

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation  
Biogeosystem Technique  
Has been issued since 2014.  
ISSN: 2409-3386  
E-ISSN: 2413-7316  
Vol. 10, Is. 4, pp. 284-316, 2016

DOI: 10.13187/bgt.2016.10.284  
[www.ejournal19.com](http://www.ejournal19.com)



UDC 631: 574.4:62

## Soil Dynamics Management

Valery P. Kalinitchenko <sup>a, b, \*</sup><sup>a</sup> Institute of Soil Fertility of South Russia, Russian Federation<sup>b</sup> All-Russian Scientific-Research Institute of Phytopathology, Russian Federation

### Abstract

Soil dispersed system is considered in terms of soil evolution fluctuation, biological, reclamation process, the theory and practice of successful, productive, long-term, sustainable and environment-friendly agronomic use. It is shown that implementation of soil biological functions in standard paradigm of agricultural technology is problematic – the modeling, normalizing and synthesizing the soil should not be done in custom imitative way of agricultural technology and land reclamation. Finding the new transcendental possibilities for acceptable probability to controlled new soil evolution quality, hydrological regime and soil cover structure is on agenda. Otherwise there is a risk to loss the soil. As a proven option, the transcendental approach to management of equilibrium in soil solution, hydrological regime, fertility, health and evolution of soil environmental quality, synthesis environment and getting a high economic result from the use of developed methods the Biogeosystem Technique is proposed. Research data are presented on evolution of steppe soils. The evolution can go in direction either of aggradation or degradation succession of vegetation, the agronomic quality of soil and soil cover structure. By subsurface milling treatment of complex chestnut soils a statistical range of variation of relative to norm the contrast of soil cover structure and the structure of the vegetation cover during the term of reclamation activities of 30 years decreased from 0.5–1.8 to 0.8–1.1. Morphological characterization of mixing and crushing of the soil internal genetic horizons degree by machining showed that the size of soil units in the horizon B in the control variant (moldboard tillage by 20–22 cm) was 7.0 cm, in the variant of soil milling processing with machine FS-1,3 to a depth of 40–45 cm. – 1.0–1.5 cm. In comparison to control, the soil milling subsurface processing is of significantly longer duration of biologically and economically effective ameliorative action of 30 years, and more. Biogeosystem Technique improves a water efficiency of the rainfed and irrigated agriculture. Biogeosystem Technique ensures a high stability of fundamentally new biogeosystem stagnating at a high level of efficiency and sustainability.

Biogeosystem Technique helps to reduce a conflict between the biosphere and technology, to change the paradigm of development, and to synthesize a nature-similar environmental-friendly technology of biosphere.

**Keywords:** soil productivity, evolution, stability, aggradation, degradation, dispersion, agriculture, Biogeosystem Technique.

\* Corresponding author

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

## 1. Введение

Устройство дисперсной системы почвы имеет значение для протекания ее эволюции, биологического, мелиоративного процесса, теории и практики успешного, продуктивного, длительного и безопасного с точки зрения устойчивости окружающей среды агрономического использования почвы. Квазистационарные флуктуации эволюции почвы показаны путем моделирования развития черноземов в зоне степи на основе аппарата почвенно-генетической хронологии (Лисецкий и др. 2016a). Показаны также биогеохимические особенности разновременных залежей в степной зоне (Лисецкий и др. 2016b). Изучена дифференциация флор по локальным экотопам лесостепи и степи (Лисецкий и др. 2016в), постагрогенная эволюция почв, включая залежь (Lisetskii et al., 2013). Изменение почв является устойчивым типичным следствием многовековых агрогенных воздействий (Лисецкий, Родионова, 2016).

Состояние дисперсной системы почвы обусловлено равновесиями и динамикой разнообразных процессов. Это происхождение и режим почвообразующей породы, скорость геологического выветривания. Своё влияние оказывают температура, наличие и режим влаги, биота. Сказывается индивидуальное соотношение педогенеза, седиментогенеза и литогенеза.

Постоянное балансирование непрерывного или импульсного почвообразования приводит к тому, что эволюция почвы протекает быстро и состоит из многих этапов, каждый из которых можно рассматривать с точки зрения текущего приоритета того или иного из факторов почвообразования. Установлено, что эволюция почвы во многом следует за климатом, увлажнением территории (Демкин и др., 2012). Важным фактором эволюции почвы является степень её дисперсности, размер структурных отдельностей, степень механической связи между элементами дисперсной системы почвы. По этой причине уделяют внимание классификации элементарных почвенных частиц (Морозов, Безуглова, 2011), плотности, твердости твердой фазы почв, методам определения этих показателей (Моисеева и др., 2011). Это во многом обуславливает классификационные построения в почвоведении (Безуглова, 2011). Дисперсность почвы имеет биологическое значение (Красильников и др., 2012).

Разнообразные свойства почв, включая механические, находятся под антропогенным влиянием. Оно столь значительно, что приходится даже подразделять почвы по ведущему антропогенному фактору девиации их эволюции, например, по влиянию города (Безуглова и др., 2011; Горбов и др., 2016; Безуглова и др., 2015; Горбов, Безуглова, 2014).

Антропогенное слияние на дисперсную систему почвы изучено с использованием математического моделирования (Shein et al., 2013b), новых методов прямого исследования (Лебедева (Верба), 2012; Рыльков и др., 2012; Корост и др., 2012; Герке, Скворцова, 2012).

Агрегирование и микроагрегирование природной или измененной в агротехнике дисперсной системы почвы обусловлено наличием тех или иных условий образования кутан, квазикристаллов, развития микроорганизмов, особенно диатомовых водорослей, предпосылками типа, степени и скорости разложения растительных остатков, значимо наличие карбонатов и легкорастворимых солей (Cuadros et al, 2013; Hazen et al, 2013; Pevzner, 2003; Abe et al., 2004; Baldock et al., 2004; Bindi et al., 2009; De Gryze et al., 2006; Fischer et al., 2011; Grosbellet et al., 2011; Verkhovtseva et al., 2014; Yun Zhu et al., 2011; Shein et al., 2013a; Verchot et al., 2011).

Органическое вещество определяет угол смачивания контактирующих поверхностей (Вукова, 2016), распределение пор по размерам, динамику пористой системы. Агрегирование твердой фазы почвы в решающей степени обусловлено наличием стартовой механической дисперсной структуры системы, определяет почвенно-гидрологические параметры (Shein, 2010). Результатом является та или иная иерархия распределения пор по размерам (Шейн Е.В. и др., 2016). При содержании всего лишь 2 % органического вещества аллювиальная карбонатная почва центральной Анатолии имеет высокое плодородие – её развитая структура обеспечивает хорошие условия развития микробиоты (Shein et al, 2014a).

С другой стороны, в большинстве почв до 99 % тупиковых пор (Shein et al., 2014b). Если структуры почвы нет, то перечисленные выше процессы, как и многие другие важные явления, не имеют возможности протекания. Особенно в почвах тяжелого гранулометрического состава, развиваются супердисперсность, уплотнение, слитизация,

осолонцевание и пр. (Meyer et al., 1996). При таком состоянии дисперсной системы почвы имеют место неудовлетворительные эффекты в почвах, ландшафтах, природно-территориальных комплексах (Lisetskii et al., 2015). Потому туманными представляются эволюция, здоровье и перспектива самой плодородной почвы мира – русского чернозема (Государственный (национальный) доклад..., 2013; Постановление Правительства РФ № 99, 2006; Постановление Правительства РФ № 922, 2013; Алексеев, 2014; Смагин, 2013).

Методы контроля структуры почвы в агротехнике несовершенны (Горячкин, 1965; Доспехов, 1987), а природа структуры почвы – сложнейшая, что следует учитывать при обработке, и особенно – при конструировании почвы (Шоба и др., 2015).

Выполнение почвой биологических функций проблематично – моделировать, нормировать и синтезировать её следует не так как это принято в агротехнике и мелиорации – имитационным путем, а искать новые трансцендентальные возможности обрести приемлемую вероятность нового качества управления системой. Иначе есть риск утраты почв.

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).

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

Здоровье почвы в стандартной агротехнике остается без внимания (Pardo et al., 2014; Соколов, Глазко, 2015; Соколов и др., 2015; Chen et al., 2015; Turmel M.S. et al. 2015; Sokolov, Glazko, 2015; Глинушкин и др., 2016; Семенов, Соколов, 2016).

В дождевой агрокультуре или залежи процесс репарации почвы занимает десятилетия, и не всегда проходит успешно (Лисецкий, Родионова, 2016; Kalinina et al., 2015; Калиниченко и др., 2013).

Климатическое моделирование показывает, что без принятия принципиально новых мер регулирования гидрологического цикла Земли следует ожидать усиления аридности земель, глобального нарастания площади земель, подверженных засухе (Lin et al., 2016). Возможно усиление опасной климатической положительной обратной связи, обуславливающей циклическое оледенение Земли в течение голоцена (Rothman, 2015).

Актуально управление эволюцией почвы, гидрологическим режимом и структурой почвенного покрова (СПП) для обеспечения продолжительных аградационных изменений в почвах (Yuan et al., 2014; Генезис и мелиорации почв солонцовых комплексов, 2008; Панов и др., 2008; Казакова, 2006; Kalinichenko et al., 2014; Kalinichenko et al., 2011; Kalinichenko et al., 2016; Семендяева, Елизаров, 2014), повышение водной эффективности агротехники (Wu et al., 2013).

Возможность усиления биогеохимического цикла биосферы, безопасный возврат в биосферу вещества прошлых геологических эпох путем реминерализации почвы обоснован экспериментально (Цховребов, 2012).

Следует учитывать, что устойчивость биоты почвы к загрязнению много больше, чем высших растений и животных, причем на уровне 100 ПДК и более (Kolesnikov et al., 2013). Она существенно повышается за счет внесения материала внутрь почвы (Peries and Gill, 2015), особенно при обеспечении дисперсного контакта этого вещества и внутренних слоёв почвы (Мищенко, 2009).

Ввиду нарастающего конфликта биосферы и технологии, необходима смена парадигмы развития, синтез природоподобных технологий (Glazko V., Glazko T., 2015).

Одним из апробированных вариантов трансцендентального подхода к управлению равновесиями в почвенном растворе, гидрологическим режимом, плодородием и эволюцией почв, синтеза качественной окружающей среды и получения в ней высокого экономического результата является биogeосистемотехника (Минкин, Калиниченко, 1981; Калиниченко и др., 1997; Калиниченко, 2004; Калиниченко, 2005; Удалов, Калиниченко, 2005; Василенко и др., 2005а; Василенко и др., 2005б; Солнцева, Калиниченко, 2005; Удалов и др., 2005; Калиниченко, 2009; Аканова, 2013; Воеводина, 2016; Калиниченко, 1990; Калиниченко, 2012; Kalinichenko, 2016; Москаленко и др., 2013; Endovitsky et al., 2014; Ендовицкий и др., 2008; Калиниченко и др., 2008; Калиниченко, 2016).

### Динамика свойств почв

Реальность риска утраты почвы как природного тела, обладающего ведущим свойством – плодородием, можно рассмотреть на самом известном примере российского почвоведения – динамике свойств солонцов. Одни из вариантов интерпретации происхождения этих почв такой. По выходу территории нынешних каштановых почв из-под морской поверхности начался биологический процесс, свойственный суше. Один из его специфических признаков – останки крупных морских животных, которые были в числе факторов комплексности исходной СПП, обусловили локально избыточное количество органического вещества в инициальной почве. Останки таких морских животных до настоящего времени обнаруживают сейчас в пустынях. В нынешней сухой степи осадков было больше, влажность инициальных почв была выше, поэтому в настоящее время сохранились лишь спорадические дискретные следы большой сосредоточенной массы органического вещества морского происхождения на поверхности первичной суши. Такое вещество может быть агентом усиленного седиментогенеза в почве. Естественно, комплексность почвенного покрова обусловлена не только этой причиной, мы затронули ее, поскольку она рассматривается нечасто. Более приемлемые условия достаточно рыхлой почвообразующей породы, еще недавно донной (или перемещенной в результате гидротурбации и гидротранспорта), высокие температуры и наличие увлажнения позволили сформироваться почвам с достаточно развитым профилем, солидной ризосферой. Ввиду малого количества атмосферных осадков, цикличности климата, близости солей к дневной поверхности эволюция почв привела к тому, что первоначально активный фронт биологического процесса по мере эволюции отступил из внутреннего слоя почвы, до которого первоначально проник, к поверхности. В результате сформировался иллювиальный горизонт. Его генезис в значительной степени обусловлен тем, что в процессе эволюции почвы часть биологического вещества в почвенном профиле перешла в стадию седиментогенеза. Особенно в случаях избыточности преобразованных органических продуктов прошлых геологических эпох. Седиментация происходит на сопряженном с органическим веществом каркасе твердой фазы почвы. Скоро первичная седиментация сменяется литогенезом. Он может не охватывать весь слой почвы, локализуясь только на сопряженных в пространстве структурных отдельностях, цементируя их между собой, приводя к возникновению в почве тупиковых зон, где миграция вещества и деятельность почвенной биоты замедляется. Возможность преодоления таких явлений, обновления внутренней поверхности почвы, выхода на эту поверхность свежих разломов кристаллической решетки почвенных минералов, показана в лабораторных и полевых экспериментах, где выполняли искусственную турбацию внутренних слоев почвы (Минкин и др., 1980). Также это показано в последнее время и современными методами томографии. Корневая система растений распространяется вне пределов тупиковых зон, поскольку ризосфера стремится освоить тот объем почвы, в котором она продвигается в почву более-менее комфортно. Следовательно, процесс идет по типу положительной обратной связи – по мере возникновения определенного свойства наблюдается прекращение, ослабление или, наоборот, усиление текущего биологического процесса. В частности, возникает лавинообразное нарастание процесса уплотнения почвы, идет утрата активной пористости в пользу тупиковой. Формируется непроницаемый для корней и воды иллювиальный горизонт. Параллельно влияют известные явления, обусловленные присутствием поглощенного  $\text{Na}^+$ , наличие которого связано с засолением почвообразующей породы и слабым выщелачиванием солей вглубь, перманентным влиянием солей на педогенез при почвообразовании на фоне слабого увлажнения. Влияет неблагоприятная с точки зрения продуктивности и устойчивости почвы минералогическая композиция почвы и почвообразующей породы. В результате имеют место случаи, когда даже с поверхности корневая система культурных растений, обитающих на каштановых солонцовых комплексах в условиях агрокультуры, распространяется не в почве в целом, а занимает только промежутки между образованными механической обработкой агрегатами почвы размером 100–200 мм. Это постольку, поскольку только между агрегатами проникает влага, просыпается и осыпается с крупных агрегатов почвы относительно рыхлая приемлемая для развития ризосферы растений фракция агрегатного состава. Налицо антропогенный выход



столбчатой структуры солонцового горизонта на поверхность почвы в силу абсолютной некорректности, несоответствия современной агрокультуры свойствам почвы, особенно с точки зрения её эволюции.

