

КАРТОГРАФИЯ

УДК 528.9

DOI: 10.22389/0016-7126-2021-975-9-11-20

Методика оценки и картографирования природно-аграрного потенциала ландшафтов

© ¹Осипов А. Г., ²Дмитриев В. В., ³Ковязин В. Ф., 2021

¹Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского
197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13

²Санкт-Петербургский государственный университет. Институт наук о Земле
199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9

³Санкт-Петербургский горный университет
199106, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2

¹zoyaks@yandex.ru ²vasiliy-dmitriev@spbu.ru ³vfkedr@mail.ru

Для повышения эффективности землеустроительного проектирования и территориального планирования необходимы картографические материалы различного тематического содержания. Описана методика оценки и картографирования благоприятности природно-аграрного потенциала ландшафтов для сельскохозяйственного использования в целях повышения его эффективности с применением ГИС-технологий. Предложено получение информации о ландшафтах путем геоэкологической оценки, включающей математико-картографический, пространственный, многопараметрический анализ условий ландшафтов для устойчивого экологически безопасного производства сельскохозяйственной продукции. Геоэкологические условия – это интегральный показатель природно-аграрного ландшафта. Для оценки земель для сельскохозяйственного производства использованы карты, по которым определено качество земельного участка путем свертки нормированных показателей благоприятности территории, при этом карта создана в среде ГИС-пространственно-привязанной информации о степени пригодности агроресурсных и геоэкологических условий для сельскохозяйственного производства. Установлены показатели агроресурсных и геоэкологических условий ландшафтов. К первым из них относятся агроклиматический потенциал и бонитет почв, ко вторым – эколого-геохимическая устойчивость почв к закислению, смываемость почв, экосистемное разнообразие территории, густота гидрографической сети, глубина залегания грунтовых вод, эрозионный потенциал рельефа. Разработанная методика апробирована на Волховском ландшафте Ленинградской области.

Агроресурсные условия, геоинформационное картографирование, геоэкологическая оценка, геоэкологические условия, ландшафт, природно-аграрный потенциал.

Для цитирования: Осипов А. Г., Дмитриев В. В., Ковязин В. Ф. Методика оценки и картографирования природно-аграрного потенциала ландшафтов // Геодезия и картография. – 2021. – № 9. – С. 11–20. DOI: 10.22389/0016-7126-2021-975-9-11-20

Введение

Одно из актуальных направлений геоэкологических исследований – организация экологически безопасного сельскохозяйственного землепользования, ориентированного на учет возможностей ланд-

шафтов устойчиво производить сельскохозяйственную продукцию без нарушения функций ресурсо- и средовоспроизводства [3, 6, 9, 11, 13].

Для практической реализации этого направления необходимо иметь объективную

и наглядную информацию о благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного производства, создающую предпосылки для повышения эффективности аграрного освоения территории.

Получение такой информации осуществляется на основе геоэкологической оценки территории, под которой авторы понимают математико-картографический, пространственный, многопараметрический анализ пригодности агроресурсных и геоэкологических условий ландшафтов для устойчивого экологически безопасного производства сельскохозяйственной продукции [5, 6]. Наиболее эффективный способ представления полученной информации – карта, позволяющая визуально оценивать потенциал исследуемого ландшафта и принимать решения по его аграрному освоению [7, 10].

Вопросы геоэкологической оценки и картографирования территории широко освещены в научных работах [1, 4, 7, 12], однако, несмотря на это, остро ощущается потребность в разработке современных методик создания карт геоэкологической оценки ландшафтов в интересах сельского хозяйства с использованием геоинформационных систем (ГИС) [2, 4].

В основу исследования была заложена следующая гипотеза: методика оценки и автоматизированного создания в среде ГИС электронных карт благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного использования – одним из механизмов повышения качества организации экологически безопасного аграрного производства.

Материалы и методы

Благоприятность/неблагоприятность агроресурсных и геоэкологических условий территории для организации сельскохозяйственного производства относится к одному из интегративных свойств природного потенциала ландшафта.

Теоретической основой оценки благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного использования является методология определения качества сложнооргани-

зованных объектов, реализованная в виде усовершенствованного метода сводных показателей или в западной терминологии – построения «композиционных индексов» [5, 8, 9]. Суть данного метода заключается в свертке нормированных показателей, характеризующих благоприятность ландшафта для аграрного освоения с учетом их приоритета (веса) в сводной оценке:

$$Q(q; w) = \sum_{i=1}^m q_i \cdot w_i,$$

где Q – сводный показатель благоприятности ландшафта для аграрного освоения; q – вектор нормированных показателей свойств, определяющих благоприятность ландшафта для аграрного освоения; w – вектор весовых коэффициентов анализируемых показателей; m – количество анализируемых показателей.

