepelev O.* (2014). Quantitative substantiation of pedogenesis model key components. *Advances in Environmental Biology*, v. 4, No 8, pp. 996-1000.

[Lisetskii, Pichura, 2016](#) – *Lisetskii F.N., Pichura V.I.* (2016). Paleoecological conditions Antiquity in the Northern Black Sea region (according to the sedimentation in Lake Saki, Crimea). *European Geographical Studies*, vol. 11, is. 3, pp. 83-107 / URL: <http://doi.org/10.13187/egs.2016.11.83>

[Lisetskii, Stolba et al, 2016](#) – *Lisetskii F.N., Stolba V.F., Goleusov P.V.* (2016). Modeling of the evolution of steppe chernozems and development of the method of pedogenetic chronology. *Eurasian Soil Science*, vol. 49, No 8, pp. 846–858. DOI: 10.1134/S1064229316080056

[Mitusov, Mitusova, 2009](#) – *Mitusov A.V., Mitusova O.E., Pustovoytov K. et al.* (2009). Palaeoclimatic indicators in почвы погребенные under archaeological monuments in the Eurasian steppe: a review. *Holocene*, v. 19, No 8, pp. 1153-1160 / URL: <http://dx.doi.org/10.1177/0959683609345076>.

[Pichura, 2013](#) – *Pichura V.I., Larchenko O.V., Domaratsky E.A., Breus D.S.* (2013). Spatial assessment of the suitability of agricultural lands for growing and design of grain harvest using GIS technologies. *Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки*, № 3, с. 357-362.

[Scharpenseel Schiffmann, 1977](#) – *Scharpenseel, H.W., Schiffmann H.* (1977). Soil radiocarbon analysis and soil dating. *Geophysical surveys*, v. 3, No 2, pp. 143-156 / URL: <http://doi.org/10.1007/BF01449190>

[Shein, Mady et al, 2015](#) – *Shein E.V., Mady A.Y., Mohamed El.H.A.* (2015). Soil saturated hydraulic conductivity assessment by direct and pedotransfer functions methods. *Biogeosystem Technique*, № 4, с. 396-400.

УДК 631.484: 631.487

Реконструкция палеоклиматических условий второй половины голоцена по результатам изучения погребенных и пойменных почв на юге Восточно-Европейской равнины

Ф. Н. Лисецкий ^{a,*}, А. В. Мацибора ^b, В.И. Пичура ^c

^a Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: liset@bsu.edu.ru (Ф.Н. Лисецкий), rmcf@ukr.net (А.В. Мацибора), pichura@yandex.ru (В.И. Пичура)

^b Институт географии Национальной академии наук Украины, Украина

^c Херсонский государственный аграрный университет, Украина

Аннотация. Цель исследования состояла в реконструкции палеоклиматических условий во второй половине голоцена на юге Восточно-Европейской равнины по результатам изучения пойменных почв и качественного состава гумуса в хронорядх погребенных почв. Создана база данных результатов палеогеографических исследований в степной зоне Восточно-Европейской равнины. На ее основе выполнен анализ педохронорядов, которые были составлены по археологическому и радиоуглеродному датированию автоморфных и пойменных почв. На территории Побужья установлено 10 этапов формирования суббореальных пойменных почв, с которыми преимущественно связаны периоды аридизации, снижения интенсивности процессов накопления аллювия, тогда как субатлантический период голоцена характеризовался уменьшением температур и повышением влажности. Проанализирована связь между изменениями климата и типами почв в суббореальный и субатлантический периоды голоцена. По результатам комплексных палеопедологических исследований выявлены три основные линии эволюции почв на протяжении последних 5000 лет. Пространственно-временные изменения типов голоценовых почв обусловлены ритмикой гидротермических условий, которая приводила к смещению природных зон в суббореальном периоде к северу, а в субатлантическом периоде в южном направлении. На юге Восточно-Европейской равнины в автоморфных условиях почвообразования климатически благоприятные условия определены в периоды 7-5 тыс. л. н. и 2200-1300 л. н. В позднеголоценовой истории педогенеза наиболее заметная аридизация проявилась в V в. до н. э. Разработаны математические зависимости между такими показателями, как общегодовая величина энергетических затрат на почвообразование, внутригодовая оценка климатического потенциала (через длительность периода биологической активности) и продукция растительности. Это позволяет объяснить зональные особенности проявления почвообразовательного процесса и, в частности, специфику формирования качественного состава гумуса (соотношения в нем содержания гуминовых и фульвокислот). Распространяя установленные пространственные различия почвенно-климатических отношений на временные состояния, выявлены климатически обусловленные этапы педогенеза в голоценовой истории развития автоморфных почв. Проведенное комплексное палеопедологическое исследование голоценовых почвенных образований различных стадий педогенеза в пределах автономных позиций рельефа и в речных долинах позволяет решить ряд фундаментальных задач истории развития почв, определить направленность их эволюционного развития, установить общие тренды изменений почвенных свойств в пространственно-временном аспекте. Результаты изучения разновременных почв могут быть использованы для построения прогнозных моделей трендов развития почв в контексте изменений климата на основе знаний о прошлом, для реконструкции условий обитания древнего человека, а также с целью определения степени антропогенной нагрузки на почвенный покров.

