

Научная статья

УДК 631.4

DOI 10.46845/1997-3071-2026-82-83-97

Опыт бонитировки пахотных почв Калининградской области на основе почвенно-экологического индекса

Ольга Алексеевна Анциферова¹✉, Лидия Михайловна Демидова²,
Анастасия Алексеевна Чернявская³

^{1,2,3} Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

¹olga.antsiferova@klgtu.mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0001-5389-7243>

Аннотация. Статья посвящена апробации методик расчета показателей оценки качества пахотных почв на уровне муниципальных округов Калининградской области. В исследовании применен сравнительный анализ выборок типичных почв по значениям почвенно-экологического индекса, бонитета для зерновых культур и «нормативной урожайности» зернового эквивалента. Разнообразие почв в агроландшафтах обусловлено геоморфологическими и литологическими пространственными различиями. Общим фактором, лимитирующим бонитет зерновых культур, является повышенный гидроморфизм глеевых почв. В меньшей степени на качество почв и урожай оказывают влияние легкий или тяжелый гранулометрический состав, каменистость, эрозия. Из агрохимических свойств кислотность почв является основным негативом в Зеленоградском муниципальном округе. Значения почвенно-экологического индекса являются совокупным отражением агроклиматического потенциала, консервативных свойств почв и их агрохимического состояния. Это позволяет ранжировать почвы от потенциально наиболее продуктивных к менее продуктивным. Установлено, что лучшими почвами являются дерново-подзолистые неоглеенные и осушенные глееватые легкосуглинистого и среднесуглинистого состава с максимальным потенциалом бонитета на карбонатных почвообразующих породах. Значения почвенно-экологического индекса возрастают в связи с изменением агроклиматического потенциала в сторону увеличения суммы активных температур в первой четверти XXI в. Уровень урожайности зерновых культур за 2020–2025 гг. демонстрирует реализацию почвенно-экологического потенциала в первую очередь на осушенных глееватых дерново-подзолистых почвах Калининградской области. Расчетные показатели «нормативной урожайности», несмотря на ряд методических трудностей, в целом согласуются с пространственными закономерностями варьирования бонитета почв по зерновым культурам.

Ключевые слова: почвенно-экологический индекс, бонитет почв для зерновых культур, лимитирующие факторы, нормативная урожайность.

Благодарности: работа выполнена в рамках инициативной поисковой научно-исследовательской темы кафедры агрономии и агроэкологии ФГБОУ ВО «КГТУ» «Почвенные ресурсы Калининградской области: оценка, использование, продуктивность, управление», рег. № 13.16.022.2.

Для цитирования: Анциферова О. А., Демидова Л. М., Чернявская А. А. Опыт бонитировки пахотных почв Калининградской области на основе почвенно-экологического индекса // Известия КГТУ. 2026. № 82. С. 83–97. DOI 10.46845/1997-3071-2026-82-83-97.

Original article

Experience in rating arable soils in the Kaliningrad region based on the soil-ecological index

Ol'ga A. Antsiferova^{1✉}, Lidiya M. Demidova², Anastasiya A. Chernyavskaya³

^{1,2,3}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹olga.antsiferova@klgtu.mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0001-5389-7243>

Abstract. The article is devoted to testing of methods for calculating indicators of the quality of arable soils at the level of municipal districts in the Kaliningrad region. The study uses a comparative analysis of samples of typical soils based on the values of the soil-ecological index, the bonitet for grain crops, and the "normative yield" of grain equivalent. The diversity of soils in agro-landscapes is stipulated by the geomorphological and lithological spatial differences. The common factor limiting the quality of grain crops is the increased hydromorphism of gley soils. To a lesser extent, light or heavy granulometric composition, stony soil, and erosion affect soil quality and crop yields. Soil acidity is the main negative factor in the Zelenogradsky Municipal District. The values of the soil ecological index are a combined reflection of the agroclimatic potential, the conservative properties of the soils, and their agrochemical state. This allows for the ranking of soils from potentially the most productive to the least productive. It has been established that the best soils are sod-podzolic non- drained and drained gleyic soils of light loamy and medium loamy composition with the maximum potential of bonitet on carbonate soil-forming rocks. The values of the soil-ecological index increase due to the change in the agroclimatic potential towards an increase in the sum of active temperatures in the first quarter of the 21st century. The yield level of grain crops for 2020–2025 demonstrates the realization of soil and ecological potential, primarily on drained gleyic sod-podzolic soils in the Kaliningrad region. Despite a number of methodological difficulties, the calculated indicators of "standard yield" generally agree with the spatial patterns of soil quality variation for grain crops.

Keywords: soil-ecological index, soil quality for grain crops, limiting factors, standard yield.

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the initiative search research topic of the Department of Agronomy and Agroecology of the Kaliningrad State Technical University "Soil resources of the Kaliningrad region: assessment, use, productivity, management" Reg. No. 13.16.022.2.

For citation: Antsiferova O. A., Demidova L. M., Chernyavskaya A. A. Experience in rating arable soils in the Kaliningrad region based on the soil-ecological index. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2026;(82):83–97. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2026-82-83-97.

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы оценки качества пахотных земель обострились в связи с изменением климата [1–3]. Государственные задачи повышения эффективности землепользования в области сельского хозяйства в РФ [4, 5] касаются напрямую проблемы совершенствования землеоценочной методологии для ранжирования почв сельскохозяйственных угодий по категориям пригодности и продуктивности [6–8].

