

- Травникова Л.С., Титова Н.А., Шаймухаметов М.Ш. 1992. Роль продуктов взаимодействия органической и минеральной составляющих в генезисе и плодородии почв // Почвоведение. № 10. С. 81–96.
- Шаймухаметов М.Ш., Титова Н.А., Травникова Л.С., Лабанец Е.М. 1984. Применение физических методов фракционирования для характеристики органического вещества почв // Почвоведение. № 8. С. 131–141.
- Цыбулька Н.Н. 2006. Баланс гумуса в дерново-подзолистых почвах разной степени эродированности в зависимости от возделываемых сельскохозяйственных культур // Агрохимия. № 11. С. 10–18.
- Amato M., Ladd N. 1992. Decomposition of  $^{14}\text{C}$  — labeled glucose and legume materials in soil properties influencing the accumulation of organic residue C and microbial biomass C // Soil. Biol. Biochem. № 24. P. 455–464.
- Buchkina N.P., Rizhiya E.Y., Pavlik S.V., Balashov E.V. 2013. Soil Physical Properties and Nitrous Oxide Emission from Agricultural Soils // Advances in Agrophysical Research / Grundas S., Stepniewski A. (Ed.). Shanghai.
- Cambardella C.A., Elliott E.T. 1992. Particulate soil organic matter across a grassland cultivation sequence // Soil. Sci. Soc. Am. J. V. 56. № 3. P. 777–783.
- Glaser B., Balashov E., Haumaier L., Guggenberger G., Zech W. 2000. Black carbon in density fractions of anthropogenic soils of the Brazilian Amazon region // Organic Geochemistry. № 31. P. 669–678.
- Ernst O., Bentancur O., Borges R. 2002. Decomposition de rastrojo de cultivos en siembra sin laboreo: trigo, maiz, soja y trigo despues de maiz o de soja // Agrociencia. № 6 (1). P. 20–26.
- Palm C. A., Giller K. E., Mafongoya P. L., Swift M. J. 2001. Management of organic matter in the tropics: translating theory into practice // Nutr. Cycle. Agroecosyst. № 61. P. 63–75.
- Salvo L., Hernandez J., Ernst O. 2010. Distribution of soil organic carbon in different size fractions, under pasture and crop rotations with conventional tillage and no-till systems // Soil & Tillage Research. № 109. P. 116–122.

УДК 631.425:631.452

**ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ И  
НЕМЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
УГОДИЙ ЗАО «БУГРЫ»**

**К. Г. Моисеев, В. Д. Гончаров, Е. Г. Зинчук**

*ФБГНУ Агрофизический научно-исследовательский институт  
195220, Санкт-Петербург, Гражданский пр., 14  
E-mail: kir\_moiseev@mail.ru*

*Поступила в редакцию 02 июля 2015 г., принята к публикации 06 сентября 2015 г.*

Произведено полевое обследование трех видов почв, различающихся по степени гидроморфизма, на мелиорированных и немелиорированных участках землепользования ЗАО «Бугры» (Ленинградская область). Проведены морфометрическое исследование и морфологическое описание разрезов, определены физические свойства и параметры почв, включая гидрологические константы. Представлен опыт практического применения субстантивно-генетической классификации почв 2004 г. Названия почв даны по новой классификации. Оценка и сравнение почв по продуктивности выполнены при помощи почвенно-экологических индексов. Для расчёта почвенно-экологических индексов была использована информация по агрофизическим свойствам и параметрам почв.

**Ключевые слова:** агрофизические свойства почв, оценка земель, почвенно-экологические индексы, бонитет почв.

**SOIL-ECOLOGICAL CONDITIONS OF RECLAIMED AND UNIMPROVED  
AGRICULTURAL LANDS OF “BUGRY” FARM**

**K. G. Moiseev, V. D. Goncharov, E. G. Zinchuk**

*Agrophysical Research Institute,  
14 Grazhdansky prospect, St. Petersburg, 195220  
E-mail: kir\_moiseev@mail.ru*

A field survey of three soil types differing in hydromorphism degree, on reclaimed lands and unimproved areas of "Bugry" farm (Leningrad region) has been made. Morphometric study and morphological description of the soil profiles has been conducted. Soil physical properties and parameters, including hydrological constants, were measured. The experience of practical application of the substantively-genetic classification of soils, published in 2004, is described. The soil names are given according to this new soil classification. Evaluation and comparison of the productivity of the soils was done using the soil-ecological indices. To calculate the soil-ecological indexes the information on agrophysical properties and soil parameters was used.

*Keywords:* soil agrophysical properties, land assessment, soil and environmental indexes, soil fertility.

## ВВЕДЕНИЕ

Антропогенное вмешательство вызывает необратимые изменения в структуре почвенного покрова сельскохозяйственных угодий. Все большие площади земель выводятся из сельскохозяйственного оборота в связи со строительством, промышленной деятельностью (карьеры, отвалы, дороги), непрерывной деградацией используемых с/х угодий и утратой почвами своего основного качества – плодородия. Часто происходит полное разрушение почвенного покрова из-за процессов эрозии, засоления, техногенного загрязнения.