Ключевые слова: погребенные почвы, пойменные почвы, педогенез, групповой состав гумуса, палеоклиматические реконструкции, голоцен.

Таблица 1. Исследованные этапы голоценового почвообразования в Побужье

Возраст почв	Температура воздуха (°C)					Климатическая характеристика	Тип почв	Расположение ключевых участков		
	12	13	14	15	16					
	по [2]									
SA	700±60 BP						похолодание, аридизация	аллювиальные дерновые <i>типичные</i>	с. Торговица, Новоархангельский р-н, Кировоградская обл.	
	1640±60 BP						максимум гумидизации SA	аллювиальные луговые <i>слоистые</i>	с. Бохоники, Винницкий р-н, Винницкая обл.	
	1720±60 BP						максимум аридизации SA	аллювиальные луговые <i>примитивные</i>	с. Березки, Кривоозерский р-н, Николаевская обл.	
	1730±60 BP							аллювиальные дерновые <i>слоистые</i>	с. Свечна, Летичевский р-н, Хмельницкая обл.	
	1850±60 BP						общее похолодание, гумидизация	аллювиальные дерновые <i>типичные</i>	с. Любомирка, Добровеличковский р-н, Кировоградская обл.	
	2040±70 BP							гумидизация	аллювиальные <i>болотные</i>	с. Долиновка, Гайворонский р-н, Кировоградская обл.
	2310±60 BP							кратковременная аридизация	аллювиальные дерновые	пгт. Саврань, Савранский р-н, Одесская обл.
	2420±70 BP						аллювиальные луговые <i>типичные</i>	аллювиальные луговые <i>болотные</i>	с. Березки, Кривоозерский р-н, Николаевская обл.	
	2470±60 BP							аллювиальные луговые <i>болотные</i>	с. Широкая Гребля, Винницкий р-н, Винницкая обл.	
SB	2830±80 BP	чередование этапов аридизации и гумидизации	аллювиальные луговые <i>типичные</i>	с. Долиновка, Гайворонский р-н, Кировоградская обл.						
	2870±70 BP		аллювиальные дерновые	пгт. Саврань, Савранский р-н, Одесская обл.						
	3110±70 BP	максимум аридизации SB	аллювиальные дерновые <i>типичные</i>	с. Луковка, Катеринопольский р-н, Черкасская обл.						
	3210±110 BP		аллювиальные луговые <i>типичные</i>	с. Боярка, Лисянский р-н, Черкасская обл.						
	3360±110 BP		аллювиальные луговые <i>типичные</i>	с. Соломия, Гайворонский р-н, Кировоградская обл.						
	3500 BP	аридизация, повышение континентальности	темно-каштановые	с. Розановка, Новобутский р-н, Николаевская обл.						
	3860±90 BP		аллювиальные дерновые <i>типичные</i>	с. Губник, Гайсинский р-н, Винницкая обл.						
	3890±60 BP		аллювиальные дерновые <i>карбонатные</i>	с. Бохоники, Винницкий р-н, Винницкая обл.						
	4150±80 BP	аридизация	аллювиальные дерновые <i>типичные</i>	с. Соломия, Гайворонский р-н, Кировоградская обл.						
	4740±100 BP		аллювиальные луговые <i>глеевые</i>	с. Соломия, Гайворонский р-н, Кировоградская обл.						