Рассмотренные равновесия, обуславливающие эволюцию почвы, имеют место не только в каштановых почвах. Они имеют место повсеместно, в том числе и в черноземах. Особенно это заметно в агрокультуре, под влиянием которой в последние десятилетия многие исследователи вынуждены констатировать признаки деградационного сценария антропогенной эволюции этих почв. В вовлеченных в агрокультуру черноземах имеет место отчетливое иллювиирование почвенного профиля за счет того, что преобладающая глубина основной механической обработки почвы составляет 20–22 см.

Обработка приводит к уплотнению слоя, непосредственно расположенного под обрабатываемым органом плуга или любого иного устройства для обработки почвы в силу гравитационного способа задания глубины обработки. Уплотнение слоя почвы 22–28 см в процессе механической обработки связано с ее упруго-пластичными свойствами. В процессе движения режущего органа в почве перед ним, независимо от угла заточки, пускай даже этот угол будет минимальным, а режущая кромка идеальной, образуется зона повышенных упругих механических напряжений. Эта зона распространяется вперед, вверх и вниз, поскольку режущий орган ориентирован параллельно поверхности почвы. Напряжения перед режущим органом обеспечивают выполнение операции скалывания обрабатываемого грунта. Напряжения, ориентированные вверх, обеспечивают подъем грунта с места его расположения, напряжения, направленные вниз, обуславливают уплотнение почвы. Ввиду пластических свойств почвы, поверхность подпахотного слоя не восстанавливает форму после снятия механического усилия, которое было к ней приложено. Дополнительное уплотнение обусловлено также импульсным характером движения грунта вокруг обрабатываемого органа. Следы волнового процесса можно наблюдать на поверхности борозды после прохода плуга. Она представляет собой поверхность, состоящую из чередующихся, преимущественно в направлении перпендикулярном обработке, трещин и зон уплотнения. Своего рода – инициальные солонцовые столбы иллювиального горизонта в черноземе. В настоящий момент об этом можно рассуждать по косвенным признакам, но, как известно, любой процесс, будучи запущенным, себя проявит.

Происхождение почв, особенно плодородных почв, обусловлено наличием тонкодисперсного геологического, биологического, биокосного материала. Биологический и биокосный материал П.А. Костычев считал ведущим фактором почвообразования (Костычев, 1937).

Справедливость такой точки зрения в последнее время находит свое экспериментальное подтверждение. В тонкодисперсной фракции почв, ведущем агенте плодородия, её до настоящего времени полагали имеющей исключительно минеральную природу, обнаружены структурные элементы, происхождение которых с высокой вероятностью обусловлено жизнедеятельностью древних бактерий (Розанов, 2003). Следовательно, этот материал не в полной мере минеральный. Весьма распространен случай более тяжелого гранулометрического состава покровных отложений по сравнению с подстилающими породами вследствие процесса коагуляции – отложения тонкодисперсного материала на дневную поверхность из водного потока, слоя воды. Это имело место в процессе таяния ледников, имеет место в настоящее время в прилегающих к ледникам экосистемах, в водной среде мирового океана и водных экосистемах суши, в том числе в пойме. Локальный транспорт материала водным потоком, переотложение, механическая, физико-химическая, минералогическая деградация этого материала является достаточно распространенным процессом при той или иной степени сложности СПП, в том числе, связано с эрозией.

Тяжелый по гранулометрическому составу нанос препятствует быстрому гравитационному сбросу воды атмосферных осадков в геологические отложения, что обуславливает приоритетные условия обводнения формирующихся, и затем эволюционирующих почв. В процессе эволюции профиль почвы дополнительно к имеющемуся на момент формирования почвы плодородному обогащенному продуктами биологического процесса тонкодисперсному материалу древних эпох обогащается также преобразованными в процессе почвообразования под действием воды, биоты, циклов

замораживания – размораживания, набухания – усадки (Минкин и др., 1982), минеральными частицами, новым органическим и биокосным веществом. С одной стороны, явление утяжеления гранулометрического состава почвы в процессе эволюции является благоприятным, обуславливая приоритетные условия развития растений и почвенной биоты. Это стабилизирует фазу стагнации генезиса почвы, комплекс её параметров воспроизводится длительное время. Примеры – черноземы степи на различных материках в различных частях света Земли. В этих почвах достаточно стабильно представлено соотношение восстановительных химических условий (одним из признаков наличия такого рода процессов является темный цвет почвы). Приемлемой с точки зрения почвообразования является свойственная черноземным почвам фаза минерализации, структурообразования, обусловленная перерывами в увлажнении. С другой стороны, явление утяжеления гранулометрического состава в процессе эволюции почв обуславливает значительные трудности в формировании дисперсной системы, структуры почвы.

Причиной неудовлетворительных агрофизических свойств почвы может быть минералогическая композиция тонкодисперсной фазы (Чижилова, 2013; Солнцева, Калиниченко, 2011), ее супердисперсность.

Стандартная агротехника усиливает проявление супердисперсности, ведет к разрушению структуры, неблагоприятному изменению минералогической композиции почвы, 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 (Топунова и др., 2010; Приходько, 2003; Турсина, 2016).

Супердисперсное состояние тонкодисперсной фазы почвы способствует изменению минералов (Albani et al., 2010), транслокации элементов растениями и стабилизации иллитов в верхнем слое почв умеренного пояса (Barre et al., 2009). Экспериментально показана возможность синтеза монтмориллонита в почвах с обогащенным Si и Mg почвенным раствором в нейтральных или слабощелочных условиях (Reid-Soukup et al., 2002), а также иллита-сметита (Eberl et al., 1993).

Возможность направленного синтеза минералов теоретически и практически показана в смежных почвоведению и мелиорации областях исследования и практики, в том числе, в сфере неорганических вяжущих веществ. Одним из драйверов процесса является коррозия искусственных минералов.

Ввиду всё возрастающего проявления слитизации и осолонцевание почвы, эти явления сейчас уже не всегда напрямую связывают с наличием поглощенного натрия, а порог содержания натрия в почвенном поглощающем комплексе, при котором появляются признаки солонцового педогенеза, предлагают полагать очень низким – 3 % (Полевой определитель почв, 2008; Хитров, 1995; Хитров, 2004).

Складывающееся при сочетании рассмотренных процессов равновесие недостаточно эффективно с точки зрения использования в биологическом процессе всех продуктов, синтезируемых в почве, находящихся в ней. Это очевидно на примере черноземов Краснодарского края, у которых биологический материал, обусловленный почвообразованием, стекает вглубь почвы и становится потерянным для современного педогенеза.

Основное, структура почвы такая, что не позволяет вовлечь этот материал в биологический процесс полностью. Следовательно, почвообразование идет расточительным путем. Для проникновения корневой системы растений внутрь почвы нет возможностей, во всяком случае, они ограничены.

Система в целом нестабильна. После тысяч лет квазистационарного равновесия, которое привело даже к тому, что черноземы России стали фетишизировать, объявляя лучшими в мире почвами, что, возможно, даже обусловило нездоровый интерес завоевателей с известными трагическими последствиями, современная агротехника показала истинное очень ранимое лицо черноземов. Для этого часто приводят примеры, из которых следует, что гумуса в верхнем слое черноземов было 8 и более %, а стало 3 и менее %.

Очевидно, что это катастрофическое изменение, перестройка всей почвы, дающая основания вести речь о деградационном сценарии её эволюции.

С другой стороны, имеются сведения об изменении чернозема в противоположном направлении. Эти сведения редки, поскольку положительные примеры эволюции чернозема в основном не имеют под собой основания в силу сложившегося характера их использования, но, все же, такие случаи имеются.

## 2. Объекты и методы

Объекты исследования – почвы степи – черноземы и каштановые умеренно теплой восточно-европейской фации.

Объект 1. «Чернозем Персиановской степи»

Объект 2. «Залежь в Дубовском»

Объект 3. «Фрезерная обработка в Ремонтном»

Методы исследования:

- ✓ географический;
- ✓ геоботанический;
- ✓ стандартные описательные, аналитические и статистические методы изучения

почв:

- морфологические свойства почвы;
- агрофизические свойства почвы (структурный анализ по Саввинову; плотность почвы буровым методом Качинского);
- качество обработки почвы по Горячкину (Горячкин, 1965), Доспехову (Доспехов, 1987), Шаршаку (Шаршак, 1987);
- мониторинг турбации почвы после мелиоративной обработки методом меченых частиц (пояснения в тексте);
- перемешивание генетических горизонтов почвы при глубокой мелиоративной обработке морфологическим методом (пояснения в тексте);
- СПП, структура растительного покрова (СРП) и биометрические параметры агрофитоценоза в простирации объекта исследований по створам (Миркин, 1985), пояснения в тексте;
- ✓ расчетный:
  - статистическая обработка экспериментальных данных.

## 3. Результаты и обсуждение

Объект 1. «Чернозем Персиановской степи»

Географический объект «Чернозем Персиановской степи» как заповедный выведен из агрокультуры более чем сто лет назад. Одна его часть, восточная, не была в пахотной агрокультуре никогда, только пастбищное использование. Вторая часть, западная, была выведена из регулярной агрокультуры в начале 20 века, во время создания сельскохозяйственного училища в Персиановке. При этом объект находится в очень специфическом заповедном режиме. Особенность в том, что естественное почвообразование в степи шло под воздействием наземной фауны, происходило стравливание травянистого покрова жвачными травоядными животными, возврат в почву переработанного у них в кишечнике биологического материала, периодически в степи случались пожары. Все накладывало свой отпечаток на почвообразование, плотность и вещественный состав почвы, чернозем приобретал свои специфические черты. В Персиановской степи с момента ее перевода в заповедный режим стравливание травянистого покрова скотом было запрещено. Мотив был в том, что этот процесс трудно было контролировать так, чтобы он соответствовал естественному режиму, поскольку объект находится в пределах землепользования учхоза Донское, где занимаются разведением скота. Тем же заняты в личных подворьях жители учхоза Донское и ближайших хуторов. Аналогична ситуация с расположенной поблизости воинской частью, где тоже имеется поголовье скота и лошади. Потому запрет был единственной мерой, исключающей соблазн использовать травостой в хозяйственных целях. Как известно, это обычно связано с избыточным хозяйственным рвением, и во многом обусловило нынешнее плачевное состояние всех оставшихся черноземов.

По сравнению с природными черноземами в Персиановской степи имеет место существенное отличие растительности. Растительные ассоциации значительно богаче, чем это следует из имеющихся описаний растительности степи, доступных в старых литературных источниках (Иозефович, 1928; Балаш, 1960), еще меньше информации несут современные литературные данные, сопоставлять которые фактически уже не с чем. Поначалу, на этапе целины и затем залежи, наблюдатели полагали факт различия следствием недавнего пахотного использования Персиановской степи, при котором биологический процесс в почве был активизирован ее механической обработкой – наступила сукцессия «пашня, залежь, целина». Однако и до настоящего времени ситуация в Персиановской степи в отношении растительности существенно отличается в лучшую сторону по сравнению с типичной в прошлом степной, а также с нынешним состоянием степи. По нашему мнению, это следствие отсутствия вытаптывания, нет уплотнения почвы, сохраняются растительные остатки. Это обеспечивает мульчирование почвы, сохранение воды в почве, сохранение структуры почвы от прямого воздействия дождевых капель, инсоляции, мороза и других факторов, ослабляющих биологическую эффективность эволюции почвы в обычных условиях ее протекания. Почва Персиановской степи всегда прикрыта или растительными остатками или снегом, который хорошо задерживается шероховатой поверхностью, покрытой растительными остатками. Количество гумуса в почве Персиановской степи близко к природным аналогам прошлого – 6–7 %.

Казалось бы, эталон найден. Но в действительности это совсем не так. В Персиановской степи количество растительных остатков избыточно с точки зрения возможностей современного почвообразования. Они не перерабатываются, потому в практике ухода за Персиановской степью вынуждено применяют практику периодического кошения сена, без строгой системы, примерно один раз в 5–7 лет.

Напочвенный покров Персиановской степи следующий.

Отмерший растительный покров. Стоящие над почвой в течение осени – зимы – ранней весны, не утратившие форму стебли закончивших вегетацию травянистых растений – 15–35 см. Опад листьев и стеблей растений (объекты с потерявшего форму отмершего растения, сохранившие облик его частей) прошлого года. В начале весны после схода снега – 4–8 см. Под опадом подстилка из практически утратившего форму опада отмерших растений, составляет 2–5 см. Под ней залегает степной войлок, 1–3 см, более разрушенный и более уплотненный слой растительных остатков по сравнению с опадом, срок формирования войлока продолжительнее. Почва настолько прикрыта от воздействия стандартных внешних факторов почвообразования степи, что существенно отличается не только количеством гумуса, но также олуговением ценоза, даже характером растительных ассоциаций. Если в степи ранее преобладали злаковые ковыльно-типчаковые, в большей степени ковыльные ассоциации, то растительный покров за время заповедного режима Персиановской степи стал представленным более влаголюбивыми видами растений. Для значительной части растительных ассоциаций Персиановской степи характерно присутствие луговых трав – основной из них – костер луговой. Еще одной чертой является усложнение СПП, что хорошо идентифицируется по состоянию СРП, которая, как и СПП, в Персиановской степи следует за микрорельефом и гидрографией.

Оба примера, и деградации, которая в настоящее время типична для чернозема в России, и, якобы, аградации в Персиановской степи, в действительности отражают очевидный с эволюционной точки зрения на почвообразование факт – чернозем является весьма нестабильной системой, которую легко можно вывести из равновесия минимальным внешним воздействием. Причем даже улучшение условий почвообразования в рамках сложившихся к настоящему времени соответствующих понятий не является залогом того, что вслед за таким изменением факторов почвообразования почва действительно улучшится. Это проявляется в существенном изменении не только текущей эволюции почвы, но имеет право быть рассмотренным с точки зрения генезиса почвы.

Действующие генетические построения в отношении чернозема не предусматривают взгляда на эту почву с точки зрения стабильности его свойств. Потому, с большой вероятностью, такой взгляд может быть расценен даже как крамольный. А нестабильность чернозема во времени, тем не менее, следует учитывать, как эволюционный генетический фактор. Иначе и впредь будет воспроизводиться не продуктивная ни в научном, ни в



производственном аспектах старая иллюзия о незыблемости чернозема. Ни эта почва, ни какая иная не может ныне и впредь эксплуатироваться с одной лишь целью только извлечения из нее остатков биологического ресурса в хищнических имитационных системах современной агротехники. Более того, в сложившейся действительности почва не есть символ основы национального благосостояния, как это было совсем недавно. Докучаев структурировал почвоведение в нынешнем виде, в основном, опираясь на русский чернозем. Уже тогда это была больная почва. Это, собственно, и стало поводом экспедиции. В настоящее время сотрясение практически мертвым телом чернозема в ритуальных плясках по поводу его неисчерпаемых возможностей, как минимум, неприлично.

#### Объект 2. «Залежь в Дубовском»

Пример восстановительной сукцессии в залежи (начало залежного периода 1975 г.) на каштановых почвах на площади около 100 га имелся в Дубовском районе Ростовской области. Даже в условиях недостаточно увлажнения характер сукцессии был типичным: в первые годы пашня заросла одно- и двулетними растениями, в последующие 5–7 лет развились корневищные растения, затем в фитоценозе возросла доля рыхлокустовых и плотнокустовых злаков.