Введение в с/х эксплуатацию новых земель может быть осуществлено за счёт рекультивации шахтных отвалов и карьеров, освоения выработанных торфяников или гидромелиоративного строительства (Кашанский, 1987). Только при помощи культуртехнических мероприятий – пескования тяжелых, глинования и землевания лёгких почв, рыхления подпахотных и восстановления гумусовых горизонтов – в с/х производство Нечерноземья может быть возвращено до 50 млн га пахотных земель (Российская газета RG.RU: [сайт]. URL: <http://www.rg.ru>).

Мелиоративные работы невозможно осуществлять при отсутствии информации о текущем агрофизическом состоянии земель и пространственном строении почвенного покрова – карт и картограмм бонитировки почв и агропочвенного районирования, нормативной и технической документации, пояснительных записок и отчётов НИР к картам и картограммам, основывающихся на результатах полевых исследований.

Постепенно в России утрачивался интерес к землеустройству, забрасывались пашни, на сенокосах происходило лесовосстановление, не поддерживалось эффективное функционирование мелиоративных дренажных систем, появлялись проблемы с реорганизацией, финансированием и рентабельностью крупных агропромышленных комплексов. В настоящий момент в связи с переориентацией государства на отечественных производителей с/х

продукции интерес к эффективному землепользованию возрастает. Как сообщает пресс-служба правительства РФ, реализация мероприятий федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы» позволит обеспечить к 2020 г. достижение ряда целевых индикаторов и показателей, в том числе, в частности, предотвращение выбытия из оборота сельскохозяйственных угодий на площади 330 тыс. га (Российская газета RG.RU указ. соч.). В настоящее время снова уделяется повышенное внимание полевым исследованиям почв, оценке их качества, агрофизическому мониторингу состояния с/х угодий. Определены задачи изменения и усовершенствования нормативной базы, составления и уточнения технической и нормативной документации по результатам полевых исследований почв. Также востребован опыт картографирования почв на основе новой субстантивно-генетической классификации 2004 г.

В работах основателей агрофизики и их последователей – И. Б. Ревута, Н. А. Качинского, С. В. Нерпина, А. Ф. Чудновского, А. Д. Воронина, А. М. Глобуса, Ф. Р. Зайдельмана, Л. О. Карпачевского, И. И. Судницына, А. Г. Бондарева, В. В. Медведева, Е. В. Шеина и др. (Умарова, 2008; Моисеев, 2002, 2012) – установлено, что физические свойства почв определяют интенсивность продукционного процесса, а также ширину оптимума условий для роста и развития с/х культур (Letey, 1985; Караваева, 2000; Шеин, Гончаров, 2006; Судницин, Каманина, 2008). Агрофизическая оценка и сравнение физических свойств почв для нужд сельскохозяйственного производства проводится по отдельным почвенным профилям. В агрофизике до настоящего времени основы получения количественной информации о пространственно распределенных физических свойствах почв являются малоразработанными, известно немного методов сравнительного анализа и использования пространственно распределенной агрофизической информации (Якушев и др., 2000; Шеин и

др., 2007; Гончаров, 2010; Баденко, 2013), в то время как в агрохимии, бонитировке и экологии почв существуют нормативная база и методы анализа пространственно распределённых данных. Указанные задачи решаются через величины почвенно-экологических индексов (ПЭИ), баллов бонитета почв (Шишов и др., 1991) и санитарных норм и прямо примыкают к разработкам принципов точного адаптивно-ландшафтного земледелия, которое ориентировано на выявленные закономерности распределения физических свойств почв в пространстве. Ранее (Бондарев, Медведев, 1980; Медведев, 1988; Ковриго, 2000; Якушев и др., 2000; Яшин, 2001; Arshad, Martin, 2002; Сорокина, 2006; Шеин и др., 2007; Моисеев, 2011; Моисеев и др., 2011; Моисеев, 2012; Баденко, 2013; Усков и др., 2014) были предприняты более или менее удачные попытки обобщения и экстраполяции дискретных агрофизических и агроэкологических данных при помощи понятий физической окультуренности, индексов физического состояния почв и теории нечётких множеств. Агрофизическое исследование почв и почвенного покрова на распаханых территориях всегда имеет целью выявление агрогенной трансформации конкретных почв, а в идеале – и почвенного покрова отдельного поля или землепользования в целом. Данная работа служит целям обеспечения разработки нормативной документации (Шишов и др., 1991; Балашов, Моисеев, 2009) и предоставляет конкретную

экспериментальную и аналитическую информацию по агрофизическим свойствам мелиорированных и немелиорированных почв отдельного землепользования СЗ РФ.

Результаты данного исследования могут быть использованы при решении важных практических задач в области агрофизики, экологии и с/х производства, связанных с прогнозом движения влаги, питательных и загрязняющих веществ в почвенном покрове и за его пределами, получением стабильных рентабельных урожаев надлежащего качества.

Частной задачей в данном исследовании является сравнение почвообразования на мелиорированных и немелиорированных участках по почвенно-экологическим индексам (ПЭИ) на примере землепользования ЗАО «Бугры». Особый интерес может представлять опыт практического применения новой классификации 2004 г. к описанию исследованных почв. Названия почв даны по новой классификации.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

ЗАО «Бугры» является пригородным хозяйством Санкт-Петербурга, расположенным на северной границе города в нескольких километрах от кольцевой автодороги. Общее расположение почвенных разрезов на пахотных мелиорированных и немелиорированных землях хозяйства ЗАО «Бугры» показано на рисунке 1. Всего было заложено три разреза полного профиля по номерам 1–3.