Таблица 2. Состав органического вещества дневных (Голоцен) и погребенных почв степной зоны Восточно-Европейской равнины и оценка климатических обстановок

Район исследования*	Объект исследования	Горизонт почвы	Длительность почвообразования (погребения), лет	Глубина, см	Сорт, %	% С			Сгк Сфк	Q, МДж/(м ² ·год)	ПБА, дни/год
						гуминовые кислоты	фульвокислоты	гумины			
Черноземы обыкновенные (эталон), Q = 1000-1080 МДж/(м²·год)											
1	Герасимовка	A	10300	0-36	2,6 8	49,5	27,4	23,1	1,8	1026	155
Черноземы южные, Крым (эталон), Q = 950-955 МДж/(м²·год)											
2	Черноморское	A	10300	0-22	3,0 3	26,8	21,6	51,6	1,2	922	139
Темно-каштановые почвы, Крым (эталон), Q = 1060 МДж/(м²·год)											
2	Витино	A	10300	0-17	2,4 0	22,4	24,5	53,1	0,9	801	119
Черноземы обыкновенные											
1	Герасимовка	[Ae]	7000	44-54	1,21	64	16	20,1	4	1153	176
3	Траянов вал	[A]	2000	32-45	1,26	25,4	12,7	61,9	2	1049	159
	Криничное	[A]	1100	33-62	0,9 8	26,5	14,3	59,2	1,8	1026	155
Черноземы южные											
4	Усатово	[A]	5200	79-110	2,55	33,7	16,9	49,4	2,0	1049	159
		[Ae]		99-110	3,4 5	32,5	13,3	54,2	2,4	1084	165
5	Старое Бугово	[Ae]	3000	75-103	1,71	18,7	8,8	72,5	2,1	1059	161
Темно-каштановые почвы											
6	Бейкуш	[A+AB]	2465	107-150	0,6 0	10,0	23,3	66,7	0,4	221	25
	Закисова балка I	[A]	2540	81-111	0,9 7	44,0	19,6	36,4	2,2	1068	162
	Чертоватое II, некрополь	[A]	2475	59-84	0,66	40,9	30,3	28,8	1,4	961	145
7	Иенидуни, крепость	[Ae] [AB]	220	36-58 58-82	2,39 2,12	27,2 28,3	17,2 16,5	55,6 55,2	1,5 1,7	980 1013	148 153
2	Аирчи	[A]	2360	0-16 16-20	0,59 0,67	41,9 28,8	33,4 21,5	24,8 49,7	0,6 0,6	517 530	73 75
	Аирчи	[A] [AB]	2100	0-24 24-38	0,66 0,45	41,8 16,9	29,7 25,3	28,5 57,8	1,4 0,7	963 638	145 93

*1. Белгородская область; 2. Республика Крым; 3. Одесская область, Болградский район; 4. Одесская область, Беляевский район; 5. Одесская область, Ильичевск; 6. Николаевская область, Очаковский район; 7. Одесская область, Коминтерновский район.