В возрасте 12–15 лет залежь носила признаки процесса смены мезофильной растительности залежей более ксерофильной целинно-степной, но по запасу органического вещества в почве, её благоприятной структуре, разнообразию видового состава, характеру, продолжительности периода развития и высокой массе травостоя отличалась от имеющихся в агроландшафте вкраплений типичных степных уплотненных сухих целин настолько, что при их сопоставлении было восприятие сравниваемых фитоценозов как относящихся к разным природно-климатическим зонам. Репарация почвы, деградированной в агрокультуре, в залежи идёт даже на фоне предшествовавшей средней основной обработки.

#### Объект 3. «Фрезерная обработка в Ремонтном»

Схема эксперимента приведена в [таблице 1](#).

**Структура почвенного покрова.** Концепция СПП описывает пространственную координацию компонентов почвенного континуума. Это фундаментальное свойство почвенного покрова сухой степи выступает в роли фактора, ограничивающего возможности применения технических средств управления плодородием СПП. Для изучения СПП в длительном стационарном эксперименте применен метод створов. До закладки эксперимента, непосредственно после закладки, и в процессе долговременного изменения биогеосистемы в схеме эксперимента сложность СПП изучена по створам, по которым учтено количество границ контуров элементарных почвенных ареалов (ЭПА) в пределах нормированного створа. В качестве дополнительного к почвенным показателям признака контрастности и пространственной неоднородности СПП принята СРП агрофитоценоза и ее подразделение на элементарные ареалы растительности (ЭАР). Неоднородность СРП агрофитоценоза оценивали в баллах по шкале 1–3 с последующей проверкой данных балльной оценки по почвенным показателям. Контрастность СРП оценивали по степени варьирования относительной биологической продуктивности доминанта агрофитоценоза от среднего значения (нормы). Пространственную неоднородность растительного покрова оценивали по относительной частоте пересечения границ контуров ЭАР вдоль створа наблюдений в пределах территории производственного эксперимента и нормировали к створу протяженностью 1 км.

Варьирование СРП и СПП перед закладкой эксперимента было значительным ([табл. 1](#)). После закладки эксперимента варьирование в контрольном варианте не изменилось. После обработки ПТН-40 варьирование несколько уменьшилось. Варьирование СРП и СПП после обработки ФС-1,3 уменьшилось значительно как по сравнению с контрольным вариантом, так и со стандартным мелиоративным вариантом.

После обработки ПТН-40 варьирование СПП в многолетней динамике эксперимента усиливалось по сравнению с состоянием непосредственно после мелиоративной обработки почвы. После обработки ФС-1,3 варьирование СПП в течение 30 лет стабильно низкое.

**Таблица 1.** СПП в зависимости от приема мелиорации комплекса солонцов светло-каштановых

Вариант обработки почвы	Контрастность СРП и СПП, статистический диапазон варьирования относительно нормы	Пространственная неоднородность СРП, количество границ контуров ЭАР и ЭПА в пределах нормированного створа
1977 г. (перед закладкой эксперимента)		
Отвальная обработка, 20–22 см, контроль	0,4–1,9	18
Трехъярусная обработка почвы, ПТН-40, 45 см	0,5–1,8	19
Роторно-фрезерной обработка почвы, ФС-1,3, 45 см	0,5–1,8	16
1978 г. (первый год действия мелиоративной обработки почвы)		
Отвальная обработка, 20–22 см, контроль	0,5–1,5	16
Трехъярусная обработка почвы, ПТН-40, 45 см	0,7–1,3	12
Роторно-фрезерной обработка почвы, ФС-1,3, 45 см	0,8–1,2	7
2009 г.		
Отвальная обработка, 20–22 см, контроль	0,5–1,6	19
Трехъярусная обработка почвы, ПТН-40, 45 см	0,7–1,5	15
Роторно-фрезерной обработка почвы, ФС-1,3, 45 см	0,8–1,1	5

Почвообразующая порода, в силу того что исследования выполнялись в климатической зоне сухой степи, скорее, даже переходной к зоне полупустыни, в зоне каштановых почв, подтипе светло-каштановых почв, находится на небольшой глубине. По этой причине в процесс роторной глубокой обработки светло-каштановой почвы вовлекается и почвообразующая порода, хотя это происходит не по всему почвенному континууму. Процесс вовлечения глубоких слоев почвы и почвообразующей породы в рассматриваемый процесс довольно интенсивен по причине комплексности СПП, когда в ЭПА мелких и средних солонцов почвообразующая порода может находиться на глубине 25–30 см.

В случае внутрипочвенной фрезерной обработки светло-каштановых почв происходит гомогенизация СПП, поскольку условия генезиса почв в пространстве почвенного континуума нивелируются, вместе с его гидрологическим режимом, который отличается достаточно скудным поступлением гидрометеоров к генеральной совокупности компонентов почвенного покрова.

**Степень крошения и перемешивания генетических горизонтов.** Качество мелиоративной обработки почвы контролировали методом меченых частиц, которые размещали в почве на глубине от 0 до 50 см дискретно с шагом глубины размещения 10 см.

После обработки почвы плугом ПТН-40 большое количество меченых частиц из поверхностных слоев почвы были распределены по всей глубине обрабатываемого слоя, имел место вынос на поверхность почвы частиц из глубоких слоев почвы.

После обработки почвы ФС-1,3 просыпание гумусового горизонта вглубь почвы было незначительным, выноса частиц из глубоких горизонтов почвы на поверхность практически не было. ФС-1,3 обеспечивает хорошее перемешивание солонцового и подсолонцового горизонтов почвы, сохраняя при этом верхний гумусовый слой почвы на её поверхности.

Несмотря на возможность получить количественные результаты, рассмотренный способ реализации метода меченых частиц является весьма приблизительным и, по сути, только лишь качественным. Это ввиду того что массив дискретно распределенных в почвенном континууме меченых частиц не является объектом, механически связанными с почвенным континуумом, имманентным ему. И по этой причине в процессе обработки почвы динамика меченых частиц отличается от динамики блоков обрабатываемой почвы. Если почва претерпевает при обработке различного рода деформации, то в отношении меченых частиц этого не происходит. Если в почве за счет ее вязко-пластичных и упругих свойств напряжение деформации передается на значительное расстояние, особенно в иллювиальном горизонте, то меченые частицы представляют собой массив практически не связанных с почвой изолированных механических объектов, размер которых существенно меньше размера образующихся в процессе обработки почвы конгломератов почвы и грунта.

Однако системным дефектом метода меченых частиц в его общепринятом исполнении является предварительная сплошная механическая ручная обработка почвы с помощью шанцевого инструмента. В процессе последующего размещения меченых частиц в заданных слоях почвы и послойного возврата горизонтов почвы на прежнюю позицию, которую они исходно занимали в профиле почвы, производят уплотнение почвы до исходной плотности, контролируя процесс с помощью твердомера. Но искусственное уплотнение не в состоянии имитировать все многообразие генетических явлений, которые обусловили свойства мелиорируемой почвы так, что она стала подлежать мелиорации. В частности, обработка почвы шанцевым инструментом разрушает большую часть дальних седиментационных связей в агрегатах почвы, которые искусственное уплотнение восстановить не в состоянии. В итоге сложение, почвы становится таким, что сохранившиеся агрегаты теряют прочность за счет деформации при извлечении и последующем уплотнении, а расположенные между ними мелкие агрегаты образуют между собой относительно непрочные конгломераты. Такие агрегаты теряют прочность при обработке модельной системы почвы испытываемым механическим устройством значительно быстрее, чем почва с ненарушенным строением. Поэтому процесс обработки модельной системы происходит иначе, чем собственно почвы.

Указанные обстоятельства приводят к тому, что стохастическое распределение меченых частиц после мелиоративной обработки почвы преимущественно является результатом динамического процесса их встряхивания и последующего свободного перемещения в поле тяжести Земли сквозь промежутки между на один-два десятичных порядка более крупными блоками обрабатываемой почвы. По этой причине блоки обрабатываемой почвы, особенно с учетом того, что они в свою очередь свободно перемещаются в поле тяжести Земли в процессе их турбации рабочими органами устройства для механической обработки почвы, относительно мало влияют на режим перемещение меченых частиц и характер размещения их в профиле почвы после ее обработки.

Кроме того, метод меченых частиц в принципе не дает ответа на вопрос о размерах искусственных блоков почвы, формирующихся в процессе ее обработки. Впрочем, при трехъярусной обработке почвы вопрос такого рода даже вреден с точки зрения возможностей продвижения подобной технологии, поскольку сразу приводит к сомнениям по поводу ее почвенно-мелиоративной эффективности, также как агрономической и биосферной перспективы. В то же время при изучении внутрипочвенной роторной обработки вопрос о размерах искусственных блоков почвы актуален как вариант подтверждения эффективности такого рода обработки, но, особенно, с точки зрения возникающих уникальных почвенно-генетических мотивов синтеза высокопродуктивной почвы и долговременно устойчивой биogeосистемы.

Серьезным препятствием применения метода меченых частиц, напри-мер, из зерен кукурузы, или ином подобном исполнении, в случае роторной обработки является их разрушение при механическом воздействии фрез, что искажает количественную картину эксперимента.

Наконец, рассматриваемый метод не позволяет оценить решающее преимущество внутрипочвенной роторной фрезерной обработки – много-кратное пересечение обрабатываемого пласта режущим инструментом, что позволяет диспергировать, перемещать и тонко перемешивать между собой обрабатываемые горизонты почвы.

В связи с изложенными обстоятельствами отметим, что ранее нами, специально для случая внутрпочвенной роторной фрезерной обработки, был предложен количественный показатель характеристики этого технологического процесса:

$$K=16,67 \cdot D \cdot z \cdot n/v,$$

где  $K$  – критерий крошения почвы,  $D$  – диаметр фрезы,  $m$ ,  $z$  – число режущих зубьев фрезы,  $n$  – частота вращения вала с фрезами,  $v$  – поступательная скорость движения агрегата «трактор – ФС-1,3».

Критерий крошения почвы  $K$  в полной мере характеризует процесс внутрпочвенной роторной обработки почвы. Это уникальный показатель, который в принципе невозможен и неработоспособен для других почвообрабатывающих устройств.

С нашей точки зрения, при изучении перемещения и перемешивания генетических горизонтов почвы при ее механической обработке в большей степени работоспособен вариант метода меченых частиц, не требующий предварительной искусственной механической турбации профиля обрабатываемой почвы. Это возможно, используя индивидуальные особенности вещественного состава генетических горизонтов почвы.

Для количественного изучения степени перемешивания генетических горизонтов почвы при глубокой мелиоративной обработке нами предложен морфологический метод.

На первом этапе метод был применен совместно с методом меченых частиц. При вскрытии траншеи после прохода мелиоративного почвообрабатывающего орудия проводили не только учет количества меченых частиц в профиле почвы, но и учет количества конгломератов почвы из различных генетических горизонтов почвы в створе траншеи, но в не нарушенной до обработки почве. Определяли исходную принадлежность агрегатов, образованных в результате обработки почвы, к генетическим горизонтам почвы до мелиорации по цвету, сложению и структуре материала каждого слоя агропочвы (табл. 2).

**Таблица 2.** Морфологическая характеристика степени перемешивания и дробления генетических горизонтов почвы при её механической обработке

Вариант эксперимента, глубина, см	Размер агрегата почвы из горизонта А, см	Площадь сечения разреза, занимаемая агрегатами почвы из горизонта А, %	Размер агрегата почвы из горизонта В, см	Площадь сечения разреза, занимаемая агрегатами почвы из горизонта В, %	Размер агрегата почвы из горизонта ВС, см	Площадь сечения разреза, занимаемая агрегатами почвы из горизонта ВС, %	Число границ разнородных по морфологическим признакам агрегатов почвы по диагонали площади 20·20 см <sup>2</sup>
<b>Контроль</b>							
0–20	2,5	100,0	нет		нет		
20–30	нет	0,0	7,0	100,0	нет	0,0	нет
30–45	нет	0,0	нет	0,0	9,0	100,0	нет
<b>Почвоуглубление на 40-45 см</b>							
0–20	3,5	90,0	8,0	5,0	5,0	5,0	1,5
20–30	1,5	5,0	6,0	90,0	7,0	5,0	2,0
30–45	1,5	5,0	4,0	5,0	6,0	90,0	2,0
<b>Трёхъярусная обработка на 40-45 см</b>							
0–20	2,0	60,0	12,0	25,0	10,5	15,0	5,5
20–30	2,0	20,0	10,0	60,0	12,5	20,0	4,5
30–45	0,5	20,0	13,5	30,0	8,0	50,0	4,0
<b>Обработка роторным фрезерным орудием ФС-1,3 на 40-45 см</b>							
0–20	3,5	100,0	нет	0,0	нет	0,0	2,5
20–30	1,0	5,0	1,0	50,0	1,5	45,0	19,0
30–45	0,5	5,0	1,5	45,0	1,0	50,0	15,5



В варианте обработки почвы роторным фрезерным орудием ФС-1,3 на 40–45 см морфологические параметры перемешивания и дробления генетических горизонтов почвы на порядок лучше, чем в остальных вариантах эксперимента.

Через 30 лет после проведения обработки почвы крупные перемещенные агрегаты исходных горизонтов в варианте ПТН-40 сохранились, а в варианте ФС-1,3, где перемешивание слоев почвы между собой было надлежащим, различия отдельных морфонов в мелиорированном слое 20–45 см практически не сохранились, поскольку биологический процесс шел во всем этом слое равномерно.

**Агрофизические свойства почвы.** Обработку почвы чаще всего полагают агротехническим мероприятием, которое должно быть направлено на экономию ресурсов текущего экономического периода (квартал, год). На больший срок аграрные бизнес-планы в РФ, как правило, не применяются.

Это не соответствует ни природе почв, ни задаче долгосрочного экономического развития географической среды.

Циклическое применение мелиоративной обработки позволяет корректно управлять агрегатным составом почвы. Цикличность применения мелиорации почв следует из данных об этапах превращения биogeосистемы после снятия с нее нагрузки более-менее регулярной агротехники на базе основной отвальной обработки почвы на глубину 18–20, 20–22, 22–25 см, т.е. вариантов средней глубины обработки почвы.

Циклическая роторная фрезерная внутрипочвенная мелиоративная обработка имеет значительно более продолжительный период биологически и экономически эффективной продолжительности мелиоративного действия 30 лет и более. Очевидно, что этот период обусловлен более глубоким целесообразным в почвенно-биологическом аспекте техническим решением средства реализации обработки почвы. Это объективное обстоятельство предполагает возможность более широкого использования циклической роторной фрезерной внутрипочвенной мелиоративной обработки земельных объектов с маргинальными свойствами, но также и на землях, которые в настоящее время используются исключительно в регулярной агротехнике в беспечном предположении об их устойчивости и достаточной эффективности сельскохозяйственного использования.