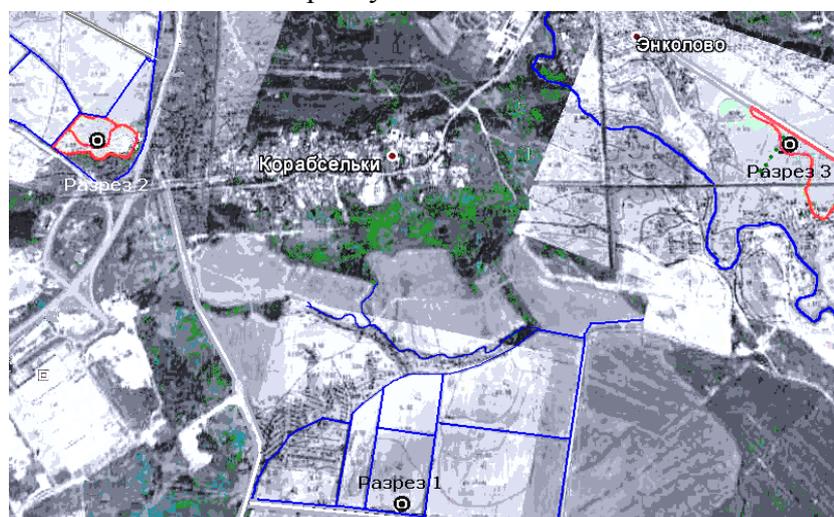


Рис. 1. Расположение почвенных разрезов на пахотных мелиорированных и немелиорированных землях хозяйства ЗАО «Бугры»

Разрезы 1 и 2 были заложены на выровненных мелиорированных участках без выраженного мезо- и микрорельефа.

Разрез 2 был заложен в понижении, участок выровненный, ограничен с востока шоссе Петербург – Приозерск (Новоприозерское шоссе) и трассой Петербург – Юкки (на юго-западе участка). Географические координаты разреза: 60,103537° с.ш., 30,380590° в.д.

Разрез 3 был заложен на поле 270° в 60 м от шоссе Энколово – Капитолово. Географические координаты разреза: 60,102857° с.ш., 30,442233° в.д.



Разрез 1 был заложен на производственном участке, где поле было разделено на части системой параллельных коллекторов для сбора воды (открытая гидромелиоративная система). Географические координаты разреза: 60,087238° с.ш., 30,407977° в.д. Многолетние травы скошены, состояние хорошее.

Для определения текущей плотности (плотность сложения и объёмная масса), влажности почв и других анализов в лаборатории были отобраны образцы: Р (0–20 см), Е (40–60 см), ВНFg,fn (70–100 см), CG (> 110 см). Также были взяты образцы ненарушенного сложения для определения коэффициента фильтрации: Р (5–15 см), Е (45–55 см), ВНFg,fn (75–85 см).

**Р (0–39 см).** Тёмно-серый, увлажнён, комковато-глыбистая структура, супесь – песок связный, уплотнен, корни трав, большое количество дождевых червей, примазки и мелкие (1мм) конкреции Fe-Mn (железисто-марганцевые), осколки стекла и керамики, граница резкая, переход прямой по цвету.

**Е (39–60 см).** Палевый, серо-палевый, сизо-белесые пятна, влажный, чешуйчато-пластинчатая структура, супесь, плотный, бурые затёки, Fe-Mn примазки (железисто-марганцевые), отдельная галька (5 см), граница резкая, переход прямой по цвету и составу.

**ВНg (60–70 см).** Ржавый, пятнистый, влажный, структура глыбистая, средний суглинок, переуплотнён, галька ржаво-бурого цвета диаметром до 5 см, пирит, щебень прослойками, граница волнистая, переход ясный по цвету и составу.

**ВНFg,fn (70–110 см).** Палево-бурый, пятнистый, влажный, плитчатая структура, средний суглинок, переуплотнён, сизые пятна, ржавые потёки по ходам корней, крупные (2 см) конкреции Fe-Mn, включения щебня, галька отдельная диаметром до 5 см, граница резкая, переход прямой по цвету и составу.

**CG (110–170 см).** Сизый, мокрый, структура призматическая, средний суглинок, уплотнён, отдельные (редкие) ржавые пятна, галька до 5 см.

**Почва:** агродерново-подзол-глеевый, оруденелый, глубокопахотный, профилно-оглеенный, супесчано-среднесуглинистая на двучленных отложениях (флювиогляциальный песок на морене). Хорошо окультурена. По классификации 1977 г. входили в подтип дерново-подзолистых грунтово-оглеенных типа болотно-подзолистых почв.



Разрез 2 был заложен в понижении, участок выровненный, спланированный, посев многолетних трав, травы скошены, состояние посева удовлетворительное. Для анализов почв в лаборатории были отобраны образцы: Р (0–20 см), Е (25–35 см), ВНFg (40–70 см). Были взяты образцы ненарушенного сложения для определения коэффициента фильтрации: Р (3–13 см), Е (25–35 см).