Калининградская область в последнее десятилетие является лидером Северо-Западного округа по урожайности зерновых культур и озимого рапса [8]. Поэтому на примере данного субъекта РФ актуальна апробация методологических подходов качественной оценки почв сельскохозяйственных угодий для выявления объективности получаемых баллов бонитета, фактической продуктивности почв и их ресурсного потенциала.

Наиболее существенным достижением в землеоценочных показателях явился предложенный еще в советский период И. И. Кармановым с соавторами подход определения бонитета почв на основе почвенно-экологического индекса [9]. Позднее эта методика была официально рекомендована для оценки почв [6], и в последние годы на ее базе разработана методология определения качества почв и расчета «нормативной урожайности», утвержденная ГОСТ Р 70229-2022 [10].

Наряду с этим на областном уровне в XX в. в системе Калининградского филиала СевЗапГипрозема последовательно реализовывалась землеоценочная схема на основе статистических моделей для расчета «нормальной» урожайности [11]. В начале XXI в. были проведены новые бонитировочные расчеты [12]. Однако на областном уровне неполностью учитывались агроклиматические условия, некоторые важные, лимитирующие урожай, свойства почв (эродированность, каменистость, кислотность). Основным итогом бонитировки явилось последовательное снижение качества и цены почв в ряду от неоглеенных к осушенным глееватым и глеевым. В настоящее время данный факт вступает в противоречие с фактической урожайностью [8] при том, что неоспоримо абсолютное преобладание в агроландшафтах области глееватых осушенных почв [13, 14]. Также остается нерешенным вопрос, почему осушенные почвы, в которые вложены в советский период огромные инвестиции на строительство и реконструкцию дренажных систем, имеют низкие баллы бонитета, чем неосушенные.

Цель работы – определение почвенно-экологического индекса и потенциала продуктивности в связи с фактической и «нормативной» урожайностью в четырех муниципальных округах (МО) Калининградской области – Зеленоградском, Гурьевском, Полесском и Гусевском.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования являются почвы с разными генетическими характеристиками и уровнем плодородия. Изучен почвенный покров сельскохозяйственных угодий в четырех МО, расположенных в разных частях Калининградской области: 1) на западе (Зеленоградский) в пределах Самбийской моренной возвышенности; 2) в пригодной зоне Калининграда (Гурьевский) в условиях сочетания мо-

ренных и озерно-ледниковых волнистых равнин; 3) на севере (Полесский) на территории Полесской низменности; 4) на востоке (Гусевский) в границах волнистой Шешупской озерно-ледниковой равнины [15].

Методология исследования включает комплексный подход: 1) качественную оценку почв с определением почвенно-экологического индекса (ПЭИ) [9] с учетом климатических условий второй половины XX в. и первой четверти XXI в.; 2) выявление лимитирующих урожайность факторов для типичных пахотных почв в четырех МО; 3) расчет «нормативной урожайности» зерновых культур; 4) анализ полученных результатов в связи с фактической урожайностью по зерновым культурам и оценкой перспектив ресурсного потенциала почв. Реализация такого подхода, как и сравнительный расчет ПЭИ, проведен для Калининградской области впервые.

Расчет ПЭИ выполняли по формуле:

$$\text{ПЭИ} = 12,5 (2 - V) \times \Pi \times D_c (\Sigma t > 10^\circ (\text{КУ} - \Pi)) / (KK + 100) \times A, \quad (1)$$

где *ПЭИ* – почвенно-экологический индекс; 12,5 – постоянный множитель; *V* – плотность почвы (в среднем для метрового слоя), 2 – максимально возможная плотность почв при их предельном уплотнении, г/см³; *Π* – «полезный» объем почвы (в метровом слое); *D_c* – дополнительно учитываемые свойства (щебнистость, каменистость, гидроморфизм, эродированность, солонцеватость, засоленность); $\Sigma t > 10^\circ$ – среднегодовая сумма температур более 10 °С; *KY* – коэффициент увлажнения; *P* – поправка к КУ; *KK* – коэффициент континентальности; *A* – итоговый агрохимический показатель (из произведения поправочных коэффициентов на содержание подвижного фосфора и калия, уровень кислотности).

Расчет балла бонитета для зерновых (без кукурузы) проводится в соответствии с нормативным коэффициентом [10, с. 223], который для Калининградской области принят 0,94 для всех суглинистых почв, а для песчаных и супесчаных – 0,03. «Нормативную урожайность» определяли по ГОСТ Р 70229-2022 [10]:

$$H_y = [33,2 \times 1,4] \times [(A\P/10) \times (K1 \times K2 \times K3) \times (K4)], \quad (2)$$

где *H_y* – нормативная урожайность зерновых культур; $[33,2 \times 1,4]$ – блок расчета относительного качества почв (в баллах бонитета) с постоянными множителями; 33,2 – нормативная урожайность (ц/га) зерновых культур на эталонной почве, полученная при применении среднего уровня технологий при базовом значении; 1,4 – коэффициент пересчета на уровень урожайности при интенсивной технологии возделывания; *AΠ/10* – блок расчета почвенно-климатического бонитировочного балла относительного качества почв, в котором *AΠ* – величина местного агроклиматического потенциала для зерновых культур; 10,0 – базовое значение величины *AΠ*; *K1*, *K2*, *K3* – блок расчета свойств пахотного слоя (содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, содержание физической глины в пахотном слое); *K4* – блок расчета негативных показателей.