Открытие возможности принципиально нового способа управления соотношением процессов педогенеза, седиментогенеза, слитогенеза, литосферного и, следовательно, собственно геологического процессов позволяет применять циклическую агротехнику как способ обеспечения высокой продуктивности и устойчивости почв и ландшафтов. Следует принять во внимание следующую из наших исследований необходимость переоценки действующих в настоящее время критериев назначения и реализации мелиорации почв. Особенно это касается мелиоративного блока программы повышения плодородия почв России, причем также и для случая черноземов и других в настоящее время полагаемых плодородными и, в рамках действующих критериев их мониторинга, якобы, не требующих мелиорации. В наших терминах «циклическое применение мелиоративной обработки» не только мелиоративная мера, но и новый способ реализации принципов Sustainable Development для обеспечения устойчивости природно-территориальных комплексов – «циклическая агротехника».

С использованием представлений биogeосистемотехники, следующей из нее необходимости циклического применения мелиоративной обработки, решается важная задача стратегии устойчивого развития, касающаяся этики географического подхода, который требует равенства территориальных возможностей развития географической среды в государстве. Это особенно актуально для России, где возможности использования земель объективно различаются географически, а нивелирование подхода к землепользованию столь же объективно ограничивает возможность равенства условий развития регионов РФ.

При разработке методических основ агрономической оценки устройств для почвоуглубления и ярусной обработки почвы применяли критерии качества их проведения, которые могли быть соблюдены техническим устройством, т.е. щелерезом или трехъярусным плугом. Эти критерии действуют и до настоящего времени. В результате агрономические требования (точнее, агрономические допуски) при проведении обработки почвы формально выполняются, но агрегаты почвы размером 50–100 мм и более,

сформированные в процессе обработки и назначенные регламентом допустимыми, в действительности плодородной почвой не являются.

В не обрабатываемом ежегодно слое почвы 20–45 см рассматриваемые конгломераты как механическое соединение разнородных частей – достаточно крупных блоков почвы исходного почвенного профиля – так и не превращаются в почву даже в течение 30 лет. Эволюция почвы не изменяется. Поэтому биологический эффект агротехнической мелиорации недостаточен и непродолжителен. Сильно измененные в геологическом процессе конгломераты иллювиального горизонта в активный биологический процесс не вовлекаются.

Конгломераты иллювиального и переходного горизонтов почвы, осадочной почвообразующей породы, содержащей органическое вещество и его следы прошлых этапов биосферы, при роторной фрезерной обработке внутреннего слоя почвы вовлекаются в активный биологический процесс. Агрофизические свойства почвы после обработки орудием ФС-1,3 изменяются в лучшую сторону – кардинально и на длительное время.

Следует отметить, что биogeосистема степи с точки зрения представленных там биологических видов имеет достаточно высокую устойчивость. Например, в широком спектре вариантов конкретных биogeосистем, существенно отличающихся с точки зрения продуктивности почвы, можно встретить ковыль, многие другие доминантные растений степных ценозов. Но это скорее показатель устойчивости, способности к приспособлению растительных ассоциаций, чем признак единства свойств почв. Это обстоятельство пластичности растений значимо с точки зрения вероятности сохранения биологических видов степи, чем с точки зрения её продуктивности. Здесь, кстати, один из мотивов нелинейного восприятия корреляции визуальной связи СПП и СРП.

В ещё большей степени это подтверждает практика попыток преобразования почв и ландшафтов по всему миру, используя для этого орошение. Во многих случаях в результате такого рода экспериментов получили гуманитарные катастрофы прошлого, и современности. Частично, как это произошло в Ростовской области, успели свернуть ирригацию до наступления очевидной катастрофы, хотя многие из её результатов – налицо. Просто не так заметны в силу наличия другого ресурса менее поврежденных в агротехнике почв для производства продуктов питания. Как известно, именно этот ресурс, точнее его заметное ослабление, заставляет обращать внимание на проблемы состояния окружающей среды, и причина тому вовсе не собственно экологические, тем более, почвенные и ландшафтные проблемы. Но от этого ситуация с орошением как демонстрация достаточно скромных (точнее, просто опасных для экосферы) возможностей цивилизации управлять почвами и ландшафтами не стала лучше. В мире при орошении увеличение подачи воды имеет место на 750–10 000 мм по сравнению с исходным состоянием природной почвы. Это приводит к печально известным засолению, слитизации, осолонцеванию, вместе со шлейфом их негативных последствий. Меньше внимания уделяют супердисперсности, гравитационно-ирригационному уплотнению. Оно возникает в результате ирригационной фронтально-гравитационной флотации структурных единиц почвы вплоть до уровня гранулометрической композиции, происходит при увлажнении почвы в процессе выпадения осадков или при ирригации в результате того, что интенсивность поступления воды на почву превосходит скорость впитывания. В зависимости от того, сколь интенсивно и сколь продолжительно поступление воды, переувлажнение в профиле почвы столь же разнообразно. В предельном случае культуры риса или длительных атмосферных осадков переувлажняется значительный, и даже обширный элемент СПП и значительная часть почвенного профиля соответствующего почвенного типа. Промежуточные ситуации отличаются частичным переувлажнением ареала, профиля, отдельных педов. Соответствующим образом варьирует водно-гравитационное разрушение структуры почвы. Оно проявляется в большей или меньшей степени, однако имеет место всегда, поскольку идеальный случай длительного равенства скорости поступления воды и скорости её впитывания в почву, т.е. простой транзит воды сквозь почву, в природе в принципе невозможен. Биogeосистема устроена так, чтобы в процессе увлажнения в ней формировался эксцесс воды. Иначе почва не будет функционировать. Как ни парадоксально, но иного механизма обрести в себе эксцесс воды без того чтобы потерять собственную структуру у почвы нет. В этой связи можно привести пример свежей брекчии, или любого иного

поверхностного наноса, в котором отсутствуют тонкодисперсные гранулометрические элементы. Сквозь такую дисперсную систему вглубь беспрепятственно проходят любые объемы воды без последствий для агрегатной композиции системы. Нет переувлажнения, нет разрушения структуры, но одновременно при этом проявления жизни в такой биogeосистеме весьма скудны.

Вследствие периодической фронтально-гравитационной фазы флотации структурных единиц почвы как неотъемлемой фазы режима соответствующей биogeосистемы возникает необходимость постоянно восстанавливать структуру почвы, что, например, в действующих системах земледелия как перманентная мера нигде в мире не предусмотрено. На проблему обращают внимания только после того, как свойства почвы в результате агрокультуры становятся неприемлемыми. Потому возникли 2 млрд уничтоженных агрокультурой земель (Добровольский, 2012). Ввиду эксцесса негативного воздействия на структуру почвы, на ее дисперсную систему, особенно на степень устойчивости дисперсной системы, соотношение открытых и тупиковых пор, пример чего являет собою агротехника, такая необходимость актуальна. В то же время единственный агрофизический параметр, который контролируют при обработке почвы, это глыбистость пашни, причем на уровне размера структурной отдельности 50–100 мм. Такой размер структурных отдельных называть структурой в агрофизике будет значительной натяжкой. Всё что меньше в современной агротехнике полагают приемлемым. Однако с точки зрения почвоведения, особенно дисперсных систем, это совсем не так. Небрежение структурой почвы в агротехнике особенно очевидно при ирригации, хотя аналогичная ситуация имеет место повсеместно в мире также и в системах дождевого земледелия. Столь же повсеместно в мире наряду с избыточным уплотнением свойства почвы ухудшаются промывным и локально промывным агротехническим, ирригационным или природным водным режимом. Кроме выноса вглубь продуктов почвообразования, полезных для почвообразования продуктов, это усиливает водно-гравитационную рекомбинацию поровой дисперсной системы и структуры почвы, обуславливает супердисперсность вплоть до нарушения минералогической композиции, и лессиваж. Эти процессы в свою очередь ведут к антропогенному уплотнению почвы. Система нестабильна, педогенез деградиационный. Все это стало очевидным еще одному из классиков ирригации СССР, А. Шарову, с учеником в далеких 50-х годах 20 века на примере ирригации в Средней Азии (Аманов, 1962). Однако, в силу очевидных причин, особенностей стиля и методов тогдашнего социума, А. Шаров предпочёл формулировку «сверхплановой подачи воды». Для специалиста в этом очевидна скорбная ирония. Она понятна, её можно разделить, поскольку у академика ВАСХНИЛ А. Шарова просто не было иного выбора. Это все очень личные мотивы. Однако оттого запущенная трагедия гуманитарной обусловленной неверной ирригацией в её необратимо устаревшей парадигме катастрофы Средней Азии не исчезает. Причиной катастрофы было не только профессиональное молчание А. Шарова, который, это справедливо, хотя бы решился обозначить проблему, по крайней мере, сделал это иносказательно. Ещё более значим «вклад» в подобные результаты других деятелей науки, которые и до настоящего времени боятся признаться в том, что трагедия ирригации для любой цивилизации весьма зрима, ведь со времен Шумера принципиально ничего не изменилось (Лозановская, 1997), вместо этого занимаются совершенствованием нормативов устаревшей ирригации (Бочкарев, Щедрин, 2011; Дубенок, 2014), парадигма которой негодна, а потому усилия к её совершенствованию бесполезны. Или вообще, вместо поиска хотя бы внешне приемлемых решений, разводят саксаул (Ассоциация Аральского моря, 2016).

Чем скорее наступит понимание того что любая почва, в том числе считающийся одной из лучших почв мира чернозём, в условиях агрокультуры нуждается в цивилизованном трансцендентальном подходе с целью вскрыть приоритеты управления почвой как компонентом биосферы и обеспечить принципиально новое управление биogeосистемами, тем лучше. После этого можно будет обеспечить реализацию целесообразных действий вместо как всегда запаздывающих и устаревших имитационных мер управления плодородием, что предлагают в известном наборе имитационных малопродуктивных воздействий на почву и ландшафт отечественные и зарубежные так называемые программы повышения плодородия. Тем выше будет вероятность своевременного и корректного формулирования парадигмы поведения человечества в

биосфере, понимание чего назрело, но что пока представляют только в виде разрозненных запросов на парадигму агрономии, парадигму ирригации, парадигму природопользования, Sustainable Development, Green Economy. Сохранение педосферы, являющейся важнейшей составляющей биосферы, должно быть в основе формулы парадигмы поведения человечества в окружающей среде.

Нестабильность почв в поле вариантов деградации – аградации это только часть проблемы. Известными составляющими в рассматриваемой области эволюции почв являются равновесия: химические равновесия, механические равновесия при уплотнении – рыхлении, синтез и минерализация органического вещества, иллювиальный процесс природного и антропогенного происхождения, режим влажности с преференсными потоками воды и вещества, засоление – рассоление почв и пр.

Мы полагаем, что в условиях стоящей в ближайшей перспективе задачи синтеза новой технологической платформы Земли, раскрытия современных высоких технических возможностей современной цивилизации, с учетом вызовов ноосферы и предоставленных в ней возможностей новой индустриализации, включая материаловедение, роботизацию, информатизацию, нужно сформулировать принципы синтеза новой почвы. Эта почва, с одной стороны, легко вынесет антропогенные нагрузки современной цивилизации, и, с другой стороны, будет нести лучшие черты чернозёма.

Проблема антропогенного воздействия на почвы актуальна, но еще более актуальна проблема поиска путей модернизации воздействия на почву.

Понимаем, что поставленная нами целевая функция еще только подлежит обсуждению. Не претендуем на то, что у нас есть весь спектр предложений по поводу решения поставленной невероятно трудной, еще не до конца осознанной научным сообществом, причем даже на уровне целесообразности, необходимости, а то и самой возможности её постановки. Но коренная модернизация функции цели и методов её достижения необходима.

Значимость проблемы следует из того, что природа почвы и антропогенный процесс ее эволюции принципиально различаются. Эксперимент природы с почвообразованием, с рациональной точки зрения, расточителен. Но именно расточительность природы обеспечивает разнообразие условий в биосфере и биологическое разнообразие.

Понимание человечеством проблемы биологического разнообразия в настоящее время никак не учитывают в практике взаимодействия с природой, в природопользовании, агрономии и других влияющих на природу сферах деятельности. Потому надо проблему биологического разнообразия оставить резерватам дикой природы, которые следует всемерно расширять, поскольку в настоящее время нет внятного ответа, сможет ли технологическая активность современной цивилизации предложить биосфере более значимую альтернативу по сравнению с уже существующей в ней функцией цели биологического разнообразия и продолжительности жизни на Земле. Более того, биологическое разнообразие как понятие при его прямом применении в практике превращается в свою противоположность. В частности, исследования в Персиановской степи и ее окрестностях показали, что формально, в числовом выражении количества биологических видов растительности, биологическое разнообразие в агрокультуре, пастбищной культуре избыточного выпаса скота возрастает. Но объективно оно превращается в свою противоположность, поскольку разнообразие состава растительных ассоциаций возрастает за счет увеличения в их составе непродуктивных, вредных и опасных растений.

Следует констатировать, что перед человечеством в нынешней конфигурации его взаимодействия с биосферой стоят две задачи.

1. Минимальное воздействие на сохранившиеся резерваты дикой природы, водные и наземные экосистемы. Обеспечение их сохранения и возможности расширенного воспроизводства, если это будет востребовано на следующих этапах становления и развития ноосферы;

2. Максимально корректное, экономное, не травмирующее, не имитационное, трансцендентальное воздействие на вовлеченные в агрокультуру земли с целью обеспечения длительного выполнения техносёмами, агрозёмами и другими искусственно созданными почвенными и ландшафтными системами, природно-территориальными комплексами



функции плодородия. Также значима цель обеспечить этим системам возможности возврата в природный режим по мере изменения приоритетов, возможностей и перспективы человечества в условиях новой индустриализации в ноосфере, а также и в отдаленной перспективе Земли, её суши и воды.

#### **4. Заключение**

##### **Некоторые аспекты проблемы управления динамикой почв в ноосфере.**

На уровне постановки задач можно отметить следующее.

Дисперсная система современных почв недостаточно развита с точки зрения приема природного, особенно, искусственного увлажнения, без утраты целостности или ущерба для целостности пространственной структуры. Повышение степени дисперсности верхнего слоя почвы методами современной агротехники является незначительным, и не позволяет принять весь объем воды в почву без её деградации. При этом структура верхнего слоя почвы разрушается в значительно большей степени, чем природная структура, ввиду отсутствия защиты верхнего слоя от прямого воздействия с поверхности почвы факторов выветривания и деградации, а также по причине агрогенного иллювиирования почвы. Подпахотный слой имеет большую плотность и меньшую водопроницаемость, чем пахотный, происходит флотация и рекомбинация структурных элементов в условиях временного переувлажнения почвы при фронтальном прохождении в нее воды. Усиливается дифференциация почвы на расчлененный объем проводящих пор и обширный объем тупиковых пор, которые перекрываются в результате переувлажнения и последующей седиментации. Динамика почвы характерна стагнацией системы на низком уровне продуктивности и устойчивости.

Повышение степени дисперсности почвы современными системами рыхления с пассивными рабочими органами сводится к незначительному перемещению в профиле почвы крупных агрогенных блоков размером 100–300 мм. Преимущественное направление перемещения блоков при отвальном варианте обработки – вверх, при безотвальном варианте обработки – преимущественно латеральное смещение. Изменение дисперсной системы происходит только за счет просыпания верхнего слоя почвы вниз по образовавшимся между смещенными блоками полостям и небольшого разрушения блоков в зонах их контакта с обрабатывающим органом рыхлителя или между собой. Некоторое повышение продуктивности почвы за счет глубокого рыхления с пассивными рабочими органами носит временный характер 2–4 года и не приводит к изменению эволюции почвы в благоприятном направлении длительного повышения продуктивности и устойчивости ни в чернозёмах, ни в каштановых почвах, ни в их слитых или солонцовых вариантах.