Значения вектора w должны удовлетворять условиям:

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1, \quad w_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, m.$$

Карту благоприятности ландшафта для аграрного освоения создают путем обобщения и графического отображения в среде ГИС пространственно-привязанной информации о степени пригодности агроресурсных и геоэкологических условий для сельскохозяйственного производства в пределах изучаемого ландшафта.

Данный подход к оценке и картографированию благоприятности ландшафтов для аграрного освоения ориентирован на информационное обеспечение работ в области землеустроительного проектирования и территориального планирования.

Результаты

Разработанная авторами методика включает в себя восемь блоков:

создание информационной модели для оценки благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного использования;

определение для показателей, входящих в информационную модель коэффициентов весомости;

разработка оценочной шкалы благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного использования;

создание электронных «факторных» карт для свойств ландшафта, определяющих его пригодность для аграрного освоения;

автоматическое деление ландшафтов на расчетные участки (геотаксоны, патчи);

оценка и картографирование благоприятности расчетных участков ландшафтов для сельскохозяйственного использования;

распределение расчетных участков по режимам освоения;

расчет благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного использования в целом или их интегративных свойств.

Кратко рассмотрим содержание основных блоков разработанной методики.

Блок 1. Основное назначение информационной модели заключается в том, чтобы определить и структурировать информацию, необходимую для оценки благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного использования на уровне концептуального представления. В процессе создания информационной модели разрабатывают справочники: правил геоэкологической оценки; операций, реализующих процедуру геоэкологической оценки; данных, необходимых для выполнения операций; связей между операциями и данными. На их основе формируют обобщенную информационную модель.

Блок 2. Для определения ненормированных весовых коэффициентов используют методику, приведенную в работах [8, 9]. Ее суть заключается в том, что все показатели, характеризующие благоприятность ландшафтов для сельскохозяйственного исполь-

зования, попарно сравнивают между собой. Результаты парных сравнений приведены в табл. 1.

После чего находят ненормированные вектора весовых коэффициентов:

$$\sqrt[4]{(w_2/w_1)(w_2/w_2)(w_2/w_3)(w_2/w_4)} = b,$$

$$\sqrt[4]{(w_3/w_1)(w_3/w_2)(w_3/w_3)(w_3/w_4)} = c,$$

$$\sqrt[4]{(w_4/w_1)(w_4/w_2)(w_4/w_3)(w_4/w_4)} = d,$$

$$S = a + b + c + d,$$

$$P_1 = a/S, P_2 = b/S, P_3 = c/S, P_4 = d/S,$$

где P_1, \dots, P_4 – ненормированные вектора весовых коэффициентов.

Согласованность матрицы определяют следующим образом:

$$F_1 = (w_1/w_1) + (w_2/w_1) + (w_3/w_1) + (w_4/w_1),$$

$$F_2 = (w_1/w_2) + (w_2/w_2) + (w_3/w_2) + (w_4/w_2),$$

$$F_3 = (w_1/w_3) + (w_2/w_3) + (w_3/w_3) + (w_4/w_3),$$

$$F_4 = (w_1/w_4) + (w_2/w_4) + (w_3/w_4) + (w_4/w_4),$$

$$\lambda_{\max} = F_1P_1 + F_2P_2 + F_3P_3 + F_4P_4,$$

$$ИС = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1); ОС = ИС/Z,$$

где $ИС$ – индекс согласованности матрицы; n – число сравниваемых показателей; $ОС$ – относительная согласованность матрицы; Z – случайная согласованность.

Для определения значения случайной согласованности используют данные, приведенные в работе [9]. Относительная согласованность мнений эксперта считается приемлемой, если она находится в интервале от 0 до 10 %. В противном случае экс-

Таблица 1

Матрица парных сравнений
Table 1. Matrix of pairwise comparisons

A	A_1	A_2	A_3	A_4
A_1	w_1/w_1	w_1/w_2	w_1/w_3	w_1/w_4
A_2	w_2/w_1	w_2/w_2	w_2/w_3	w_2/w_4
A_3	w_3/w_1	w_3/w_2	w_3/w_3	w_3/w_4
A_4	w_4/w_1	w_4/w_2	w_4/w_3	w_4/w_4

пертам предлагается пересмотреть свои суждения.