Выборка типичных почв в каждом МО проведена по базе архивных материалов почвенных очерков и списков почв [13]. Для оценки агроклиматических показателей использованы региональные источники [16, 17], справочник агроклиматического зонирования [17], архив данных Гидрометцентра [18]. Расчет и статистическая обработка показателей выполнены в программе Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на малую площадь, почвенный покров изученных МО имеет почвенно-географические различия. В целом Калининградская область относится к бореальному поясу Европейско-Западно-Сибирской таежно-лесной области, зоне дерново-подзолистых почв южной тайги, Калининградской провинции дерново-подзолистых слабонасыщенных и вторично-насыщенных почв и буроземов кислых оподзоленных, по другим источникам – к Прибалтийской провинции дерново-подзолистых слабогумусированных и болотно-подзолистых почв [19, 20]. Внутриобластное районирование почв проведено Е. Н. Рудневой в начале 50-х годов XX в. [21] по материалам экспедиции А. А. Завалишина. Зеленоградский и большая часть Гурьевского МО входят в Земландский район, но первый – в подрайон буроземов суглинистых и дерново-подзолистых иллювиально-гумусово-железистых супесчаных и песчаных почв на морене, а второй – в подрайон дерново-остаточно-подзолистых большей частью поверхностно-оглеенных почв на перемытых двухчленных ледниковых отложениях. Наличие буроземов подтверждено современными исследованиями [14]. Полесский МО относится в основном к Центральному Дейма-Прегольскому району дерново-остаточно-подзолистых и дерново-глеевых суглинистых почв на двухчленных ледниковых отложениях. Гусевский МО располагается в пределах Инстручского и Анграпа-Писсовского районов с дерново-остаточно-подзолистыми оглеенными и дерново-глеевыми почвами средне-и тяжелосуглинистого состава на озерных, водно-ледниковых и ледниковых отложениях. Следовательно, различия почвенного покрова пахотных угодий МО на уровне почвенных районов обусловлены в первую очередь геоморфологическими и литологическими особенностями, долевым участием почв разной степени оглеения. Эти консервативные особенности природного экологического разнообразия почв отражаются в баллах бонитета.

Раскрыть специфику почвенного покрова помогает агроэкологический анализ лимитирующих урожайность факторов на пахотных угодьях. Для большей информативности негативные показатели были разделены на две группы: 1) собственно почвенные по признакам консервативных генетических особенностей почв; 2) агрохимические – по признаку агрономически важных регулируемых свойств пахотного горизонта в таежно-лесной зоне (рис. 1). В результате исследования установлено, что наибольшее доленое участие среди всех почвенных факторов имеет гидроморфизм (рис. 1), что обусловлено гумидностью климата и повсеместным грунтовым переувлажнением почв. Максимальная доля оглеенных почв среди четырех изученных округов приходится на Полесский МО в связи с низкими отметками поверхности над уровнем моря. Специфической чертой почвенного покрова в Зеленоградском МО является значительная доля почв с легким гранулометрическим составом (супеси и легкие опесчаненные суглинки). Напротив, тяжелые озерно-ледниковые глины часто встречаются на пахотных угодьях в Гусевском районе.

Фактическая эродированность почв и эрозионно-опасные участки с холмистым рельефом присутствуют во всех районах, но существенный вклад в снижение бонитета (до 8–15 %) характерен для Гусевского МО (северная часть Виштынецкой

возвышенности) и Зеленоградского МО (Самбийская возвышенность). Каменистость почв на пашне – явление типичное для моренных равнин Валдайского оледенения. Степень каменистости чаще всего соответствует слабой.

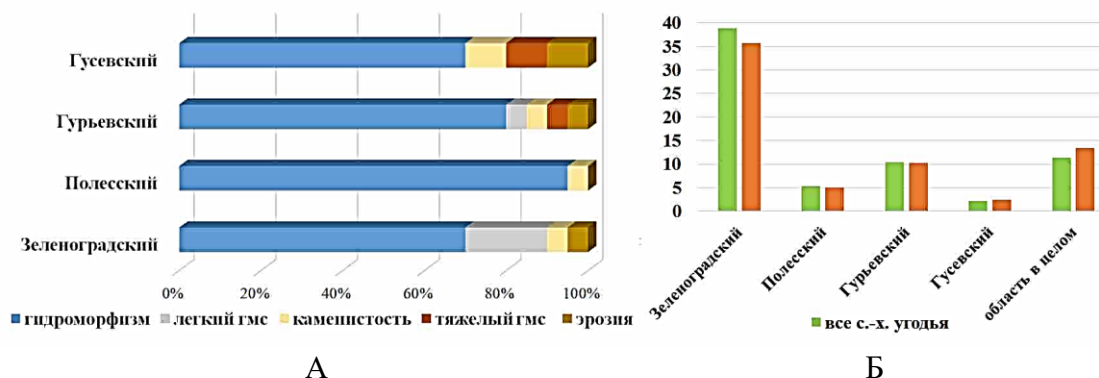


Рис. 1. Негативные факторы продуктивности зерновых культур. А – вклад лимитирующих факторов в снижение бонитета зерновых культур; Б – доля кислых почв на сельскохозяйственных угодьях Калининградской области на 1.01.2020
Fig. 1. Negative factors affecting the productivity of grain crops. A – contribution of limiting factors to the decrease in the quality of grain crops; B – share of acidic soils on agricultural land in the Kaliningrad Region as of January 1, 2020

Из агрохимических регулируемых свойств наиболее негативным является кислотность почв. Мы обработали данные Калининградского филиала «РосАгрохимслужбы» [13] и установили, что наибольшая доля кислых почв характерна для пахотных угодий в Зеленоградском МО. Это обусловлено быстрым выщелачиванием ионов кальция и магния в условиях легкого гранулометрического состава и приморского климата. В Гусевском МО преобладают почвы на карбонатных отложениях. Они отличаются большей буферностью к подкислению, поэтому процент кислых почв там минимален. Таким образом, итогом агроэкологического анализа почв явилось выявление негативных факторов, на которые вносятся поправки в расчет ПЭИ и «нормативной урожайности» зерновых культур.