Элювиально-иллювиальное устройство профиля почв, особенно заметное в агротехнике, преодолеваются посредством химической и комплексной мелиорации. Системный парадокс химической мелиорации состоит в том, что подлежит мелиорации плотный иллювиальный горизонт, расположенный на глубине от 15–30 до 25–50 см, а мелиорирующее вещество вносят в пахотный слой 0–22 см. Преодоление парадокса видят в том, что мелиорирующее вещество поступит вглубь почвы со временем. Преодолевают парадокс также путем внесения мелиоранта под пассивные рыхлители. Самым эффективным для этого способом до настоящего времени полагают трехъярусную вспашку, перед проведением которой на почву раскладывают (разбрасывают) мелиорант. В результате образования после обработки почвы крупных блоков почвы и пересекающихся с ней менее крупных, но достаточно изолированных друг от друга блоков мелиоранта. Вместо соответствующего теории химической мелиорации повсеместного контакта мелиоранта и почвы на физическом и, соответственно, физико-химическом уровне емкости поглощения почвы, образуется слабо пересекающаяся система изолированных вещественных образований, усиление контакта между элементами которой до момента получения нужного контакта на наноуровне представляется невероятным событием. Или как минимум событием, отложенным от момента внесения мелиоранта на достаточно длительный срок. Этот срок можно оценить, например, по скорости горизонтальной диффузии вещества в почве, которая мала. Одновременно внесенное вещество будет охвачено явлением пассивирования со стороны других ингредиентов почвы. К тому же, будет подвержено преференсному переносу водой между блоками образованной почвы.

Следовательно, эффект химической или комплексной мелиорации недостаточен и краткосрочен.

Ирригацию, имитируя высокую обеспеченность почвы водой, полагают, как показано выше – опрощиво – возможностью стабилизировать биогеосистему на высоком уровне биологической продуктивности. В аспекте уплотнения, который мы преимущественно рассматриваем в настоящем сообщении, это приводит к ирригационному избыточному уплотнению почвы и скорой деградации орошаемых земель, не преодолимой без трансцендентального подхода.

Динамика почвы после рыхления, химической мелиорации, орошения характерна высокой скоростью восстановления исходной стагнации на низком уровне продуктивности и низкой устойчивости биогеосистемы.

### **Примеры решения проблемы управления динамикой почв в ноосфере.**

Для преодоления дефекта дисперсной системы и гидрологического режима почвы предлагается роторное рыхление внутреннего слоя почвы с глубины 20–30 до глубины 50–70 см. Это позволяет создать внутри почвы принципиально новую дисперсную систему, в которой приоритет имеют свежее или обновленное проводящее поровое пространство и искусственная структура почвы с большим количеством мелких агрегатов. В результате меньше переувлажнение верхнего слоя почвы при приеме нормы увлажнения, поскольку меньше вероятность фронтально-гравитационного поступления воды, меньше разрушение структуры верхнего и вновь созданной структуры внутреннего слоя почвы. Создаются приоритетные условия для функционирования ризосферы.

Для преодоления парадокса химической мелиорации предложено внесение мелиоранта в виде пульпы одновременно с роторной фрезерной обработкой внутреннего слоя почвы с глубины 20–30 до глубины 50–70 см. Внутри почвы синтезируется дисперсная система наноуровня. Обеспечивается непосредственный контакт мелиоранта и почвенного поглощающего комплекса почвы, поэтому реакции обмена протекают быстро, а продукты обмена немедленно удаляются ввиду доступности процессу обмена и массопереноса значительно большей части почвы, чем это имеет место при стандартной химической или комплексной мелиорации. Улучшается рециклинг отходов.

Для преодоления дефекта стандартной имитационной гравитационной фронтальной континуально-изотропной парадигмы ирригации нами предложена внутрпочвенная импульсная континуально-дискретная парадигма ирригации (Калиниченко и др., 2013). Открываются принципиально новые возможности управления дисперсной системой почвы. Поскольку увлажнению подвергают не всю почву, постоянно сохраняется каркас механической системы почвы, препятствующий деградации порового пространства и разрушению структуры почвы. Искусственное просачивание воды в почву отсутствует. В зоне непосредственной подачи воды в цилиндр первичного увлажнения структура почвы восстанавливается в течение 15–30 мин в режиме памяти почвы. Имеет место локальный пространственно дифференцированный дискретный гравитационный транспорт механического материала, с выраженными эффектами поверхностного натяжения воды на элементах синтезируемой структуры почвы. Этому способствует разрыв сплошности пульпы, состоящей из воды и почвы, в процессе ее быстрого подсушивания за счет интенсивного капиллярно-парообразного переноса воды в прилегающий к цилиндру первичного увлажнения объем почвы. Избыточная структура для приема воды достигается применением описанных выше систем управления дисперсностью и физико-химической композицией почвы.

За счет применения принципов биогеосистемотехники динамика почвы характеризуется высокой устойчивостью новой стагнации биогеосистемы на стабильном высоком уровне продуктивности.

## Литература

**Аканова, 2013** – Аканова Н.И. (2013). Фосфогипс нейтрализованный – перспективное агрохимическое средство интенсификации земледелия (по материалам семинаров ОАО «МХК» ЕвроХим) // *Плодородие*, № 1, С. 2–7.

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

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

**Ассоциация Аральского моря, 2016** – Ассоциация Аральского моря info@aralsea.org

**Балаш, 1960** – Балаш А.П. (1960). Персиановская заповедная степь (под Новочеркасском) // *Труды Ростовского отделения ВБО*. Ростов-на-Дону, Вып. 1, С. 75–88.

**Безуглова, 2011** – Безуглова О.С. (2011). Классификация почв // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, № 7. С. 10.

**Безуглова и др., 2011** – Безуглова О.С., Горбов С.Н., Тагивердиев С.С. (2011). Влияние города на свойства почв (на примере г. Батайска) // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*, № 3, С. 12.

**Безуглова и др., 2015** – Безуглова О.С., Голозубов О.М., Полуян Д.И. (2015). Региональные особенности процессов опустынивания в Ростовской области // *Аридные экосистемы*, Т. 21, № 1 (62), С. 17–21.

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

**Василенко и др., 2005а** – Василенко В.Н., Зинченко В.Е., Калиниченко В.П. (2005). Управление плодородием почв Южного федерального округа России. Часть 1 // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*, № 2, С. 78–83.

**Василенко и др., 2005б** – Василенко В.Н., Зинченко В.Е., Калиниченко В.П. (2005). Управление плодородием почв Южного федерального округа России. Часть 2 // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*, №3, С. 75–79.

**Воеводина, 2016** – Воеводина Л.А. (2016). Структура почвы и факторы, изменяющие ее при орошении // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*, № 1 (21), С. 134–154.

**Генезис и мелиорации почв солонцовых комплексов, 2008** – Генезис и мелиорации почв солонцовых комплексов (2008). Под общей редакцией академика РАСХН Н.П. Панова. М.: Россельхозакадемия, 316 с.

**Герке, Скворцова, 2012** – Герке К.М., Скворцова Е.Б. (2012). Роль физических методов в современном почвоведении / *Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева*. Петрозаводск–Москва, 13–18 августа 2012 г. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН.

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

**Горбов, Безуглова, 2014** – Горбов С.Н., Безуглова О.С. (2014). Влияние антропогенеза на почвенный покров Доно-Аксайской поймы и биоразнообразия // *Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН*, № 63, С. 25–28.

**Горбов и др., 2016** – Горбов С.Н., Безуглова О.С., Абросимов К.Н., Скворцова Е.Б., Тагивердиев С.С., Морозов И.В. (2016). Физические свойства почв ростовской агломерации // *Почвоведение*, № 8, С. 964–974.

**Горячкин, 1965** – Горячкин В.П. (1965). Собрание сочинений. М.: Колос, Т. 1, 720 с. Т. 2, 459 с. Т. 3, 384 с.

**Государственный (национальный) доклад...**, 2013 – Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации. Земельный фонд Российской Федерации по состоянию на 1 января 2013 года.

**Демкин и др., 2012** – Демкин В.А., Борисов А.В., Демкина Т.С., Удальцов С.Н. (2012). Эволюция почв и динамика климата степей юго-востока русской равнины в эпохи энеолита и бронзы (IV-II тыс. до н.э.) // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. №1. С. 46–57.

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

**Доспехов, 1987** – Доспехов Б.А. (1987). Практикум по земледелию. М.: Агрпромиздат, 383 с.

**Дубенок, 2014** – Дубенок Н.Н. (2014). Приоритеты научного обеспечения развития мелиорации // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*, № 1, С. 96–104.

**Ендовицкий и др., 2008** – Ендовицкий А.П., Калинин В.П., Ильин В.Б., Иваненко А.А. (2008). Термодинамическое состояние кадмия и свинца в почвах каштаново-солонцового комплекса // *Агрхимия*, № 9, С. 59–65.

**Иозефович, 1928** – Иозефович Л.И. (1926). Почвы Сальских степей // *Почвоведение*, №2.

**Казакова, 2006** – Казакова Л.А. (2006). Окультуривание трудномелиорируемых солонцов на орошаемых землях Нижнего Поволжья // *Мелиорация и водное хозяйство*, № 4, С. 45–47.

**Калиниченко, 1990** – Калинин В.П. (1990). Регулирование гидрологического режима при мелиорации пространственно-неоднородных структур почвенного покрова степной и сухостепной зон юго-востока ЕТС / автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Москва, МГУ.

**Калиниченко, 2004** – Калинин В.П. (2004). Устойчивость агроэкосистем как условие реализации федеральной программы повышения плодородия почв на 2002–2005 гг. (на примере Ростовской области) (Представлено академиком Россельхозакадемии Н.П. Пановым) // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*, № 6. С. 27–30.

**Калиниченко, 2005** – Калинин В.П. (2005). Мелиорация компонентов агроландшафта в зависимости от структуры почвенного покрова // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*, № 4. С. 24–26.

**Калиниченко, 2009** – Калинин В.П. (2009). Устройство для ротационного внутрипочвенного рыхления. Патент РФ на изобретение RU №2376737 С1. Патентообладатель ИППЮР. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 декабря 2009 г. МПК А01В 33/02 (2006.01) А01В 33/02 (2006.01). Заявка в ФИПС от 25.04.08. Входящий №2008118583/12(021536) от 08.05.2008. Опубликовано 27.12.2009. Бюл. №36. 7 с.

**Калиниченко, 2012** – Калинин В.П. (2012). Биogeосистемотехника как гносеологическая основа управления экосистемами // *Живые и биокосные системы*. Декабрь 2012. Вып. 1.

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

**Калиниченко и др., 1997** – Калинин В.П., Назаренко О.Г., Ильина Л.П. (1997). Особенности структурной организации почвенной массы в переувлажненных почвах склонов черноземной зоны // *Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук*, № 5, С. 22–24.

**Калиниченко и др., 2008** – Калинин В.П., Шаршак В.К., Ладан Е.П., Зинченко В.Е., Морковской Н.А., Черненко В.В. (2008). Длительное действие фрезерной мелиоративной обработки солонцов. Представил академик РАСХН И.П. Кружилин // *Российская сельскохозяйственная наука*, № 1, С. 37–40.



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

[Корост и др., 2012](#) – Корост Д.В., Герке К.М., Скворцова Е.Б. (2012). Исследование структуры почв с помощью рентгеновской томографии: примеры российских почв и перспективы метода / *Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева*. Петрозаводск Москва, 13–18 августа 2012 г. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН.

[Костычев, 1937](#) – Костычев П.А. (1937). Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства / Под ред., с введ. ст. и примеч. А.Н. Соколовского. М.; Л.: ОГИЗ Сельхозгиз, 1937. 239 с.

[Красильников и др., 2012](#) – Красильников П.В., Седов С.Н., Прадо-Пано, Б.Л., Кастаньо-Менесес, Р.Г., Старрок К., Васкес-Рохас, И.М. (2012). Зависимость видового разнообразия и размеров почвенной мезофауны от распределения пор по размерам в вулканических почвах Мичоакана, Мексика / *Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева*. Петрозаводск–Москва, 13–18 августа 2012 г. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН.

[Лебедева \(Верба\), 2012](#) – Лебедева (Верба) М.П. (2012). Пространственная изменчивость микростроения почв аридных территорий / *Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева*. Петрозаводск–Москва, 13–18 августа 2012 г. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН.

[Лисецкий и др. 2016а](#) – Лисецкий Ф.Н., Столба В.Ф., Голусов П.В. (2016). Моделирование развития черноземов в зоне степи и разработка метода почвенно-генетической хронологии // *Почвоведение*, № 8, С. 918–931.

[Лисецкий и др. 2016б](#) – Лисецкий Ф.Н., Смекалова Т.Н., Маринина О.А. (2016). Биогеохимические особенности разновременных залежей в степной зоне // *Сибирский экологический журнал*, Т. 23, № 3, С. 436–448.

[Лисецкий и др. 2016в](#) – Лисецкий Ф.Н., Судник-Войциковская Б., Мойсиенко И.И. (2016). Дифференциация флор по локальным экотопам в трансзональном контексте изучения курганов лесостепи и степи // *Известия Российской академии наук, Серия биологическая*, № 2, С. 207.

[Лисецкий, Родионова, 2016](#) – Лисецкий Ф.Н., Родионова М.Е. (2015). Изменение почв сухой степи в результате многовековых агрогенных воздействий (в окрестностях античной Ольвии) // *Почвоведение*. № 4. С. 397.

[Лозановская, 1997](#) – Лозановская И.Н. История мелиорации. Новочеркасск: НГМА, 97 с.

[Минкин и др., 1980](#) – Минкин М.Б., Бабушкин В.М., Садименко П.А. (1980). Солонцы юго-востока Ростовской области. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 271 с.

[Минкин и др., 1982](#) – Минкин М.Б., Горбунов Н.И., Садименко П.А. (1982). Актуальные вопросы физической и коллоидной химии почв. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 270 с.

[Минкин, Калиниченко, 1981](#) – Минкин М.Б., Калиниченко В.П. (1981). Интенсификация мелиоративного процесса на почвах солонцовых комплексов посредством регулирования гидрологического режима // *Почвоведение*, № 11, С. 88–99.

[Миркин, 1985](#) – Миркин Б.М. (1985). Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука. 137 с.

[Мищенко, 2009](#) – Мищенко Н.А., Громько Е.В., Калиниченко В.П., Черненко В.В., Ларин С.В. (2009). Эколого-рекреационный рециклинг фосфогипса в черноземе на примере Краснодарского края // *Плодородие*, № 6, С. 25–26.

[Моисеева и др., 2011](#) – Моисеева Т.С., Безуглова О.С., Морозов И.В. (2011). Определение плотности твердой фазы почвы в черноземе обыкновенном // *Фундаментальные исследования*, № 11-1, С. 174–177.