**Р (0–24 см).** Серый, увлажнён, структура комковатая, супесь, уплотнен, корни трав, припашка нижележащего горизонта, Fe-Mn (железисто-марганцевые) примазки, граница резкая, переход прямой по цвету.

**Е (24–25 см).** Белесый, увлажнён, бесструктурный, супесь, уплотнен, залегает линзами мощностью 0,5–1,0 см, граница волнистая, переход ясный по цвету и составу.

**ВНFg (25–36 см).** Палевый, темно-палевый, влажный, структура плитчатая, легкий суглинок, уплотнен, пятнистый, сизо-белесые и темно-палевые пятна, Fe-Mn примазки, граница ясная, переход прямой по цвету и составу.

**Ст (35–110 см).** Охристо-бурый, влажный, структура плитчато-призматическая, легкий суглинок, переуплотнен, пятнистый, сизо-серые пятна, отдельные ржавые затеки по ходам корней, затеки гумуса, сизо-серые затеки до глубины 90 см, граница прямая, переход ясный по цвету и составу.

**Cg (110↓см).** Бурый, влажный, структура глыбистая, легкий суглинок, плотный, сизые пятна.

**Почва:** агродерново-подзол, глинисто-иллювирированный, глееватый, среднепахотный, профильно-оглеенный, супесчаный. Окультурена. По классификации 1977 г. – освоенные и окультуренные подзолистые почвы, преимущественно на супесчаных отложениях.



Разрез 3 был заложен на выпуклом склоне менее 10° в сторону р. Охта. Многолетние травы скошены, состояние отличное. Отобраны образцы: P (0–35 см), BF (40–100 см), BFg (120–140 см). Образцы были отобраны по генетическим горизонтам, для P – с глубины 4–14 см.

Были взяты образцы ненарушенного сложения для определения коэффициента фильтрации: P (4–14 см), BF (40–50 см).

**P (0–36 см).** Серый, свежий, структура комковатая, супесь – песок, рыхлый, корни трав, запашка нижележащего горизонта, отдельная галька диаметром 2–3 см, граница резкая, переход прямой по цвету.

**BF (36–120 см).** Палево-охристый, увлажнен, структура плитчатая, песок, рыхлый, слоистая толща, слои разной окраски – темно- и светло-охристые, палевые, серо-палевые на глубине 85 см, бурая прослойка линзами (мощность линз

0,5 см), граница ясная, переход прямой по цвету и составу.

**BFg (120–140 см).** Серо-охристый, влажный, структура плитчатая, песок, плотный, пятнистый, серые и бурые пятна, бурые затеки, граница ясная, переход прямой по цвету и составу.

**Cg (140–170 см).** Темно-бурый, буро-охристый, влажный, бесструктурный, песок, плотный, галька диаметром 5 см, гравий.

**Почва:** агрозем альфегумусовый глееватый, глубокопахотный, глубокооглеенный, песчаный. Высокоокультурена. По классификации 1977 г. не выделялись.

Основой для определения агроэкологического потенциала почв служит бонитировка – сравнительная оценка производительности почв при сопоставимых уровнях интенсивности земледелия. Величины бонитетов почв измеряются в баллах и должны быть пропорциональны урожайности определенных сельскохозяйственных культур (или групп культур, близких по экологическим требованиям), в отношении которых проводится бонитировка.

На современном этапе основой для расчета баллов бонитетов по отдельным сельскохозяйственным культурам служат почвенно-экологические индексы (ПЭИ).

Почвенно-экологический индекс, разработанный И. И. Кармановым (Шишов и др. 1991; Ковриго и др., 2000), отражает в относительных величинах (индексах или баллах) комплекс агроэкологических условий для возделывания сельскохозяйственных культур. С помощью дополнительных коэффициентов данный индекс может быть пересчитан в баллы бонитета для конкретных сельскохозяйственных культур.

Почвенно-экологическая оценка производится на основании свойств почв, климатических показателей и некоторых других особенностей территорий (табл. 1, 2). Почвенно-экологические индексы рассчитывают по следующей основной формуле:

$$ПЭИ = 12,5 \cdot (2 - V) П \cdot \frac{\sum_{t > 10^\circ} (КУ - P) \cdot A}{KK + 100} \cdot Дс, \quad (1)$$

где  $V$  – плотность (объемная масса) почвы (в среднем для метрового слоя);  $2$  – максимально возможная плотность почв при их предельном уплотнении,  $\text{г/см}^3$ ;  $P$  – полезный объем почвы (в метровом слое);  $D_c$  – дополнительно учитываемые свойства почв;  $\Sigma t > 10^\circ$  – среднегодовая сумма температур более  $10^\circ\text{C}$ ;  $K_U$  – коэффициент увлажнения ( $P$  – поправка к данному коэффициенту);  $KK$  – коэффициент континентальности;  $A$  – агрохимические свойства почв (например, содержание  $NPK$  в пахотном горизонте).

Климатические показатели  $K_U$ - $P$  и сумма температур выше  $10^\circ\text{C}$ , входящие в выражение (1), являются табличными. Для Ленинградской области  $K_U$ - $P = 1,05$ ;  $\Sigma t > 10^\circ\text{C} = 1600$ .