Результаты расчета ПЭИ, бонитета зерновых по ПЭИ и «нормативной урожайности» зерновых культур приведены в табл. 1–3. В связи с выраженным трендом изменения среднегодовой температуры воздуха в сторону потепления в XXI в. значения ПЭИ рассчитаны по справочным климатическим показателям для второй половины XX в. и первой четверти XXI в. [15,16, 18].

Таблица 1. Почвооценочные показатели для пахотных почв Зеленоградского МО
Table 1. Soil assessment indicators for arable soils in Zelenogradsky District

Почвы	Гранулометрический состав	Почвообразующие породы	ПЭИ		Б	НУ
			1	2		
1	2	3	4	5	6	7
ПД, ЛБ	супесчаные	водно-ледниковые пески и супеси	43,7	51,3	46,7	29,6
	супесчаные	моренные суглинки	46,0	54,0	49,1	31,7
	легкосуглинистые	моренные суглинки	53,1	61,3	57,6	42,3

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
ПДг, ЛБг	супесчаные	водно-ледниковые пески и супеси	47,4	51,3	46,7	29,6
	супесчаные	моренные суглинки	47,4	51,3	46,7	31,7
	легкосуглинистые	моренные суглинки	55,5	61,9	58,2	42,3
ПДг	супесчаные	моренные суглинки	44,9	53,2	50,0	31,7
	легкосуглинистые	моренные суглинки	48,4	53,7	50,5	33,8
	среднесуглинистые	моренные суглинки	42,6	50,5	47,5	33,8
ДГ	супесчаные	моренные суглинки	38,2	44,3	40,3	28,5
	легкосуглинистые	моренные суглинки	47,1	54,6	51,3	31,7
	среднесуглинистые	моренные суглинки	46,0	53,4	50,2	31,7
	тяжелосуглинистые	моренные суглинки	36,7	42,6	40,0	28,5

Примечание. Почвы: ПД – дерново-подзолистые, ЛБ – буроземы, ПДг – дерново-подзолистые глееватые, ЛБг – буроземы глееватые, ПДГ – дерново-подзолистые глеевые, ДГ – дерново-глеевые, АБ – аллювиальные болотные. Все оглеенные и болотные почвы осушены, степень эффективности осушения принята удовлетворительной. 1 – для второй половины XX в.; 2 – для первой четверти XXI в.; Б – балл бонитета для зерновых культур на основе ПЭИ; НУ – «нормативная урожайность» зернового эквивалента (упрощенный расчет). Приведены усредненные данные для типичных по степени окультуренности почв на пахотных угодьях

Изученные МО входят в группу слабо континентального климата, что обеспечивает высокий агроклиматический потенциал территории за счет лучшей влагообеспеченности. При этом с запада на восток области выражено нарастание степени континентальности от Зеленоградского (112) к Гусевскому МО (120). Климатические изменения отразились на повышении суммы активных температур (выше 10 °С) за год на 50–100 °С. Это внесло решающий вклад в увеличение значения агроклиматического потенциала, итоговой величины ПЭИ и балла бонитета зерновых в XXI в. по сравнению со второй половиной XX в.

Таблица 2. Почвооценочные показатели для пахотных почв Гурьевского и Полесского МО

Table 2. Soil assessment indicators for arable soils in the Guryevsky and Polessky districts

Почвы	Гранулометрический состав	Почвообразующие породы	ПЭИ		Б	НУ
			1	2		
1	2	3	4	5	6	7
Гурьевский МО						
ПД	супесчаные	моренные суглинки	47,1	53,4	48,6	31,7
	легкосуглинистые	моренные суглинки	56,6	65,7	61,7	42,3
	среднесуглинистые	моренные суглинки	56,6	65,7	61,8	42,3
ПДг	супесчаные	моренные суглинки	49,7	57,8	54,4	31,7
	легкосуглинистые	моренные суглинки	55,3	59,1	55,6	42,3
	среднесуглинистые	моренные суглинки	51,0	59,1	55,5	42,3
	тяжелосуглинистые	двучленные отложения	45,4	52,6	49,5	30,4

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
ПДГ	легкосуглинистые	моренные суглинки	44,8	52,5	49,4	33,8
	среднесуглинистые	моренные суглинки	44,8	52,5	49,4	33,8
	тяжелосуглинистые	двучленные отложения	41,5	47,5	44,6	24,7
ДГ	среднесуглинистые	моренные суглинки	47,2	54,1	50,8	31,7
	тяжелосуглинистые	двучленные отложения	36,8	43,1	40,5	19,0
Полесский МО						
ПДг	легкосуглинистые	моренные суглинки	57,4	65,8	61,8	42,3
	среднесуглинистые	моренные суглинки	57,4	65,8	61,8	42,3
	тяжелосуглинистые	моренные суглинки	46,0	52,7	49,5	32,4
ПДГ	легкосуглинистые	моренные суглинки	47,8	55,4	52,1	33,8
	среднесуглинистые	моренные суглинки	47,8	55,4	52,1	33,8
	тяжелосуглинистые	моренные суглинки	39,4	45,7	42,9	28,5
ДГ	среднесуглинистые	моренные суглинки	46,0	52,1	48,9	31,7
	тяжелосуглинистые	двучленные и моренные отложения	36,7	41,6	39,1	19,0
АБ	перегной/торф	аллювиальные отложения	46,9	53,0	47,6	29,6