[Морозов, Безуглова, 2011](#) – Морозов И.В., Безуглова О.С. (2011). Классификации элементарных почвенных частиц в разных школах почвоведения // *Фундаментальные исследования*, № 12-2, С. 281–285.

[Москаленко и др., 2013](#) – Москаленко А.П., Калиниченко В.П., Овчинников В.Н., Москаленко С.А., Губачев В.А. (2013). Биогеосистемотехника – основа практики

экологической политики и экологической экономики // *Экономика и предпринимательство*, № 12-3 (41-3), С. 160–165.

**Панов и др., 2008** – Панов Н.П., Сычев В.Г., Зинченко В.Е., Калиниченко В.П. (2008). Циклическая природоохранная почвенно-мелиоративная агротехника // *Вестник аграрной науки Дона*, №2, С. 97–105.

**Полевой определитель почв, 2008** – Полевой определитель почв. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.

**Постановление Правительства РФ № 99, 2006** – *Постановление Правительства РФ от 20 февраля 2006 г. № 99* "О федеральной целевой программе "Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006 – 2010 годы и на период до 2013 года" (с изменениями и дополнениями)

**Постановление Правительства РФ № 922, 2013** – *Постановление Правительства РФ от 12 октября 2013 г. № 922*. О федеральной целевой программе "Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014 – 2020 годы"

**Приходько, 2003** – Приходько В.Е. (2003). Развитие почв Поволжья под влиянием орошения / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Пушино

**Розанов, 2003** – Розанов А.Ю. (2003). Ископаемые бактерии, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы // *Палеонтологический журнал*, № 6, С. 41.

**Рыльков и др., 2012** – Рыльков И.С., Хазарьян В.Э., Тагивердиев С.С., Безуглова О.С., Морозов И.В. (2012). Использование метода лазерной дифракции для изучения гранулометрического состава почв и грунтов / Материалы докладов VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Петрозаводск–Москва, 13–18 августа 2012 г. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН.

**Семендяева, Елизаров, 2014** – Семендяева Н.В., Елизаров Н.В. (2014). Динамика солевого состава солонцов Барабы в течение 27–32-летнего действия гипса // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*, Т. 1, № 30, С. 41–46.

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

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

**Смагин, 2013** – Смагин А.В. (2013). Настоящее и будущее самой плодородной почвы // *Наука в России*, № 1, С. 23–30.

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

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

**Солнцева, Калиниченко, 2005** – Солнцева Н.Г., Калиниченко В.П. (2005). Изменение плотности чернозема обыкновенного Нижнего Дона при различном режиме увлажнения // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*, № 3, С. 91–94.

**Солнцева, Калиниченко, 2011** – Солнцева Н.Г., Калиниченко В.П. (2011). Минералогическая композиция чернозема при антропогенном воздействии. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing & Co. KG, 274 с. ISBN: 978-3-8465-1964-9.

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

Турсина, 2016 – Турсина Т.В. (2016). Микроморфологическая диагностика устойчивости черноземов при орошении // *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева* (дата: 2016-02-23)

Удалов и др., 2005 – Удалов А.В., Збраилов М.А., Калинин В.П. (2005). Долгосрочная коррекция управления агрофитоценозом озимой пшеницы // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*, № 4, С. 73–79.

Удалов, Калинин, 2005 – Удалов А.В., Калинин В.П. (2005). Эколого-энергетическая оценка агрофитоценозов полевых культур // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*, № 2, С. 89–95.

Хитров, 1995 – Хитров Н.Б. (1995). Физико-химические условия развития солонцового процесса в почвах // *Почвоведение*, № 3, С. 298–307.

Хитров, 2004 – Хитров Н.Б. (2004). Выбор диагностических критериев существования и выраженности солонцового процесса в почвах // *Почвоведение*, № 1, С. 18–31.

Цховребов, 2012 – Цховребов В.С. (2012). Изменение содержания микроэлементов под озимой пшеницей в результате реминерализации чернозема выщелоченного // *Научный журнал КубГАУ*, № 77(03).

Чижикова, 2013 – Чижикова Н.П. (2013). Деградация минеральной основы почв // В книге: *Научные основы предотвращения деградации почв (Земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии*. М., 2013. С. 353–368.

Шаршак, 1987 – Шаршак В.К. (1987). Оценка машин и орудий для основной обработки солонцовых почв // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*, № 3, С. 17–19.

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

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

Abe et al., 2004 – Abe E., Yan Y., Pennycook S.J. (2004). Quasicrystals as cluster aggregates, *Nature materials*, Vol. 3 (11), pp. 759–767.

Albani et al., 2010 – Albani A. E., Meunier A., Macchiarelli R., Ploquin F., Tournepiche J.-F. (2010). Local environmental changes recorded by clay minerals in a karst deposit during MIS 3 (La Chauverie, SW France) // *Quaternary International*, doi: 10.1016/j.quaint.2010.03.007.

Baldock et al., 2004 – Baldock J.A., Masiello C.A., Gelinas Y, and Hedges J.I. (2004). Cycling and composition of organic matter in n terrestrial and marine ecosystems // *Marine Chemistry* 92(1–4): 39–64.

Barre et al., 2009 – Barre P., Berger G., Velde B. (2009). How element translocation by plants may stabilize illitic clays in the surface of temperate soils // *Geoderma* 151 (2009) 22–30.

Bindi et al., 2009 – Bindi L., Steinhardt P.J., Yao N., Lu P.J. (2009). Natural quasicrystals // *Science*, Vol. 324 (5932), pp. 1306–1309.

Bykova, 2016 – Bykova G., Tyugai Z.N., Milanovsky E.Yu., Shein E.V. (2016). Soil-water contact angle of some soils of the Russian plane // *Geophysical Research Abstracts*, № 18, pp. 505.

Chen et al., 2015 – Chen W., Lu S., Pan N., Wang Y., & Wu L. (2015). Impact of reclaimed water irrigation on soil health in urban green areas // *Chemosphere*, 119, 654–661, doi:10.1016/j.chemosphere.2014.07.035

Cuadros et al., 2013 – Cuadros J., B.Afsin, P. Jadubansa, M. Ardakani, C. Ascaso, J. Wierzechos (2013). Microbial and inorganic control on the composition of clay from volcanic glass alteration experiments // *American Mineralogist*, Feb; 98: 319–334.

De Gryze et al., 2006 – De Gryze S., Jassogne L., Six J., Bossuyt H., Wevers M., Merckx R. (2006). Pore structure changes during decomposition of fresh residue: X-ray tomography analysis // *Geoderma*, Vol. 134, pp. 82–96.

Eberl et al., 1993 – Eberl, D. D., B. Velde, and T. McCormick. (1993). Synthesis of illite-smectite from smectite at earth surface temperatures and high pH // *Clays Clay Miner.* 28: 49-60.



- Endovitsky et al., 2014 – Endovitsky A.P., Minkina T.M. Kalinichenko V.P., Batukaev A.A., Dikaev Z.S., Sushkova S.N. (2014). The association of ions in the soil solution of saline soils // *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 9 (2): 238-244, 2014. ISSN: 1557-4989. ©2014 Science Publication. doi: 10.3844/ajabssp.2014.238.244
- Fischer et al., 2011 – Fischer S., Exner A., Zielske K., Perlich J., Deloudi S., Steurer W., Lindner P., Förster S. (2011). Colloidal quasicrystals with 12-fold and 18-fold diffraction symmetry // *PNAS*, Vol. 108 (5), pp. 1810–1814.
- Glazko V., Glazko T., 2015 – Glazko Valery I., Glazko Tatiana T. (2015). Conflicts of Biosphere and Agroecosystems // *International Journal of Environmental Problems*, Vol. (1), Is. 1, pp. 4–16. doi: 10.13187/ijep.2015.1.4
- Grosbellet et al., 2011 – Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V., Charpentier S. (2011). Improvement of soil structure formation by degradation of coarse organic matter // *Geoderma*, Vol. 162, pp. 27–38.
- Hazen et al, 2013 – Hazen R.M, R.T. Downs, L. Kah, D. Sverjensky. (2013). Carbon Mineral Evolution // *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, Vol. 75, pp. 79–107.
- Kalinichenko, 2016 – Kalinichenko Valery P. (2016). Technologies and Technical Means for Matter Recycling into the Soil (Review) // *International Journal of Environmental Problems*, Vol. (3), Is. 1, pp. 58–85. doi: 10.13187/ijep.2016.3.58
- Kalinichenko et al., 2011 – Kalinichenko V. P., Sharshak V. K., Bezuglova O. S., Ladan E. P., Genev E. D., Illarionov V. V., Zinchenko V. E., Morkovskoi N. A., Chernenko V. V., and Il'ina L. P. (2011). Changes in the Soils of Solonetzic Associations in 30 Years after Their Reclamation with the Use of Moldboard Plowing, Deep Tillage with a Three-Tier Plow, and Deep Rotary Tillage // *Eurasian Soil Science*, Vol. 44, No. 8, pp. 927–938. doi: 10.1134/S1064229311080060
- 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 et al., 2016 – Kalinichenko Valery, Abdulmalik Batukaev, Ali Zarmaev, Viktor Startsev, Vladimir Chernenko, Zaurbek Dikaev, Svetlana Sushkova (2016). Biogeosystem technique as the way to certainty of soil, hydrosphere, environment and climate // *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 18, EGU General Assembly. Vienna, 2016, 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
- 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
- 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* · February 2016, doi: 10.1007/s10584-016-1615-3
- Lisetskii et al., 2013 – Lisetskii F.N., Stolba V.F., Ergina E.I., Rodionova M.E., Terekhin EA. (2013).. Post-agrogenic evolution of soils in ancient Greek land use areas in the Herakleian Peninsula, southwestern Crimea // *The Holocene*, 23(4), pp. 504–514.
- Lisetskii et al., 2015 – Lisetskii F., Marinina O., Stolba V.F. (2015). Indicators of agricultural soil genesis under varying conditions of land use, steppe Crimea // *Geoderma*, Vol. 239-240, pp. 304–316.
- Meyer et al., 1996 – Meyer Jh, Rianto Van Antwerpen and E Meyer (1996). A review of soil degradation and management research under intensive sugarcane cropping // *Proc S Afr Sug Technol Ass* 70: 22-28.
- Pardo et al., 2014 – Pardo T., Clemente R., Epelde L., Garbisu C., & Bernal M.P. (2014). Evaluation of the phytostabilisation efficiency in a trace elements contaminated soil using soil health indicators // *Journal of hazardous materials*, 268, 68–76, doi: 10.1016/j.jhazmat.2014.01.003

[Peries and Gill, 2015](#) – *Peries R and J S Gill* (2015). Subsoil manuring in the high rainfall zone: a practice for ameliorating subsoils for improved productivity // *Proceedings of the 17th ASA Conference, 20 – 24 September 2015*, Hobart, Australia.

[Pevzner, 2003](#) – *Pevzner, L.A.* (2003). Analysis of lipid biomarkers in rocks of the Archean crystalline basement // *Proceedings of SPIE*. 4939. 160–168.

[Reid-Soukup et al., 2002](#) – *Reid-Soukup D. A., Utery A. L. Smectites*. In: *Dixon J. B., Schulze D. G.* (Ed.) (2002). *Soil Mineralogy with Environmental Application*. Madison, Wisconsin, USA, pp. 467–499.

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

[Shein, 2010](#) – *Shein E. V.* (2010). Soil Hydrology: Stage of Development, Current State, and Nearest Prospects // *Eurasian Soil Science*, Vol. 43, No. 2, pp. 158–167.

[Shein et al., 2013a](#) – *Shein E.V., G.V. Kharitonova, E.J. Milanovskii, A.V. Dembovetskii, A.V. Fedotova, N. S. Konovalova, S. E. Sirotskii, and N. E. Pervova* (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](https://doi.org/10.1134/S1064229313040121)

[Shein et al., 2013b](#) – *Shein E.V., Milanovskii E.Y., Khaidapova D.D., Nikolaeva E.I., Rusanov A.M.* (2013). Mathematical models of some soil characteristics: substantiation, analysis, and using features of model parameters // *Eurasian Soil Science*, Vol. 46, No 5, pp. 541–547, doi: [10.1134/S1064229313050128](https://doi.org/10.1134/S1064229313050128)

[Shein et al., 2014a](#) – *Shein E.V., S. A. Erol, E. Yu. Milanovskii, N. V. Verkhovtseva, F. D. Mikayilov, F. Er, and S. Ersahin* (2014). Agrophysical Assessment of Alluvial Calcareous Soils of the Cumra Region of Central Anatolia in Turkey // *Eurasian Soil Science*, Vol. 47, No. 7, pp. 694–698.

[Shein et al., 2014b](#) – *Shein E.V., Skvortsova E.B., Abrosimov K.N.* (2014). Tomographic studies of the soil pore space in swelling and shrinkage processes // Abstract book. 9 th International Soil Science Congress on "The Soul of Soil and Civilization", Soil Science of Turkey Cooperation with Federation of Eurasian Soil Science Societies, p. 107.

[Sokolov, Glazko, 2015](#) – *Sokolov M.S., Glazko V.I.* (2015). The discoverer of the law "of diminishing returns", the doctrine of self-regulation and self-development of healthy soil // *International Journal of Environmental Problems*, No. 2 (2), pp. 78–96.

[Turmel M.S. et al. 2015](#) – *Turmel M.S. et al.* (2015). Crop residue management and soil health: A systems analysis // *Agricultural Systems*, Vol. 134, pp. 6–16.

[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): 182–193. doi: [10.1016/j.geoderma.2010.12.017](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.12.017)

[Verkhovtseva et al., 2014](#) – *Verkhovtseva N., Milanovskiy E., Shein E., Larina G.* (2014). The role of probiotic microorganisms in the control of health and fertility of soil. Book of Proceedings 9<sup>th</sup> International Soil Science Congress on "The Soul of Soil and Civilization", pp. 682–688.

[Wu et al., 2013](#) – *Wu ZD, U Lall, M Zhao* (2013). A Worldwide Comparison of Water Use Efficiency of Crop Production // *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 275, pp. 2718–2722. doi: [10.4028/www.scientific.net/AMM.275-277.2718](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.275-277.2718)

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

[Yun Zhu et al., 2011](#) – *Yun Zhu, Yan Li, Anhuai Lu, Haoran Wang, Xiaoxue Yang, Changqiu Wang, Weizheng Cao, Qinghua Wang, Xiaolei Zhang, Danmei Pan, Xiaohong Pan* (2011). Study of the interaction between bentonite and a strain of *Bacillus mucilaginosus* // *Clays and Clay Minerals*, Vol. 59, I. 5, pp. 538–545.

## References

[Akanova, 2013](#) – *Akanova NI* (2013). Phosphogypsum neutralized – promising agrochemicals intensification of agriculture (by materials of workshops of "MCC" EuroChem), *Fertility*, No. 1, pp. 2–7.