Коэффициент континентальности ( $KK$ ) рассчитывается по температурам самого теплого и холодного месяцев года (средняя температура июля для ЗАО «Бугры» =  $+17^\circ\text{C}$ ; средняя температура января =  $-7^\circ\text{C}$ ).  $KK$  для почвенного контура разреза 1 равен 123, почвенных контуров разрезов 2 и 3 – 122 ( $KK + 100 = 223$  и  $222$  соответственно).

Для того чтобы рассчитать  $PЭИ$  по выражению (1), необходимо определить агрофизические свойства и параметры исследуемых почв, учитываемые в основном выражении величиной  $D_c$ .

Поэтому для всех отобранных образцов почв были определены морфологические и физические характеристики: структура почв, гранулометрический состав, естественная плотность и влажность, плотность сухой почвы (плотность сложения), удельная поверхность, гидрологические константы, коэффициент фильтрации почв. Морфологические признаки исследованы с целью определения таксономического разряда почв по классификациям 1977 и 2004 гг. При определении сложения и структуры генетических горизонтов в профилях почв проводилась сверка с монографией Б. Г. Розанова (2004). Показатели физических свойств почв для всех отобранных проб были определены по ГОСТ 5180-84, а также по методикам, изложенным в руководствах О. Г. Растворова (1983), А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина (1986), К. Г. Моисеева (2012). Естественная влажность была

установлена при помощи термостатно-весового метода (высушивание при  $105^\circ\text{C}$  в стеклянных бюксах (Растворова, 1983)). Естественная плотность, плотность сухой почвы (сложения) и объемная масса почв определялись отношением массы образца к объему режущего кольца (Вадюнина, Корчагина, 1986; Моисеев, 2012). Коэффициент фильтрации почв ненарушенного сложения устанавливался по ГОСТ 25584-90 (с изм. 1 1999). Удельная поверхность была определена расчетным методом согласно способу, изложенному в работе К. Г. Моисеева (2012). Гранулометрический состав почв для всех отобранных проб был установлен по ГОСТ 12536-79 с помощью ареометрического метода.

В методических указаниях по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения («Консультант плюс», [сайт] URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=EXP;frame=1200;n=488437;req=doc>), а также в «Методике и технологии почвенно-экологической оценки и бонитировки почв» ([сайт] URL: <http://refrend.ru/138944.html>) указана табличная величина  $P$  (полезный объем почвы в метровом слое), учитывающая гранулометрический состав и плотность почв. Для почвы разреза 1 она равна 0,84, для почвы разреза 2 – 0,81, для почвы разреза 3 – 0,68 (там же, <http://refrend.ru/138944.html>). С учетом переуплотнения подпахотных горизонтов участков, где были заложены разрезы 1 и 2, средняя величина  $P$  для всех почв равна 0,68.

При учете  $D_c$  в виде степени гидроморфизма почв для разреза 1 поправка равна 0,65 (глеевая почва), для разреза 2 – 0,80 (глееватая почва), для разреза 3 – 1,0 (автоморфная песчаная почва). Параметр  $A$  (агрохимические показатели) не учтен, поскольку при наличии данных агрохимического анализа почв легко внести поправки в расчет  $PЭИ$ . На основании данной информации и результатов определения грансостава по почвенным профилям (рис. 2) были рассчитаны почвенно-экологические индексы для исследованных разностей (табл. 3).

Таблица 1. Показатели физических свойств почв

Разрез, №	Горизонт, (глубина, см)	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Полевая влажность почв, % от абс. сух. массы почвы	Объёмная масса почв, г/см <sup>3</sup>	Плотность твёрдой фазы, г/см <sup>3</sup>	Пористость почв, % от объёма	Удельная поверхность почв S <sub>ор</sub> , м <sup>2</sup> /г <sup>-1</sup>	ГВ, % от абс. сух. массы почвы	Кгв	МГ, % от абс. сух. массы почвы	ВЗ, % от абс. сух. массы почвы	НВ, % от абс. сух. массы почвы	ПВ, % от абс. сух. массы почвы	ДАВ, % от абс. сух. массы почвы
1	P (0–39)	1,00	36,8	1,37	2,37	58	29,0	1,46	0,986	7,25	24,8	43,2	55,8	18,4
	E (39–60)	1,67	11,1	1,86	2,68	38	7,5	0,38	0,996	1,88	14,4	18,3	35,7	3,9
	BHFg,fn (70–105)	1,68	18,0	1,98	2,54	34	15,2	0,76	0,992	3,80	15,0	22,4	32,0	7,4
	CG (105–140)	1,70	17,5	2,00	2,70	37	11,2	0,56	0,994	2,80	14,1	22,7	35,0	8,6
2	P (0–24)	1,17	34,9	1,58	2,51	53	28,3	1,42	0,986	7,06	37,8	43,3	51,4	5,5
	E (25–36)	1,49	25,2	1,86	2,65	44	16,3	0,82	0,992	4,08	19,8	32,3	41,8	12,5
	Ct (36–110)	1,39	21,5	1,68	2,58	46	14,8	0,74	0,993	3,70	12,2	34,3	44,3	22,1
3	P (0–36)	0,90	28,8	1,15	2,53	66	30,0	1,51	0,985	7,50	30,6	41,9	63,6	11,3
	BF (36–120)	1,42	8,6	1,54	2,65	46	8,4	0,42	0,996	2,10	4,4	26,8	43,5	22,4
	BFG (120–140)	1,42	11,1	1,57	2,61	46	8,4	0,42	0,996	2,10	4,5	29,3	43,6	24,8

ГВ – гигроскопическая влажность почв; Кгв – коэффициент для пересчета на абсолютно сухую навеску почвы; МГ – максимальная гигроскопическая влажность почвы; ВЗ – влажность устойчивого завядания растений; НВ – наименьшая полевая влагемкость почв; ПВ – полная влагемкость почв; ДАВ – диапазон активной влаги.