Следовательно, современный высокий уровень урожайности имеет климатическую основу. В настоящее время в Калининградской области наибольший агроклиматический потенциал в Нечерноземной полосе России. Величины ПЭИ показывают, что во всех МО лучшими почвами являются легко- и среднесуглинистые разновидности дерново-подзолистых и буроземов. При этом осушенные глееватые почвы сравнимы по значениям ПЭИ с неоглееными. Существенное снижение ПЭИ и бонитета зерновых наблюдается на глеевых почвах (дерново-подзолистых глеевых и дерново-глеевых) вследствие повышенного гидроморфизма.

Особенно это характерно для тяжелосуглинистых разновидностей по причине низких коэффициентов фильтрации в условиях гумидного климата. Почвы легкого гранулометрического состава (супесчаные) также имеют пониженные баллы бонитета в связи с комплексом экологических негативов (низкой влагоудерживающей способностью, слабой обеспеченностью элементами питания, повышенной кислотностью, подверженностью эрозии). Обращает на себя внимание, что в Полесском МО аллювиальные болотные почвы при эффективном осушении и средней степени окультуренности на польдерах имеют удовлетворительные баллы бонитета, что подчеркивает их потенциал продуктивности.

Таблица 3. Почвооценочные показатели для пахотных почв Гусевского МО
Table 3. Soil assessment indicators for arable soils in Gusevsky District

Почвы	Гранулометрический состав	Карбонатные почвообразующие породы	ПЭИ		Б	НУ
			1	2		
1	2	3	4	5	6	7
ПД	среднесуглинистые	моренные суглинки	56,6	68,6	64,5	42,3
	тяжелосуглинистые	моренные суглинки	52,1	61,5	54,8	36,2

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
ПДг	легкосуглинистые	моренные или озерно-ледниковые	58,1	68,5	64,3	42,3
	среднесуглинистые	моренные суглинки	58,1	68,5	64,3	42,3
	тяжелосуглинистые	моренные или озерно-ледниковые	49,0	56,5	53,1	34,3
ПДГ	среднесуглинистые	моренные суглинки	50,2	58,5	55,0	33,8
	тяжелосуглинистые	моренные или озерно-ледниковые	41,0	48,3	45,4	28,5
ДГ	среднесуглинистые	моренные суглинки	53,5	56,6	53,2	31,7
	тяжелосуглинистые	моренные или озерно-ледниковые	38,5	46,0	43,2	19,0

При сравнении ПЭИ и баллов бонитета на уровне районов обнаруживается тенденция к увеличению значений от Зеленоградского к Гусевскому МО. Следовательно, агроэкологический потенциал продуктивности дерново-остаточно-подзолистых почв (в том числе глееватых) на карбонатных отложениях является максимальным в области. Этот вывод сопоставим с данными по оценке почв 1981 г. [11, с. 41] только в части неосушенных неоглеенных почв. Тогда максимальные баллы бонитета (60,7–61,7) в области получили дерново-слабо- и скрытоподзолистые легко-и среднесуглинистые почвы на карбонатных отложениях.

При введении в формулу расчета агрохимических значений, отвечающих хорошей окультуренности почв, значения ПЭИ на пашне для легко- и среднесуглинистых разновидностей составляли 90–105 баллов. Это также подтверждает высокий ресурсный потенциал глееватых почв.

Расчет «нормативной урожайности» зернового эквивалента дал цифры значительно ниже, чем бонитет по ПЭИ. Это объясняется особенностями самой методики. В формуле имеются постоянные множители эталонной урожайности и коэффициента на интенсивность технологии. Поэтому при агроклиматическом потенциале 10 и отсутствии негативных свойств почв максимальная величина «нормативной урожайности» – 46,48 ц/га. Данный подход имеет ряд существенных недостатков, однако он принят в методике оценки потенциала продуктивности почв [22] и реализован при составлении Единой федеральной карты-схемы земель сельскохозяйственного назначения в 2025 г. Авторы принимали участие в данном проекте, поэтому исходя из опыта работ провели сопоставление баллов бонитета по ПЭИ и НУ. Значения НУ являются основанием для ранжирования пашни по урожайности в зерновом эквиваленте на 4 зоны от лучших к худшим почвам: 1) НУ более 40 ц/га; 2) 40–30; 3) 30–20; 4) 20–10. В табл. 2–4 приведены значения НУ при агроклиматическом потенциале 9,1, которые соответствуют «Справочнику агроклиматического зонирования» для территории Калининградской области [17], однако ниже фактических показателей для первой четверти XXI в. Полученные значения НУ в общей выборке из всех почв четырех МО имеют высокую корреляционную связь с баллом бонитета зерновых по ПЭИ ($r = 0,9$). Это в принципе подтверждает высокий ресурсный потенциал пахотных почв, в том числе осушенных глееватых дерново-подзолистых легко- и среднесуглинистых, которые вошли в первую зону урожайности.

Однако нами проведен упрощенный расчет без коэффициентов на мощность гумусового горизонта и поправок, которые снижают итоговое значение НУ и переводят почвы на зону ниже, соответственно, уменьшая цену на 1 га пашни. Можно заключить, что почвенно-экологический индекс полнее отражает региональные особенности пространственной неоднородности почв сельскохозяйственных угодий. В Северо-Западном регионе к аналогичному выводу пришли исследователи в Ленинградской области [23, 24].