- [Alekseev, 2014](#) – *Alekseev AV* (2014). Government programs: the real or nominal economic management tool, *Economist*, No. 6, pp. 20–27.
- [Amanov, 1962](#) – *Amanov XA.* (1962). Research of total water consumption of the field in the zone of Karakum Chanel // Abstract of dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Work performed at the Institute of Water Problems and Hydraulic Engineering of Turkmenian Academy of Sciences. Head – full member of VASHNIL IA Sharov. All-Union Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after AN Kostyakov. 22 p.
- [Aral Sea Foundation, 2016](#) – Aral Sea Foundation info@aralsea.org
- [Balazs, 1960](#) – *Balazs AP* (1960). Persianovsky reserve steppe (near Novocherkassk), *Proceedings of the Rostov branch of the UBE*. Rostov-on-Don, Vol. 1, pp. 75–88.
- [Bezuglova, 2011](#) – *Bezuglova OS* (2011). Soil classification, *International Journal of Applied and Basic Research*, № 7, pp. 10.
- [Bezuglova et al., 2011](#) – *Bezuglova OS, SN Gorbov, Tagiverdiev SS* (2011). Influence of soil properties on the city (the example of Bataysk), *Scientific Journal of the Russian Research Institute of reclamation problems*, No 3, pp. 12.
- [Bezuglova et al, 2015](#) – *Bezuglova OS, Golozubov OM DI Paluyan* (2015). Regional features of desertification processes in the Rostov region, *Arid eco-system*, T. 21, № 1 (62), pp. 17–21.
- [Bochkarev, Shchedrin, 2011](#) – *Bochkarev VJ, Shchedrin VN* (2011). On the concept of legal and regulatory framework of reclamation in Russia for 2010-2020, *Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation*, No. 1, pp. 1.
- [Vasilenko et al., 2005a](#) – *Vasilenko V.N., V. Zinchenko V.E., Kalinitchenko V.P.* (2005). Soil Fertility Management of the Southern Federal District of Russia. Part 1, *Proceedings of higher educational institutions. North Caucasus region. Natural sciences*, No. 2, pp. 78–83.
- [Vasilenko et al., 2005b](#) – *Vasilenko V.N., V. Zinchenko V.E., Kalinitchenko V.P.* (2005). Soil Fertility Management of the Southern Federal District of Russia. Part 2, *News of higher educational institutions. North Caucasus region. Natural sciences*, No. 3, pp. 75–79.
- [Voyevodina, 2016](#) – *Voyevodina LA* (2016). The structure of the soil and the factors that modify it under irrigation, *Russian Scientific Research Institute of Land Reclamation Journal*, No. 1 (21), pp. 134–154.
- [Genesis and Reclamation of alkaline soils complexes, 2008](#) – *Genesis and me-lioratsii complexes of alkaline soils* (2008). Edited by Academician of RAAS NP Panov, M.: RAAS, 316.
- [Gerke, Skvortsova, 2012](#) – *Gerke KM, Skvortsova EB* (2012). The role of physical methods in the modern soil science / *Proceedings of the VI Congress of the Soil Science Society of VV Dokuchaev. Petrozavodsk-Moscow, 13–18 August 2012. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center RAS.*
- [Glinushkin et al., 2016](#) – *Glinushkin AP, Sokolov MS, Toropova EY* (2016). Phytosanitary and hygienic requirements for healthy soil. M.: "Agrorus Publisher", 288 p. [in Russian].
- [Gorbov, Bezuglova, 2014](#) – *Gorbov SN, Bezuglova OS* (2014). Influence of Anthropogenic indepen-on soil Don-Aksay floodplains and biodiversity, *Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences*, No. 63, pp. 25–28.
- [Gorbov et al., 2016](#) – *Gorbov S.N., Bezuglova O.S., Tagiverdiev S.S., Morozov I.V., Abrosimov K.N., Skvortsova E.B.* (2016). Physical properties of soils in Rostov agglomeration, *Eurasian Soil Science*, Vol. 49, № 8, pp. 898–907.
- [Goryachkin, 1965](#) – *Goryachkin VP* (1965). *Collected Works*. M.: Kolos, T. 1. 720. 2. T. 459. 3. T. 384.
- [State \(National\) Report ..., 2013](#) – *State (national) report on the status and use of land in the Russian Federation*. Land Fund of the Russian Federation. As of January 1<sup>st</sup>, 2013.
- [Dyomkin et al, 2012](#) – *Dyomkin VA, Borisov AV, Demkina TS, Udaltsov S.* (2012). Evolution of soil and climate dynamics of the southeastern steppes of Russian Plain in the Era of Enel and Bronze (IV-II millennium BC.), *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographic Series*, №1, pp. 46–57.
- [Dobrovolsky, 2012](#) – *Dobrovolsky GV* (2012). Pedosphere – the shell of high concentration and diversity of life on Earth // VI Congress of the Soil Science Society of VV Dokuchaev, *Scientific Conference with international participation "Soil Russia: current status and prospects of the study*

and use of" All-Russian Youth Conference "Knowledge of the soil – the country's development" 13 – 18 August 2012. Petrozavodsk (in Russian).

[Dospikhov, 1987](#) – *Dospikhov BA* (1987). Workshop on Agriculture. M.: Agrpromizdat, 383 p.

[Dubenok, 2014](#) – *Dubenok NN* (2014). Priorities scientific software development reclamation, *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, No. 1, pp. 96–104.

[Endovitsky et al., 2008](#) – *Endovitsky AP Kalinichenko VP, VB Il'in, AA Ivanenko* (2008). Thermodynamic state of cadmium and lead in chestnut solonchic soil complex, *Agrochemistry*, No. 9, pp. 59–65.

[Iozefovich, 1928](#) – *Iozefovich LI* (1926). Soils of Salsk steppes, *Soil Science*, №2.

[Kazakova, 2006](#) – *Kazakova LA* (2006). Cultivation trudnomeliorirue-Mykh solonchets on the irrigated lands of the Lower Volga region, *Irrigation and Water Management*, No. 4, pp. 45–47.

[Kalinichenko, 1990](#) – *Kalinichenko V.P.* Regulation of hydrological regime for reclamation of spatially inhomogeneous soil cover structures of steppe and dry steppe areas of South-East of European Territory of USSR / Dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences / Moscow, MSU, 1990.

[Kalinichenko, 2004](#) – *Kalinichenko V.P.* (2004). Sustainability of agro-ecosystems as a condition of the federal program of soil fertility increase for 2002-2005. (on example of the Rostov Region) (Presented by Academician of the RAAS N.P. Panov), *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. No. 6, pp. 27–30.

[Kalinichenko, 2005](#) – *Kalinichenko V.P.* (2005). Reclamation of agrolandscape components depending on soil cover structure, *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, № 4, pp. 24–26.

[Kalinichenko, 2009](#) – *Kalinichenko V.P.* (2009). Device for rotational subsurface loosening. Patent RU № 2376737 C1. Registered in the State Register of Inventions of the Russian Federation December 27, 2009. IPC A01B 33/02 (2006.01) A01B 33/02 (2006.01). Patentee Institute of Soil Fertility of South Russia. Application number 2008118583 / 12 (021536) from 08.05.2008. Published on 27.12.2009. Bull. No. 36.

[Kalinichenko, 2012](#) – *Kalinichenko VP* (2012). Biogeosystem technique as an epistemological framework for ecosystems managing, *Live and bioinert systems*, December, Issue. 1.

[Kalinichenko, 2016](#) – *Kalinichenko VP* (2016). Biogeosystem technique – an innovative method of managing productivity and soil health // International Scientific and Practical Conference Modern problems of herbology and improvement of soil health (21–23 June 2016), Big Vyazemy, pp. 246–263 (in Russian).

[Kalinichenko et al., 1997](#) – *Kalinichenko V.P., Nazarenko O.G., Il'ina L.P.* (1997). Structural organization of soil body in overmoistened soils on slopes in the chernozemic zone, *Proceedings of Russian Academy of Agricultural Sciences*, No. 5, pp. 22–24.

[Kalinichenko et al., 2008](#) – *Kalinichenko VP Sharshak VK, Frankincense EP, Zinchenko VE Morkovsky NA Chernenko VV* (2008). Long-acting milling reclamation solonch processing / Introduced by Academy of Agricultural Sciences, Academician IP Kruzhillin, *Russian Agricultural Sciences*, No. 1, pp. 37–40.

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

[Korost et al., 2012](#) – *Korost DV, Gerke KM, EB Skvortsova* (2012). Exploration soil structure by X-ray tomography: examples of Russian soil and prospects of the method / Proceedings of the VI Congress of the Soil Science Society of VV Dokuchaev. Petrozavodsk-Moscow, 13–18 August 2012. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center RAS.

[Kostychev, 1937](#) – *Kostychev PA* (1937). Soils of the chernozem area of Russia, their origin, composition and properties / Ed., With the Entry. Art. and Notes by AN Sokolowsky. M.; L.: OGIZ Sel'khozgiz, 1937. 239 p.

[Krasilnikov et al, 2012](#) – *Krasilnikov PV, SN Sedov, Prado Pano, BL, Castaño-Meneses, RG, K. Sturrock, Vazquez Rojas, IM* (2012). The dependence of the species diversity and size of soil macrofauna from the pore size distribution in the volcanic soil of Michoacan, Mexico / Proceedings of the VI Congress of the Soil Science Society of them. VV Dokuchaev. Petrozavodsk-Moscow, 13-18 August 2012. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center RAS.

Lebedeva (Verba), 2012 – *Lebedeva (Verba) MP* (2012). Spatial variability of soil microstructure arid areas / Proceedings of the VI Congress of the Soil Science Society of VV Dokuchaev. Petrozavodsk-Moscow, 13–18 August 2012. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center RAS.

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

Lisetskii et al., 2016b – *Lisetskii F.N., Smekalova T.N., Marinina O.A.* (2016). Biogeochemical features of fallow lands in the steppe zone, *Contemporary Problems of Ecology*, Vol. 9, № 3, pp. 366–375.

Lisetskii et al., 2016c – *Lisetskii F.N., Sudnik-Wojcikowska B., Moysiienko I.I.* (2016). Flora differentiation among local ecotopes in the transzonal study of forest–steppe and steppe mounds, *Biology Bulletin*, Vol. 43, № 2, pp. 169–176.

Lisetskii, Rodionova, 2016 – *Lisetskii F.N., Rodionova M.E.* (2015). Transformation of dry-steppe soils under long-term agrogenic impacts in the area of ancient Olbia, *Eurasian Soil Science*, Vol. 48, № 4, pp. 347–358.

Lozanovskaya, 1997 – *Lozanovskaya IN* (1997). The history of land reclamation. Novocheerkassk: NSMA, 97 p.

Minkin et al., 1980 – *Minkin MB, Babushkin VM, Sadimenko PA* (1980). Solonets of southeast of Rostov region. Rostov-on-Don: Publishing House of the RSU, 271 p.

Minkin et al., 1982 – *Minkin MB, NI Gorbunov, Ca dimenko PA* (1982). Topical issues of physical and colloid chemistry of soils. Rostov-on-Don: Publishing House of the RSU, 270 p.

Minkin, Kalinitchenko, 1981 – *Minkin M.B., Kalinitchenko V.P.* (1981). Intensification of melioration process on the soils of solonetz complexes by means of regulation of hydrological regime, *Soil Science*, No. 11, pp. 88–99.

Mirkin, 1985 – *Mirkin BM* (1985). Theoretical basis of modern-term phytocenology. M.: Nauka. 137 p.

Mishchenko, 2009 – *Mishchenko NA, Gromyko EV, Kalinichenko VP, Chernenko, VV, Larin SV* (2009). Ecological and recreational recycling of phosphogypsum in the black earth on the example of Krasnodar territory // *Fertility*, No. 6, pp. 25–26.

Moiseeva et al., 2011 – *Moiseeva TS, Bezuglova OS, Morozov IV* (2011). Determination of soil solids density in ordinary chernozem, *Basic Research*, № 11-1, pp 174–177.

Morozov, Bezuglova, 2011 – *Morozov IV, Bezuglova OS* (2011) Classification of elementary soil particles at different schools pochvove Denia, *Basic Research*, № 12-2, pp. 281–285.

Moskalenko et al., 2013 – *Moskalenko AP Kalinichenko VP Ovchinnikov V. Moskalenko SA, VA Gubachev* (2013). Biogeosystem technique – the practice framework for environmental policy and environmental economics // *Economy and Entrepreneurship*, No. 12-3 (41-3), pp. 160–165.

Panov et al., 2008 – *Panov NP Sychev VG, VE Zinchenko, VP Kalinichenko* (2008). Cyclical environmental SMOs-tively-reclamation agricultural machinery, *Bulletin of Agrarian Science of Don*, № 2, pp. 97–105.

Field identification of soils, 2008 – *Field identification of soils*. M.: Soilion Inst of VV Dokuchaev, 2008. 182 p.

Government Decree No. 99, 2006 – *Decree of the Government of Russian Federation of February 20, 2006 No. 99 "On the federal target program" Co-keeping and restoration of soil fertility of agricultural lands and agricultural landscapes as a national property of Russia for 2006 – 2010 and period up to 2013" (as amended)*

Government Decree No 922, 2013 – *Decree of the Government of Russian Federation. October 12, 2013 No. 922. On the federal target program "Development of reclamation of land for agricultural purposes Russia for 2014–2020 years"*.

Prikhodko, 2003 – *Prikhodko VE* (2003). Development of the Volga region the soil under the influence of irrigation / Abstract of dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences / Puschino

Rozanov, 2003 – *Rozanov AY* (2003). Fossil bacteria, sedimentogenesis and the early stages of evolution of the biosphere, *Paleontological Journal*, No. 6, p. 41.

Ryl'kov et al., 2012 – *Ryl'kov IS, Hazaryan VE, Tagiverdiev SS, Bezug-fishing OS, Morozov IV* (2012). The use of laser diffraction particle size distribution for the study of soils / Proceedings



of the VI Congress of the Soil Science Society of VV Dokuchaev. Petrozavodsk-Moscow, 13–18 August 2012. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center RAS.

[Semendyaeva, Elizarov, 2014](#) – Semendyaeva NV, NV Elizarov (2014). Dynamics of salt composition of Baraba solonetztes during the 27-32-year-old gypsum application, *Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University*, Vol. 30, pp. 41–46.

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

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

[Smagin, 2013](#) – Smagin AV (2013). Present and future of the most fertile soil, *Science in Russia*, No. 1, pp. 23–30.

[Sokolov, Glazko, 2015](#) – Sokolov MS, Glazko VI (2015). Minimizing the negative social and environmental impacts of technogenesis on the agricultural sphere of the Russia (the development of the concept of the noosphere by VI Vernadsky) *Agrochemistry*, № 3, pp. 3–9.

[Sokolov et al., 2015](#) – Sokolov MS, Glinushkin AP, Toropova EY (2015). Habitat functions of healthy soil – phyto-sanitary and social aspects, *Agrochemistry*, № 8, pp. 81–94.

[Solntseva, Kalinichenko, 2005](#) – Solntseva N.G., Kalinichenko V.P. (2005). Change of the density of chernozem of Lower Don at different humidification mode, *Proceedings of higher educational institutions. North Caucasus region. Natural sciences*, No. 3, pp. 91–94.

[Solntseva, Kalinichenko, 2011](#) – Solntseva NG, Kalinichenko VP (2011). Mineralogical composition of black soil under anthropogenic impact. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing & Co. KG, 274 p. ISBN: 978-3-8465-1964-9.