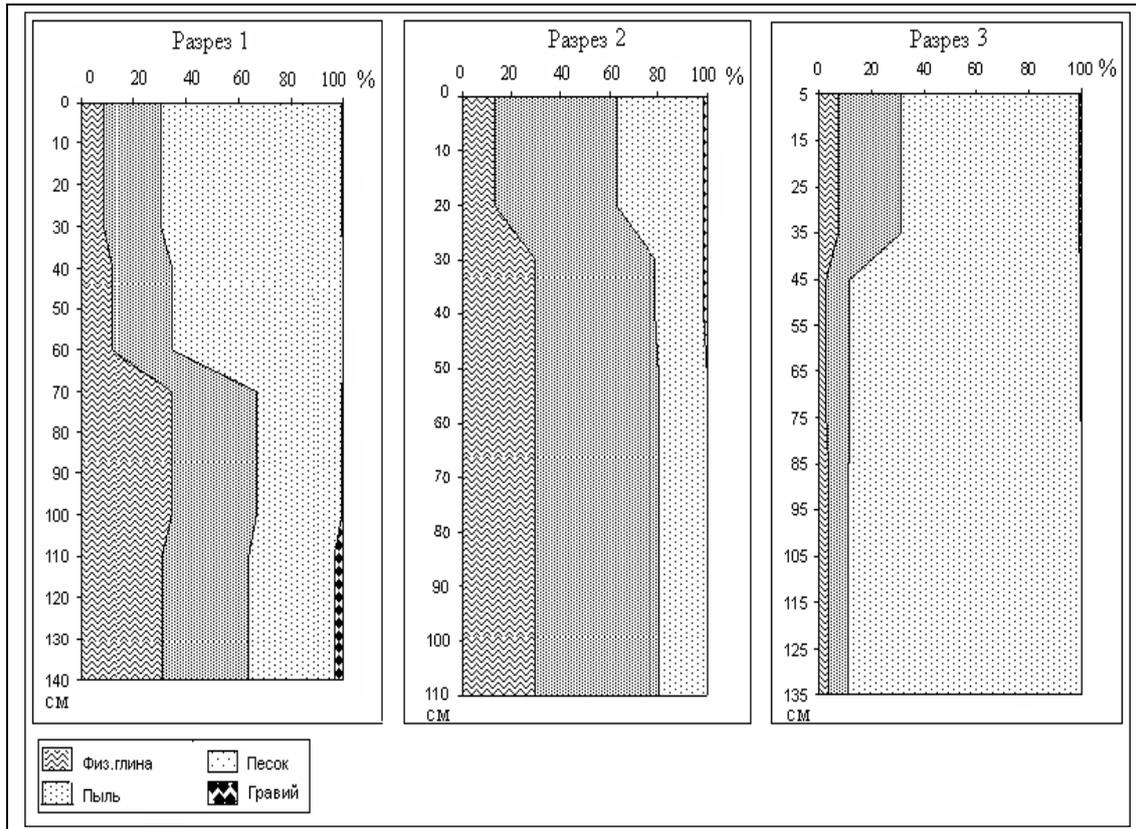


Рис. 2. Распределение фракций гранулометрических элементов почв по глубине

Таблица 2. Коэффициент фильтрации почв

Разрез №	Горизонт, глубина	Коэффициент пористости	Кф, м/сут
1	P (0–39)	1,38	0,58
	E (39–60)	0,61	0,18
	BHFg,fn (70–105)	0,51	0,003
	CG (105–140)	0,59	
2	P (0–24)	1,13	0,41
	E (25–36)	0,78	0,04
	Ct (36–110)	0,85	
3	P (0–36)	1,94	0,36
	BF (36–120)	0,85	0,76
	BFG (120–140)	0,85	–

Таблица 3. Почвенно-экологические индексы

Разрез	Средняя плотность сложения метрового слоя почвы, г/см <sup>3</sup>	$12,5 \cdot (2-V) \cdot П$	$\frac{\sum t > 10^\circ \cdot (KV - P)}{KK + 100} \cdot Дс$	ПЭИ
1	1,45	4,675	4,89	22,9
2	1,35	5,525	6,05	33,4
3	1,16	7,140	7,56	54,0