Фактическая урожайность зерновых за последние шесть лет отражена на рис. 2.

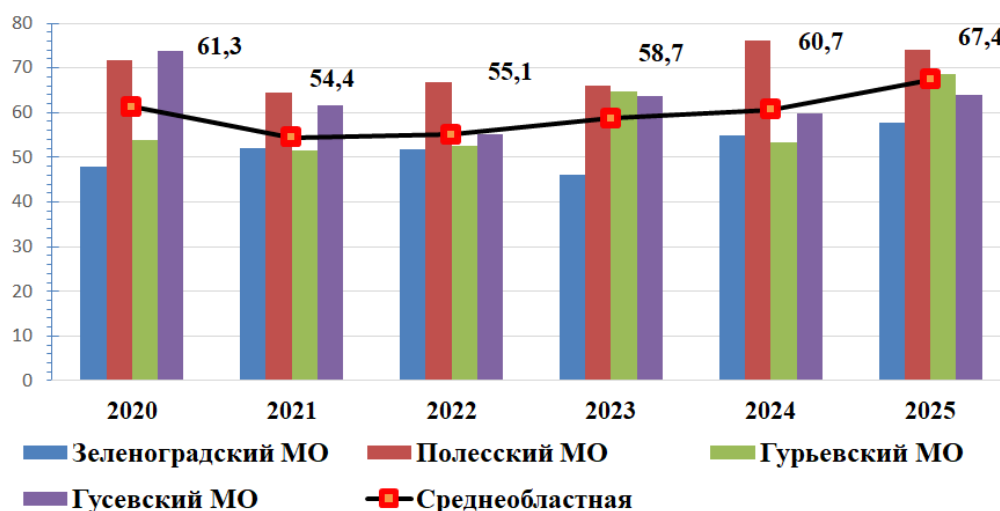


Рис. 2. Урожайность зерновых культур (ц/га) по четырем муниципальным округам в 2020–2025 гг. в сравнении со среднеобластной

Fig. 2. Grain crop yields (kg/ha) in four municipal districts in 2020-2025, compared to the regional average

Агроэкологический потенциал почв в Гусевском МО реализуется не каждый год. В то же время за счет интенсивных систем удобрения, оптимальных сортов и улучшения состояния мелиоративных систем на пахотных почвах Полесского МО осушенные глееватые почвы показывают максимальную продуктивность зерновых культур выше среднеобластных значений. В Зеленоградском МО действие негативных экологических факторов (легкий гранулометрический состав, эрозия, высокая доля кислых почв) стабильно приводит к снижению урожайности. Следует отметить, что климатические условия 2020–2025 гг. были в целом благоприятны для выращивания зерновых, прежде всего за счет высоких среднегодовых температур воздуха и количества осадков на уровне или ниже среднееголетних значений. В таких условиях среднеобластные показатели на осушенных почвах значительно выше расчетной «нормативной урожайности» в условиях оптимального сочетания агроклиматических условий и технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геоэкологические факторы оказывают значительное влияние на разнообразие почвенного покрова на пахотных почвах в муниципальных округах Калининградской области, что четко отражается в значениях ПЭИ.

Основным лимитирующим урожайность фактором является повышенный гидроморфизм дерново-подзолистых глеевых, дерново-глеевых почв. Значительно меньшее долевое участие на снижение бонитета почв оказывают кислотность, эрозия, каменистость, легкий и тяжелый гранулометрический состав почв.

Во всех изученных муниципальных округах максимальные баллы почвенно-экологического индекса, бонитета зерновых культур и «нормативной урожайности» зернового эквивалента выявлены для легко- и среднесуглинистых дерново-подзолистых и буроземных почв неоглеенных и осушенных глееватых. Лучшими почвами по потенциалу продуктивности являются осушенные дерново-подзолистые глееватые на карбонатных отложениях Гусевского МО.

Значения ПЭИ для территории Калининградской области в условиях современных климатических изменений увеличились по сравнению со второй половиной XX в., что обеспечило прирост урожайности зерновых культур.

ПЭИ рекомендуется для оценки пространственной изменчивости потенциала продуктивности пахотных почв на уровне муниципальных округов и отдельных сельскохозяйственных предприятий.

Список источников

1. Analyzing the Impact of Intensive Agriculture on Soil Quality: A Systematic Review and Global Meta-Analysis of Quality Indexes / H. I. Bedolla-Rivera, M. d. I. L. X. Negrete-Rodríguez, F. P. Gámez-Vázquez [et al.]. – DOI: 10.3390/agronomy13082166 // *Agronomy*. – 2023. – Vol. 13. – Iss. 8. – P. 21–66.
2. Comparative Evaluation Methods of Comprehensive Soil Fertility in Jiangsu's Coastal Saline-Alkali Land / Z. Wang, S. Wang, L. Xu. – DOI: 10.3390/land14030469. – Текст: электронный // *Land*. – 2025. – Vol. 14. – Iss. 469. – URL: <https://doi.org/10.3390/land14030469> (дата обращения: 7.07.2026).
3. Evaluating the Soil Quality Index Using Three Methods to Assess Soil Fertility / H. Chaudhry, H. B. Vasava, S. Chen [et al.]. – DOI: 10.3390/s24030864 // *Sensors (Basel)*. – 2024. – Vol. 24 (3). – Iss. 864. – P. 2–17.
4. О государственной программе «Эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса»: Постановление Правительства Российской Федерации от 14.05.2021 № 731. – Текст: электронный // Гарант: сайт. – URL: <https://base.garant.ru/400773886/> (дата обращения: 10.05.2026). – 27 с.
5. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г.: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.09.2022 № 2567-р. – Текст: электронный // Правительство России: сайт. – URL: <http://static.government.ru/media/files/G3hzRyrGPbmFAf-BFgmEhxTrec694MaHp.pdf> (дата обращения: 10.05.2026). – 47 с.