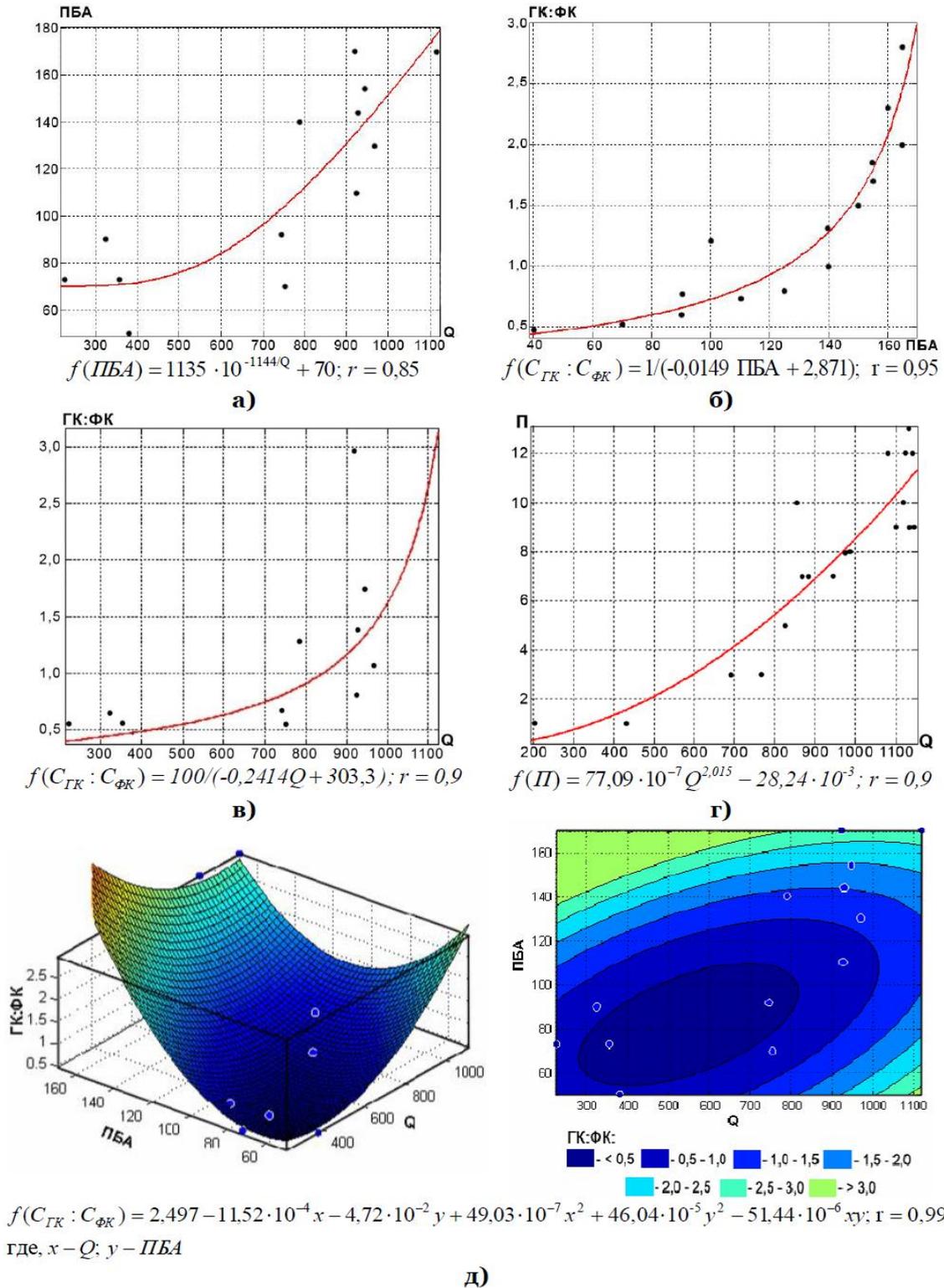


Рис. 1. Графики и функции зависимостей: а) периода биологической активности (ПБА, дни/год) от энергопотенциала почвообразования (Q , $\text{МДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$); б) $C_{ГК}:C_{ФК}$ от ПБА; в) $C_{ГК}:C_{ФК}$ от Q ; г) Π от Q ; д) $C_{ГК}:C_{ФК} = f(Q; \text{ПБА})$

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
International Journal of Environmental Problems
Has been issued since 2015.

ISSN: 2410-9339

E-ISSN: 2413-7561

Vol. 4, Is. 2, pp. 149-151, 2016

DOI: 10.13187/ijep.2016.4.149

www.ejournal33.com



Reviews

UDC 631

Glazko V.I. Ecology of the XXI century (dictionary of terms). Reference and encyclopedic literature. M.: KURS: INFRA-M 2017. 992 p.