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований представлены в таблицах 1–3 и на рисунке 2. Из данных таблицы 1 следует, что наибольшим потенциальным плодородием обладает агрозем альфегумусовый (разрез 3). Данная почва автоморфного генезиса без признаков переувлажнения расположена на немелиорированных угодьях. Почвы гидроморфного генезиса разрезов 1 и 2 (на мелиорированных землях) по физическим параметрам различаются незначительно, однако генетически они различны (табл. 1 и 2). Все три почвы относятся к отделу альфегумусовых почв, распространённых на Северо-Западе РФ. Альфегумусовые почвы формируются в условиях промывного водного режима, в значительной степени обусловленного климатическими особенностями региона, при которых количество осадков существенно превышает величину физического испарения ( $KU > 1$ ). Установлено, что способ осушения территорий (открытый или закрытый дренаж) не имеет значения. Определяющим фактором для режима влажности данных почв является положение почвы в рельефе и гранулометрический состав почвообразующих пород, унаследованный в процессе почвообразования. В условиях эллювиирования (в том числе агрессивного воздействия кислых промывных вод) гранулометрический состав верхних горизонтов почв, по сравнению с породой, облегчается (рис. 2 и табл. 1–3). На двучленных отложениях (разрез 1) данный эффект усилен первичной неоднородностью почвообразующих пород, тогда как в пахотном горизонте почвы разреза 3 происходит относительное накопление тонкодисперсного материала, вероятно, за счет органического вещества, поступающего с удобрениями.

Согласно органолептическим наблюдениям в лаборатории, гумусовый горизонт почв разреза 1 обладает сильной гидрофобностью в сухом состоянии, что

может косвенно свидетельствовать о загрязнении данного горизонта углеводородами (мазут, бензин). В связи с этим необходимо прибегнуть к обработке пахотного горизонта почвы мелиорантами, которые повысят его гидрофильность. Гидрофобность пахотного горизонта приводит к чрезвычайно низким величинам коэффициента фильтрации при высоких значениях коэффициента пористости дневного горизонта данной почвы (табл. 2). Для почвы разреза 1 в целом характерна чрезвычайно низкая водопроницаемость, обусловленная, по предположению авторов, генетическими особенностями почвы – выраженным гидроморфизмом, окислением и оруденением иллювиального и глеевого горизонтов вследствие осушения системой открытого дренажа. Почва разреза 1 имеет контрастные по гранулометрическому составу верхние и нижние горизонты, что также способствует застою влаги на границе контакта горизонтов (на глубине 60–70 см) и формированию иллювиально-железистого горизонта ВНг. Не вполне ясной для авторов является индексация горизонта буквой «Н» – гумус (органические соединения – лат.) согласно классификации 2004 г. Многочисленные несостыковки в новой классификации почв существенно затрудняют работу с ней. Многочисленность индексов (дробность индексации) делает классификацию трудной для восприятия и применения неспециалистами в области географии и генезиса почв. Впрочем, вопросы классификации почв выходят за рамки данной работы, в связи с чем авторы ограничиваются сделанными замечаниями.

На глубине постоянного уровня грунтовых вод (разрез 1) существует геохимический барьер, приводящий к формированию малопроницаемого для воды оруденелого горизонта ВНFg,fn (на глубине 105–110 см оруденение переходит практически в сплошную плиту) с очень незначительным по величине коэффициентом фильтрации. Естественно, данный горизонт является водоупором.

Фильтрационные свойства почвы склоновых землях продуктивность разреза 2 также являются крайне низкими (табл. 2), связаны с переуплотнением, в связи с чем идет оглеение почвы по всему профилю. Физические параметры почв представлены в таблице 4. Из их анализа следует, что для повышения урожайности многолетних трав на участках разрезов 1 и 2 необходимы мероприятия по улучшению водного и теплового режимов почв. Также для повышения продуктивности почв рекомендуется применение удобрений с микроэлементами или только удобрение микроэлементами. Особенно это относится к почве разреза 1, где велика вероятность блокирования поступления микроэлементов в растения за счет выраженного крайне неблагоприятного режима влажности почвы (Зайдельман, 1985), то есть очевидного наличия в профиле закисных форм железа и марганца – блокираторов питания растений. Для участка разреза 3 мероприятия по улучшению физических свойств почвы не требуются. Физические свойства данной почвы (табл. 1) находятся в оптимуме и выше оптимума. Недостатком данной почвы, касающимся выращивания на ней многолетних трав, является ее склоновое расположение в рельефе. Известно, что на

склоновых землях продуктивность многолетних трав снижается (Яшин и др., 2001).

## ВЫВОДЫ

Представлена информация по физическим свойствам и параметрам глеевых, глееватых почв и почв автоморфного генезиса. Результаты данного исследования могут быть использованы при решении важных практических задач в области агрофизики, экологии и с/х производства, в том числе задачи получения стабильных рентабельных урожаев надлежащего качества. Также они могут способствовать созданию технической документации по усовершенствованным агротехнологиям адаптивно-ландшафтного земледелия с учетом физических свойств почв конкретного хозяйства.

Представлен опыт работы с новой субстантивно-генетической классификацией для определения таксономии почв Северо-Запада РФ.