6. Оценка качества и классификация земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве: практическое пособие / А. К. Оглезнев, Т. А. Куприян, Т. Е. Норкина [и др.]. – Москва: ФГУП «Росземкадастрсъемка – ВИСХАГИ», 2007. – 132 с.
7. Кирюшин, В. И. Задачи оптимизации землепользования в России / В. И. Кирюшин. – DOI: 10.19047/0136-1694-2023-116-5-25 // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. – 2023. – № 116. – С. 5–25.
8. Калининградская область в цифрах. 2025: статистический ежегодник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области (Калининградстат). – Калининград, 2025. – 276 с.
9. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв / Л. Л. Шишов, Д. Н. Дурманов, И. И. Карманов, В. В. Ефремов. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 304 с.
10. ГОСТ Р 70229–2022. Почвы. Показатели качества почв. – Введ. 2022–07–25. – Москва: Стандартинформ, 2022. – 26 с.
11. Оценка земель Калининградской области / отв. В. А. Федоров. – Калининград: Калининградский филиал «СевЗапГипрозем», 1981. – 350 с.
12. Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий Калининградской области: Постановление Администрации Калининградской области от 30.04.2002 № 139. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/469721036> (дата обращения: 19.05.2026).
13. Панасин, В. И. Почвы Калининградской области и их агрохимические свойства / В. И. Панасин, К. В. Депутатов, М. И. Вихман. – Калининград: Изд-во Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта, 2020. – 232 с.
14. Анциферова, О. А. Гидрологический режим и агроэкологическая оценка почв агроландшафтов Самбийской равнины / О. А. Анциферова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 356 с.
15. Географический атлас Калининградской области / гл. ред. В. В. Орленок. – Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002. – 276 с.
16. Агроклиматический справочник по Калининградской области. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1961. – 130 с.
17. Справочник агроклиматического зонирования субъектов Российской Федерации / под ред. С. И. Носова. – Москва: Маройсека, 2010. – 208 с.
18. Средние месячные и годовые температуры воздуха в Калининграде. – Текст: электронный // Погода и климат: сайт. – URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/history/26702.htm> (дата обращения: 14.02.2026).
19. Герасимова, М. И. География почв России / М. И. Герасимова. – Москва: Юрайт, 2026. – 333 с. – ISBN 978–5–534–15516–7.
20. Урусевская, И. С. Почвенно-географическое районирование как научное направление и основа рационального землепользования / И. С. Урусевская, И. О. Алябина, С. А. Шоба // Почвоведение. – 2015. – № 9. – С. 1020–1035.
21. Почвенная карта Калининградской области / сост. Е. Н. Руднева. – Москва: Почвенный институт АН СССР, 1953.
22. Методика инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации с целью формирования единой федеральной карты-схемы земель сельскохозяйственного назначения, включая сельскохозяйственные угодья:

в 3 т. Т. 3. Методика создания единой почвенной карты на территории субъектов Российской Федерации на основе архивных материалов почвенных обследований: методические рекомендации / Д. Н. Козлов, С. И. Комаров, Д. И. Рухович [и др.]; под общ. ред. А. В. Федоринова. – Москва, 2025. – 69 с.

23. Chebykina, E. Y. Agroecological Assessment of Arable Lands in the Lenin-grad Region of Russia under the Influence of Climate Change / E. Y. Chebykina, E. V. Abakumov. – DOI: 10.3390/agronomy14092113. – Текст: электронный // *Agronomy*. – 2024. – Vol. 14. – Iss. 2113. – URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy14092113> (дата обращения: 8.07.2026).

24. Анализ методик бонитировки почв и оценки продуктивности земель / И. Б. Усков, О. В. Кононенко, П. А. Суханов, О. А. Усков // *Агрохимический вестник*. – 2023. – Т. 5. – С. 81–89.

References

1. Analyzing the Impact of Intensive Agriculture on Soil Quality: A Systematic Review and Global Meta-Analysis of Quality Indexes / H. I. Bedolla-Rivera, M. d. I. L. X. Negrete-Rodríguez, F. P. Gámez-Vázquez [et al.]. – DOI: 10.3390/agronomy13082166 // *Agronomy*. – 2023. – Vol. 13. – Iss. 8. – P. 21–66.

2. Comparative Evaluation Methods of Comprehensive Soil Fertility in Jiangsu's Coastal Saline-Alkali Land / Z. Wang, S. Wang, L. Xu. – DOI: 10.3390/land14030469 – Text: electronic // *Land*. – 2025. – Vol. 14. – Iss. 469. – URL: <https://doi.org/10.3390/land14030469> (accessed on 07.07.2026).

3. Evaluating the Soil Quality Index Using Three Methods to Assess Soil Fertility / H. Chaudhry, H. B. Vasava, S. Chen [et al.]. – DOI: 10.3390/s24030864 // *Sensors* (Basel). – 2024. – Vol. 24 (3). – Iss. 864. – P. 2–17.

4. On the state program "Effective involvement in the turnover of agricultural lands and the development of the land reclamation complex": decree of the Government of the Russian Federation No. 731 of 14.05.2021. – Text: electronic // Garant: site. – URL: <https://base.garant.ru/400773886/> (accessed on 10.05.2026). – 27 p.