Michael S. Sokolov^{a,*}

^a All-Russian Research Institute of Phytopatology, Russian Federation

Abstract

The review considered a new publication of COURSE: INFRA-M publisher – the glossary of terms “Ecology XXI Century”. Are analyzed the characteristics of dictionary organization, are noted a large number of terms and their original author interpretation is proposed, which seems to be useful for understanding the problems of modern ecology and qualified solutions of today’s environmental problems. Are discussed the new edition differences from traditional environmental vocabularies, and the causes of these differences, which are due to detailed in author's representation the semantic content of terms. The dictionary has a strong multidisciplinary essence, reflecting the productive approach of the authors to solve modern problems of environmental quality for the agro-ecosystem, which is declaring by authors repeatedly in the fundamental scientific works, and permeating the entire material of a glossary. The substantiation of the approaches to the assessment and management of ecosphere, soils at the present stage of biosphere development, and the embedded into it an agrarian civilization.

Keywords: biosphere, ecology, agroecosystems, agricultural civilization, soil.

Буквально каждый из нас практически повседневно сталкивается с проблемами экологии, охраны окружающей среды – бурно развивающейся сферы знаний XXI века. Интерес к этой фундаментально-прикладной науке постоянно растёт как со стороны исследователей, так и широкого круга простых граждан. Поэтому весьма актуальным событием является публикация уникального словаря. Его автор и составитель – известный учёный, генетик-эколог, иностранный член РАН, академик РАЕН, популяризатор мировых научных достижений, профессор В.И. Глазко. Впечатляет общий объём книги – 992 стр. (80 печатных листов)! Важно подчеркнуть, что соответствующие статьи в этом словаре существенно отличаются от традиционных в ряде случаев повышенной подробностью изложения деталей смыслового содержания рассматриваемого термина, а также своей мультидисциплинарностью. Актуальность такого подхода очевидна, поскольку в современных биологических науках экология играет все большую и все более важную роль.

* Corresponding author

E-mail addresses: sokolov34@mail.ru (M.S. Sokolov)

Исторически формирование аграрных систем на территории России было тесно связано с растениеводством и со средиземноморским центром domestikации растений и животных. К настоящему времени этапы распространения агросистем достаточно хорошо изучены. Основным фактором распространения аграрной цивилизации были сочетания климатических и почвенных особенностей. Именно пригодность земель для разных систем хозяйствования объясняет значительную часть изменчивости плотности населения и коррелирует с показателями богатства местного населения. Успешность распространения аграрной цивилизации обусловлена балансом между глобальными градиентами качества почв и климата и, соответственно, адаптивным потенциалом человека и domestikцированных видов растений и животных, формирующих локальные агроэкосистемы. В межвидовых сообществах, образующих такие системы, генофонды человека и domestikцированных видов находятся в сложных взаимодействиях, особенности которых определяются не только искусственным отбором, но и агроэколандшафтным фоном. Накапливаются данные о все увеличивающемся росте зависимости скорости экономического развития разных стран от степени экологической деградации, уменьшения биоразнообразия природных и сельскохозяйственных ландшафтов. Особое значение экологическая истощенность приобретает в связи с процессами глобализации и отсутствием детально разработанных принципов использования агроэкосистем, их контроля, динамики и методов прогноза их развития.

Жизнедеятельность человека приобретает с течением времени все возрастающие масштабы и разнообразие. В результате все большие пространства и мощности земной коры включаются в оборот этого весьма специфического процесса, характеризующегося одной ярко выраженной особенностью: качественной и количественной концентрацией указанных явлений в отдельных точках земной поверхности (промышленных центрах). В целом жизнедеятельность человека проходит в рамках природных закономерностей, носит тот же характер, но в силу высокой интенсивности и локальной концентрации создает все усиливающиеся опасные тенденции, прежде всего для самого человека, в гармоничности развития природы.

В основе эволюции живых существ лежит противоречие между их стремлением к безграничному размножению и ограниченностью необходимых для этого ресурсов. «Будучи неотъемлемой частью самой природы, — писал И.И. Шмальгаузен, — организм при своем возникновении обособился и противопоставил себя остальной природе как внешней среде. В непрерывном взаимодействии с факторами среды он все более выявлял себя своей активностью, в непрерывной борьбе вырывая из этой среды все необходимое для своего существования». Эволюция человека представляет собой пример так называемого эпиморфоза — весьма своеобразно направленной эволюции, в ходе которой в результате развития мышления, речи и орудийной деятельности стало возможным неограниченный захват различных ниш обитания.