[Topunova et al, 2010](#) – Topunova IV, Prikhodko VE, Sokolov Islands TA (2010). Effect of irrigation on the content and mineralogical composition of the clay fraction of chernozems of the Rostov region (Bagaevsky Sadkovskaya-irrigation system), *Bulletin of Moscow University. Episode 17: Soil*, No. 1, pp. 3–10.

[Tursina, 2016](#) – Tursina TV (2016). Micromorphological diagnostics steady-bility chernozems under irrigation, *Bulletin of Soil Science Institute VV Dokuchaev* (Date: 23/02/2016)

[Udalov et al., 2005](#) – Udalov A.V., Zbrailov M.A., Kalinichenko V.P. (2005). Long-term correction of winter wheat agrophytocenosis control, *Proceedings of higher educational institutions. North Caucasus region. Natural sciences*, No. 4, pp. 73–79.

[Udalov, Kalinichenko, 2005](#) – Udalov A.V., Kalinichenko V.P. (2005). Ecological and energy assessment of agrophytocenosis of field crops, *Proceedings of higher educational institutions. North Caucasus region. Natural sciences*, No 2, pp. 89–95.

[Khitrov, 1995](#) – Khitrov NB (1995). Physico-chemical conditions of the development process in the solonetz soil, *Soil Science*, № 3, C. 298–307.

[Khitrov, 2004](#) – Khitrov NB (2004). Selection of the diagnostic criteria of the existence and severity of solonetsization in soils, *Soil Science*, No. 1, pp. 18–31.

[Tskhovrebov, 2012](#) – Tskhovrebov VS (2012). Changing the content of microelements under winter wheat due to remineralization of chernozem leached, *Scientific Journal of KubGAU*, № 77 (03).

[Chizhikova, 2013](#) – Chizhikova NP (2013). The degradation of mineral wasps nova soil // In the book: Scientific basis for preventing land degradation (Ze-stranded) of agricultural land and the formation of Russia Shuffle production fertility systems in adaptive-landscape agriculture. M., pp. 353–368.

[Sharshak, 1987](#) – Sharshak VK (1987). Evaluation of machines and tools for basic processing of alkaline soils, *Mechanization and electrification of agriculture*, No. 3, pp. 17-19.

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

[Shoba et al., 2015](#) – Shoba SA, Smagin AV, Sadovnikov NB (2015). Methodological aspects of soil constructing, Problems of household waste, industrial and agricultural production, *IV International Scientific Ecological Conference*. Krasnodar, pp. 7–17.

[Abe et al., 2004](#) – Abe E., Yan Y., Pennycook S.J. (2004). Quasicrystals as cluster aggregates, *Nature materials*, Vol. 3 (11), pp. 759–767.

- [Albani et al., 2010](#) – Albani A. E., Meunier A., Macchiarelli R., Ploquin F., Tournepicche J.-F. (2010). Local environmental changes recorded by clay minerals in a karst deposit during MIS 3 (La Chauverie, SW France), *Quaternary International*, doi: 10.1016/j.quaint.2010.03.007.
- [Baldock et al., 2004](#) – Baldock J.A., Masiello C.A., Gelin Y, and Hedges J.I. (2004). Cycling and composition of organic matter in n terrestrial and marine ecosystems, *Marine Chemistry* 92(1–4): 39–64.
- [Barre et al., 2009](#) – Barre P., Berger G., Velde B. (2009). How element translocation by plants may stabilize illitic clays in the surface of temperate soils, *Geoderma* 151 (2009) 22–30.
- [Bindi et al., 2009](#) – Bindi L., Steinhart P.J., Yao N., Lu P.J. (2009). Natural quasicrystals, *Science*, Vol. 324 (5932), pp. 1306–1309.
- [Bykova, 2016](#) – Bykova G., Tyugai Z.N., Milanovsky E.Yu., Shein E.V. (2016). Soil-water contact angle of some soils of the russian plane, *Geophysical Research Abstracts*, No 7, pp. 505.
- [Chen et al., 2015](#) – Chen W., Lu S., Pan N., Wang Y., & Wu L. (2015). Impact of reclaimed water irrigation on soil health in urban green areas, *Chemosphere*, 119, 654–661, doi:10.1016/j.chemosphere.2014.07.035
- [Cuadros et al., 2013](#) – Cuadros J., B. Afsin, P. Jadubansa, M. Ardakani, C. Ascaso, J. Wierzchos (2013). Microbial and inorganic control on the composition of clay from volcanic glass alteration experiments, *American Mineralogist*, Feb; 98: 319–334.
- [De Gryze et al., 2006](#) – De Gryze S., Jassogne L., Six J., Bossuyt H., Wevers M., Merckx R. (2006). Pore structure changes during decomposition of fresh residue: X-ray tomography analysis, *Geoderma*, Vol. 134, pp. 82–96.
- [Eberl et al., 1993](#) – Eberl, D. D., B. Velde, and T. McCormick. (1993). Synthesis of illite-smectite from smectite at earth surface temperatures and high pH, *Clays Clay Miner.* 28: 49–60.
- [Endovitsky et al., 2014](#) – Endovitsky A.P., Minkina T.M. Kalinichenko V.P., Batukaev A.A., Dikaev Z.S., Sushkova S.N. (2014). The association of ions in the soil solution of saline soils, *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 9 (2): 238–244, 2014.
- [Fischer et al., 2011](#) – Fischer S., Exner A., Zielske K., Perlich J., Deloudi S., Steurer W., Lindner P., Förster S. (2011). Colloidal quasicrystals with 12-fold and 18-fold diffraction symmetry, *PNAS*, Vol. 108 (5), pp. 1810–1814.
- [Glazko V., Glazko T., 2015](#) – Glazko Valery I., Glazko Tatiana T. (2015). Conflicts of Biosphere and Agroecosystems, *International Journal of Environmental Problems*, Vol. (1), Is. 1, pp. 4–16. doi: 10.13187/ijep.2015.1.4
- [Grosbellet et al., 2011](#) – Grosbellet C., Vidal-Beaudet L., Caubel V., Charpentier S. (2011). Improvement of soil structure formation by degradation of coarse organic matter, *Geoderma*, Vol. 162, pp. 27–38.
- [Hazen et al., 2013](#) – Hazen R.M, R.T. Downs, L. Kah, D. Sverjensky. (2013). Carbon Mineral Evolution, *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, Vol. 75, pp. 79–107.
- [Kalinichenko, 2016](#) – Kalinichenko Valery P. (2016). Technologies and Technical Means for Matter Recycling into the Soil (Review), *International Journal of Environmental Problems*, 2016, Vol. (3), Is. 1, pp. 58–85. doi: 10.13187/ijep.2016.3.58
- [Kalinichenko et al., 2011](#) – Kalinichenko V. P., Sharshak V. K., Bezuglova O. S., Ladan E. P., Genev E. D., Illarionov V. V., Zinchenko V. E., Morkovskoi N. A., Chernenko V. V., and Il'ina L. P. (2011). Changes in the Soils of Solonetzic Associations in 30 Years after Their Reclamation with the Use of Moldboard Plowing, Deep Tillage with a Three-Tier Plow, and Deep Rotary Tillage, *Eurasian Soil Science*, Vol. 44, No. 8, pp. 927–938. doi: 10.1134/S1064229311080060
- [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 et al., 2016](#) – Kalinichenko Valery, Abdulmalik Batukaev, Ali Zarmaev, Viktor Startsev, Vladimir Chernenko, Zaurbek Dikaev, Svetlana Sushkova (2016). Biogeosystem technique as the way to certainty of soil, hydrosphere, environment and climate, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 18, EGU General Assembly. Vienna, 2016, 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

**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

**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* · February 2016, doi: 10.1007/s10584-016-1615-3

**Lisetskii et al., 2013** – *Lisetskii F.N., Stolba V.F., Ergina E.I., Rodionova M.E., Terekhin EA.* (2013). Post-agrogenic evolution of soils in ancient Greek land use areas in the Herakleian Peninsula, southwestern Crimea, *The Holocene*, 23(4), pp. 504–514.

**Lisetskii et al., 2015** – *Lisetskii F., Marinina O., Stolba V.F.* (2015). Indicators of agricultural soil genesis under varying conditions of land use, steppe Crimea, *Geoderma*, Vol. 239–240, pp. 304–316.

**Meyer et al., 1996** – *Meyer Jh, Rianto Van Antwerpen and E Meyer* (1996). A review of soil degradation and management research under intensive sugarcane cropping, *Proc S Afr Sug Technol Ass* 70: 22-28

**Pardo et al., 2014** – *Pardo T., Clemente R., Epelde L., Garbisu C., & Bernal M. P.* (2014). Evaluation of the phytostabilisation efficiency in a trace elements contaminated soil using soil health indicators, *Journal of hazardous materials*, 268, 68–76, doi:10.1016/j.jhazmat.2014.01.003

**Peries and Gill, 2015** – *Peries R and J S Gill* (2015). Subsoil manuring in the high rainfall zone: a practice for ameliorating subsoils for improved productivity, *Proceedings of the 17th ASA Conference, 20 – 24 September 2015*, Hobart, Australia.

**Pevzner, 2003** – *Pevzner, L.A.* (2003). Analysis of lipid biomarkers in rocks of the Archean crystalline basement, *Proceedings of SPIE*. 4939. 160–168.

**Reid-Soukup et al., 2002** – *Reid-Soukup D. A., Ulery A. L. Smectites. In: Dixon J. B., Schulze D. G. (Ed.)* (2002). *Soil Mineralogy with Environmental Application*. Madison, Wisconsin, USA, pp. 467–499.

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

**Shein, 2010** – *Shein E. V.* (2010). Soil Hydrology: Stage of Development, Current State, and Nearest Prospects, *Eurasian Soil Science*, Vol. 43, No. 2, pp. 158–167.

**Shein et al., 2013a** – *Shein E.V., G.V. Kharitonova, E.J. Milanovskii, A.V. Dembovetskii, A.V. Fedotova, N. S. Konovalova, S. E. Sirotskii, and N. E. Pervova* (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., 2013b** – *Shein E.V., Milanovskii E.Y., Khaidapova D.D., Nikolaeva E.I., Rusanov A.M.* (2013). Mathematical models of some soil characteristics: substantiation, analysis, and using features of model parameters, *Eurasian Soil Science*, Vol. 46, № 5, pp. 541–547, doi: 10.1134/S1064229313050128

**Shein et al., 2014a** – *Shein E.V., S. A. Erol, E. Yu. Milanovskii, N. V. Verkhovtseva, F. D. Mikayilov, F. Er, and S. Ersahin* (2014). Agrophysical Assessment of Alluvial Calcareous Soils of the Cumra Region of Central Anatolia in Turkey, *Eurasian Soil Science*, Vol. 47, No. 7, pp. 694–698.

**Shein et al., 2014b** – *Shein E.V., Skvortsova E.B., Abrosimov K.N.* (2014). Tomographic studies of the soil pore space in swelling and shrinkage processes // Abstract book. 9 th International Soil Science Congress on "The Soul of Soil and Civilization", Soil Science of Turkey Cooperation with Federation of Eurasian Soil Science Societies, p. 107.

**Sokolov, Glazko, 2015** – *Sokolov M.S., Glazko V.I.* (2015). The discoverer of the law "of diminishing returns", the doctrine of self-regulation and self-development of healthy soil. *International Journal of Environmental Problems*, No. 2 (2), pp. 78–96.

**Turmel M.S. et al. 2015** – *Turmel M.S. et al.* (2015). Crop residue management and soil health: A systems analysis, *Agricultural Systems*, Vol. 134, pp. 6–16.

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): 182–193. doi:10.1016/j.geoderma.2010.12.017

Verkhovtseva et al., 2014 – Verkhovtseva N., Milanovskiy E., Shein E., Larina G. (2014). The role of probiotic microorganisms in the control of health and fertility of soil. Book of Proceedings 9<sup>th</sup> International Soil Science Congress on "The Soul of Soil and Civilization", pp. 682–688.

Wu et al., 2013 – Wu ZD, U Lall, M Zhao (2013). A Worldwide Comparison of Water Use Efficiency of Crop Production, *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 275, pp. 2718–2722. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.275-277.2718

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

Yun Zhu et al., 2011 – Yun Zhu, Yan Li, Anhuai Lu, Haoran Wang, Xiaoxue Yang, Changqiu Wang, Weizheng Cao, Qinghua Wang, Xiaolei Zhang, Danmei Pan, Xiaohong Pan (2011). Study of the interaction between bentonite and a strain of *Bacillus mucilaginosus*, *Clays and Clay Minerals*, Vol. 59, Is. 5, pp. 538–545.

УДК 631:574.4:62

## Управление динамикой почв

Валерий Петрович Калининchenko <sup>a, b</sup>

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

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

**Аннотация.** Рассмотрена дисперсная система почвы с точки зрения квазистационарных флуктуаций её эволюции, биологического, мелиоративного процесса, теории и практики успешного, продуктивного, длительного, устойчивого и безопасного для окружающей среды агрономического использования. Показано, что выполнение почвой биологических функций в стандартной парадигме агротехники проблематично – моделировать, нормировать и синтезировать почву следует не так как это принято в агротехнике и мелиорации – имитационным путем, а искать новые трансцендентальные возможности обрести приемлемую вероятность нового качества управления эволюцией почвы, гидрологический режим и структуру почвенного покрова. Иначе есть риск утраты почв. В качестве апробированного варианта трансцендентального подхода к управлению равновесиями в почвенном растворе, гидрологическим режимом, плодородием, здоровьем и эволюцией почв, синтеза качественной окружающей среды и получения в ней высокого экономического результата от применения программных методов развития предложена биогеосистемотехника. Представлены данные исследований, свидетельствующие, что эволюция почв степи может идти как в направлении аградации, так и деградации сукцессии растительности, агрономического качества почвы и структуры почвенного покрова. За счет фрезерной внутрпочвенной обработки комплекса каштановых почв статистический диапазон варьирования относительно нормы контрастности структуры почвенного покрова и структуры растительного покрова в течение срока действия мелиорации 30 лет снизилась с 0,5–1,8 до 0,8–1,1. Морфологическая характеристика степени перемешивания и дробления генетических горизонтов почвы при её механической обработке показала, что размер агрегата почвы из горизонта В в контрольном варианте (отвальная обработка почвы на 20–22 см) составил 7,0 см, в варианте обработка роторным фрезерным орудием ФС-1,3 на глубину 40–45 см – 1,0–1,5 см. По сравнению с контролем фрезерная внутрпочвенная мелиоративная обработка имеет значительно более продолжительный период биологически и экономически эффективной продолжительности мелиоративного действия 30 лет и более. Биогеосистемотехника повышает водную эффективность дождевой и ирригационной

агротехники. Биогеосистемотехника обеспечивает высокую устойчивость принципиально новой стагнации биогеосистемы на стабильном высоком уровне продуктивности.

Биогеосистемотехника позволяет купировать нарастающий конфликт биосферы и технологии, сменить парадигму развития, синтезировать природоподобные технологии.

**Ключевые слова:** почва, продуктивность, эволюция, устойчивость, аградация, деградации, дисперсная система, агротехника, биогеосистемотехника.