5. Strategy for the development of the agro-industrial and fisheries complexes of the Russian Federation for the period up to 2030: decree of the Government of the Russian Federation No. 2567-r of 08.09.2022. – Text: electronic // Government of Russia: site. – URL: <http://static.government.ru/media/files/G3hzRyrGPbmFAfBFgmEhx-Trec694MaHp.pdf> (accessed on 10.05.2026). – 47 p.

6. Assessment of land quality and classification of lands according to their suitability for agricultural use: a practical guide / A. K. Ogleznev, T. A. Kupriyan, T. E. Norkina [et al.]. – Moscow: FGUP "Roszemkadastrsyemka – VISKHAGI", 2007. – 132 p.

7. Kiryushin, V. I. Tasks of Land Use Optimization in Russia / V. I. Kiryushin. – DOI: 10.19047/0136-1694-2023-116-5-25 // *Bulletin of the V. V. Dokuchaev Soil Institute*. – 2023. – No. 116. – P. 5–25.

8. Kaliningrad Region in figures. 2025: statistical yearbook / Territorial Body of the Federal State Statistics Service for the Kaliningrad Region (Kaliningradstat). – Kaliningrad, 2025. – 276 p.

9. Theoretical foundations and methods of soil fertility regulation / L. L. Shishov, D. N. Durmanov, I. I. Karmanov, V. V. Efremov. – Moscow: Agropromizdat, 1991. – 304 p.
10. State Standard R 70229–2022. Soils. Soil quality indicators. – Introduced 2022–07–25. – Moscow: Standartinform, 2022. – 26 p.
11. Land assessment in the Kaliningrad Region / ed. by V. A. Fedorov. – Kaliningrad: Kaliningrad Branch "SevZapGiprozem", 1981. – 350 p.
12. On approval of the results of the state cadastral assessment of agricultural land in the Kaliningrad Region: decree of the Administration of the Kaliningrad Region No. 139 of 30.04.2002. – Text: electronic // Electronic Fund of Legal and Regulatory Documents: site. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/469721036> (accessed on 19.05.2026).
13. Panasin, V. I. Soils of the Kaliningrad Region and their agrochemical properties / V. I. Panasin, K. V. Deputatov, M. I. Vikhman. – Kaliningrad: Publishing House of the Immanuel Kant Baltic Federal University, 2020. – 232 p.
14. Antsiferova, O. A. Hydrological regime and agroecological assessment of soils in agro-landscapes of the Sambian Plain / O. A. Antsiferova. – Kaliningrad: Publishing House of Kaliningrad State Technical University, 2022. – 356 p.
15. Geographical atlas of the Kaliningrad Region / ed. in chief V. V. Orlenok. – Kaliningrad: KSU Publishing House; CNIT, 2002. – 276 p.
16. Agroclimatic handbook for the Kaliningrad Region. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1961. – 130 p.
17. Handbook of agroclimatic zoning of the subjects of the Russian Federation / ed. by S. I. Nosov. – Moscow: Maroyseka, 2010. – 208 p.
18. Average monthly and annual air temperatures in Kaliningrad. – Text: electronic // Weather and climate: site. – URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/history/26702.htm> (accessed on 14.02.2026).
19. Gerasimova, M. I. Geography of soils in Russia / M. I. Gerasimova. – Moscow: Yurayt, 2026. – 333 p. – ISBN 978–5–534–15516–7.
20. Urusevskaya, I. S. Soil-geographical zoning as a scientific direction and the basis for rational land use / I. S. Urusevskaya, I. O. Alyabina, S. A. Shoba // Eurasian Soil Science. – 2015. – No. 9. – P. 1020–1035.
21. Soil map of the Kaliningrad Region / comp. by E. N. Rudneva. – Moscow: Soil Institute of the USSR Academy of Sciences, 1953.
22. Methodology for the inventory of agricultural lands of the Russian Federation for the purpose of forming a unified federal map of agricultural lands, including agricultural land: in 3 vols. Vol. 3. Methodology for creating a unified soil map on the territory of the constituent entities of the Russian Federation based on archival materials of soil surveys: methodological recommendations / D. N. Kozlov, S. I. Komarov, D. I. Rukhovich [et al.]; ed. in chief by A. V. Fedorinov. – Moscow, 2025. – 69 p.
23. Chebykina, E. Y. Agroecological Assessment of Arable Lands in the Kaliningrad Region of Russia under the Influence of Climate Change / E. Y. Chebykina, E. V. Abakumov. – DOI: 10.3390/agronomy14092113. – Text: electronic // Agronomy. – 2024. – Vol. 14. – Iss. 2113. – URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy14092113> (accessed on 08.07.2026).

24. Analysis of methods for soil quality assessment and land productivity evaluation / I. B. Uskov, O. V. Kononenko, P. A. Sukhanov, O. A. Uskov // Agrochemical Bulletin. – 2023. – Vol. 5. – P. 81–89.

Информация об авторах

О. А. Анциферова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Л. М. Демидова – студентка
А. А. Чернявская – студентка

Information about the authors

O. A. Antsiferova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor
L. M. Demidova – student
A. A. Chernyavskaya – student

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.07.2026; одобрена после рецензирования 15.07.2026; принята к публикации 17.07.2026.

The article was submitted 10.07.2026; approved after reviewing 15.07.2026; accepted for publication 17.07.2026.

СУДОСТРОЕНИЕ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ЭНЕРГЕТИКА