В этой связи, экология именно в настоящее время является областью пересечения разных направлений исследований. Современные глобальные разработки методов устойчивого развития агроэкобиосистем требуют широких междисциплинарных взаимодействий: применения ДНК-технологий, сохранения биоразнообразия, использования экологической генетики и агробиотехнологий. Этап разработок методов перехода от экстенсивного использования природных ресурсов к интенсивному усугубляется тем, что, не смотря на новые методы продовольственного обеспечения, скорость их появления существенно отстает от роста населения. Современная ситуация характеризуется увеличением частоты природных и техногенных катастроф; высокой скоростью экологических изменений; стремительным распространением наследственных и инфекционных заболеваний. Первый шаг к созданию таких мультидисциплинарных разработок — создание словарей, расшифровывающих понятийное содержание профессиональных терминов, используемых в достаточно разных направлениях исследования — генетике, геномике, экологии. Предлагаемый словарь был разработан именно с этой целью и включает соответствующие основные дефиниции.

Словарь содержит термины как по общим аспектам экологии («экологическое право», «сапропель», «санитария» и т. д.), так и по отдельным эколого-биологическим разделам фундаментальной и прикладной биологии (селекция, ДНК-технологии и биоинформатика,

общая и прикладная генетика, молекулярная биология, геномика и др.). Одни термины описаны одной фразой («экологическая проблема», «экологическое сознание», «лизоген», «лизосомный штамм» и т. п.), другие более подробно – одно-двустраничным текстом («центры происхождения диких животных», «ноосфера», «метод ДНК-отпечатков» и т. д.).

Материалы, отмеченные знаком «облако», при необходимости могут быть доступны пользователю в более детальном варианте в электронно-библиотечной системе znanium (www.znaniium.com). Значительное место уделено персоналиям всемирно известных отечественных и зарубежных исследователей, внёсших значительный вклад в развитие общей экологии, экологической географии, биоэкологии, экологического мониторинга, социальной и медицинской экологии, других экологических дисциплин. К сожалению, не все термины имеют английские эквиваленты.

В целом следует отметить приемлемое типографское качество книги, однако желателен был бы более крупный шрифт издания. Книгу также следовало бы снабдить общим словником. Издание доступно по цене (1800 рублей). Полагаю, что книга с интересом будет встречена широким кругом читателей, специалистов, аспирантов и студентов. Она будет способствовать разработке современных методов устойчивого развития агро- и техноэкосистем, требующих широких междисциплинарных взаимодействий, применения ДНК-технологий, сохранения биоразнообразия, использования методологии экологической генетики и агробиотехнологий.

УДК 631

Глазко В.И. Экология XXI века (словарь терминов). Справочно-энциклопедическая литература. М.: КУРС: ИНФРА-М. 2017. 992 с.

Михаил Сергеевич Соколов^{a,*}

^a Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Российская Федерация

Аннотация. В рецензии рассмотрена новая публикация издательства КУРС: ИНФРА-М в виде словаря терминов Экология XXI века, проанализированы особенности организации словаря, отмечено большое количество терминов и их оригинальная авторская расшифровка, которая представляется полезной для понимания проблем современной экологии, квалифицированного решения экологических проблем современности. Обсуждаются отличия нового издания от традиционных экологических словарей, и их причины, которые обусловлены авторской детализацией смыслового содержания терминов. Словарь имеет ярко выраженную мультидисциплинарность, что отражает продуктивный подход авторов к решению современных проблем качества окружающей среды для агроэкосистем, заявленный ими неоднократно в фундаментальных научных работах, и красной нитью проходящий по всему материалу словаря терминов. Приводится обоснование подходов к оценке и управлению экосферой, почвами на современном этапе развития биосферы и вложенной в неё аграрной цивилизации.

Ключевые слова: биосфера, экология, агроэкосистемы, аграрная цивилизация, почва.

* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: sokolov34@mail.ru (М.С. Соколов)