Гидроморфизм значительно снижает качество почв, оцениваемое величиной баллов бонитета, что подтверждено в данной работе на экспериментальном материале.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баденко В.Л. 2013. Анализ экологических рисков в ГИС на основе нечётких множеств // Информация и космос. № 3–4. С. 78–84.
- Балашов Е.В., Моисеев К.Г. 2009. Нормативы оценки оптимизации физических параметров почв, обеспечивающие совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур в полевых и регулируемых условиях. СПб., АФИ. 28с.
- Бондарев А.Г., Медведев В.В. 1980. Некоторые пути определения оптимальных параметров агрофизических свойств почв // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв: сборник научных трудов Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., Наука. С. 85–98.
- Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. 1986. Методы исследования физических свойств почв. М., Агропромиздат. 416с.
- Гончаров В.М. 2010. Применение ГИС-технологий при агрофизической оценке территории // Вестник Оренбургского государственного университета. № 6. С. 100–105.
- ГОСТ 25584-90 (с изм. 1 1999) Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации.
- ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
- ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
- Зайдельман Ф.Р. 1985. Гидрологический режим почв нечернозёмной зоны. Л.: Гидрометеиздат. 328 с.
- Зайдельман Ф.Р. 2003. Мелиорация почв. 3-е изд. М.: МГУ. 448с.
- Караваева Н.А. 2000. Длительная агрогенная эволюция дерново-подзолистой почвы // Почвоведение. № 2. С. 169–179.

- Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. 2000. Почвоведение с основами геологии. М., Колос. 416с.
- Медведев В.В. 1988. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М., Агропромиздат. 160с.
- Методики и технологии почвенно-экологической оценки и бонитировки почв // [geftrend.ru](http://geftrend.ru): интернет изд. 2015. URL: <http://geftrend.ru/138944.html> (дата обращения 12.07.2015.).
- Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. [электронный ресурс]: утв. Минсельхозом РФ 24.09.2003, Россельхозакадемией 17.09.2003. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант плюс».
- Моисеев К.Г. 2002. Применение теории подобия в исследованиях физико-механических свойств почв: диссертация на соискание степени кандидата сельскохозяйственных наук. СПб. 153с.
- Моисеев К.Г. 2011. К оценке физического состояния дерново-подзолистых почв // Агрофизика. № 1. С. 38–44.
- Моисеев К.Г. 2012. Мониторинг агрофизических свойств пахотных почв Северо-Запада России. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing. 84 с. ISBN: 978-3-8473-9876-9.
- Моисеев К. Г., Рижия Е. Я., Бучкина Н. П., Балашов Е. В. 2011. Агрофизическая оценка состояния почвенно-растительного комплекса сельскохозяйственных земель Северо-Западного региона Российской Федерации // Сборник докладов заседаний Санкт-Петербургского отделения почвоведов им В.В. Докучаева за 2008-2011 гг./ Под ред. Н.Н. Матинян. СПб.: СПГУ. С. 9–18.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 12 октября 2013 г. № 922 г. Москва: О федеральной целевой программе: «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы» // RG.RU: ежедн. интернет-изд. 2015. URL: <http://www.rg.ru/2013/10/21/melioraciya-site-dok.html> (дата обращения 10.07.2015.).
- Растворова О.Г. 1983. Физика почв. Л.: ЛГУ. 195с.
- Розанов Б.Г. 2004. Морфология почв. М.: Академический проект. 432 с.
- Сорокина Н.П. 2006. Методология составления крупномасштабных агроэкологически ориентированных почвенных карт. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. 161 с.
- Составление и использование почвенных карт / Под ред. А.Д. Кашанского. М.: Агропромиздат. 273 с.
- Судницин И.И., Каманина И.З. 2008. Экологическая гидрофизика почв. Дубна, Междунар. ун-т природы, общества и человека. 181с.
- Умарова А.Б. 2008. Преимущественные потоки влаги в почвах: закономерности формирования и значение в функционировании почв. Автореф. дисс. доктора биол. наук. М., МГУ. 51 с.
- Усков И.Б., Усков А.О. 2014. Основы адаптации земледелия к изменениям климата: справочное издание. СПб.: Нестор-История. 385 с. ISBN 978-5-4469-0469-3.
- Шейн Е.В., Гончаров В.М. 2006. Агрофизика. Ростов-на-Дону: Феникс. 400 с.
- Шейн Е.В., Зинченко С.И., Мазиров М.А., Банников М.В., Григорьев А.А., Корчагин А.А., Фаустова Е.В., Умарова А.Б., Дембовецкий А.В., Гончаров В.М., Прохоров М.В. 2007. Оценка и прогноз агрофизического состояния почв сельскохозяйственных земель на примере комплекса элементарных почвенных ареалов Владимирского ополья: коллективная монография. Владимир: ООО «Транзит-ИКС». 80 с.
- Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И., Ефремов В.В. 1991. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. М.: Агропромиздат. 305 с.
- Яшин И.М., Шишов Л.Л., Раскатов В.А. 2001. Методология и опыт изучения миграции веществ. М.: МСХА. 173 с.
- Якушев В. П., Куртнер Д. А., Баденко В. Л., Арефьев Н. В., Кудашев Е. В., Кудлин В. 2000. Методология многокритериальной оценки земельных участков на основе алгоритмов теории нечетких множеств, интегрированных в геоинформационные системы // Доклады РАСХН. № 4. С. 42–43.
- Arshad M.A., Martin S. 2002. Identifying critical limits for soil indicators in agro-ecosystems // Agriculture, Ecosystems & Environment. №88. pp. 153–160.
- Letey J. 1985. Relationship between soil physical properties and crop production // Adv. Soil Sci. №1. pp. 277–294.