Нормированные вектора весовых коэффициентов рассчитывают по следующей зависимости:

$$P_j = \bar{P}_{j1} \times \dots \times \bar{P}_{jn},$$

где P_j – нормированный вектор весового коэффициента j -го показателя; $\bar{P}_{j1}, \dots, \bar{P}_{jn}$ – ненормированные вектора весовых коэффициентов 1-го и n -го уровней информационной модели, связанные в пределах одной ветви с j -м показателем; n – количество уровней в информационной модели.

Для определения меры согласованности мнений всех экспертов, участвующих в ранжировании, используют коэффициент конкордации Кендалла, приведенный в работе [11].

Блок 3. В основу разработки оценочной шкалы благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного использования заложены подходы, применяемые при создании моделей-классификаций. Правила их построения подробно изложены в работе [5].

При построении оценочной шкалы каждого показателя, характеризующего благоприятность ландшафтов для сельскохозяйственного использования, в числителе приводят оценочные значения левой и правой границ классов, а в знаменателе – их нормированные характеристики. В последней строке для каждого класса указывают интегральные показатели нормированных характеристик и ширину их диапазона в пределах класса.

Для нормирования оценочных значений показателей авторы статьи предлагают использовать кусочно-степенные функции для прямой и обратной связи в виде:

$$q_i = q_i(x_i) = \begin{cases} 0, & \\ \left(\frac{x_i - \min_i}{\max_i - \min_i} \right)^\lambda, & \\ 1, & \end{cases} \quad (1)$$

$$x_i \leq \min_i,$$

$$\min_i < x_i \leq \max_i,$$

$$x_i > \max_i.$$

$$q_i = q_i(x_i) = \begin{cases} 1, & \\ \left(\frac{\max_i - x_i}{\max_i - \min_i} \right)^\lambda, & \\ 0, & \end{cases} \quad (2)$$

$$x_i \leq \min_i,$$

$$\min_i < x_i \leq \max_i,$$

$$x_i > \max_i.$$

Параметр λ целесообразно принимать равным 1,0.

Для определения интегральных показателей нормированных характеристик границ классов при равновесных и неравновесных значениях используют зависимости:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^m q_i}{m}, \quad (3)$$

$$I' = \sum_{i=1}^n q_i P_i, \quad (4)$$

где I, I' – интегральный показатель нормированной характеристики границы класса соответственно при равновесных и неравновесных значениях показателей; q_i – нормированное оценочное значение i -го показателя; m – число показателей, участвующих в оценке.

Блок 4. Под факторной картой понимается графическое отображение в пределах ландшафта пространственно-привязанной информации о степени проявления показателя, характеризующего его благоприятность для сельскохозяйственного использования. Факторные карты создают в среде ГИС с применением стандартного или специально разработанного программного обеспечения [2, 9, 13].

Блок 5. Деление исследуемого ландшафта на расчетные участки осуществляется путем автоматического суммирования в среде ГИС факторных карт. В пределах сформированных расчетных участков каждый анализируемый показатель имеет только одно значение.

Блок 6. Реализацию данного блока начинают с определения значений показателей,

участвующих в геоэкологической оценке. Затем по формулам (1)–(3) или (4) рассчитывают интегральные значения благоприятности расчетных участков для сельскохозяйственного использования (БСИ), которые вносят в семантическую базу данных. Электронные карты благоприятности территории для сельскохозяйственного использования создают путем распределения их значений согласно квалитетическим шкалам по классам. Участки, попадающие в один класс, объединяют в ареал и отображают соответствующим условным знаком.

Блок 7. По значениям БСИ определены режимы освоения земель, приведенные в табл. 2.

Блок 8. Благоприятность ландшафтов для сельскохозяйственного использования в целом определяется зависимостью:

$$БСИ_j = \frac{\sum_{s=1}^n БСИ'_{sj} r_s}{R_j}, \quad (5)$$

где БСИ_j – благоприятность *j*-го ландшафта для сельскохозяйственного использования; БСИ'_{sj} – благоприятность *s*-го расчетного участка *j*-го ландшафта для сельскохозяйственного использования; *r_s* – площадь *s*-го расчетного участка, га; *R_j* – площадь *j*-го ландшафта, га.

Результаты и их обсуждение

Созданная методика апробирована на примере Волховского ландшафта Ленинградской области (рис. 1).

В начале работы по апробации созданной методики сформирована информационная модель (рис. 2). В соответствии с моделью пригодность агроресурсных условий зависит от агроклиматического потенциала, отражающего влияние климатических факторов на развитие сельскохозяйственных культур, и бонитета почв, отражающего продуктивность почвенного покрова, а пригодность геоэкологических условий – от следующих факторов: эколого-геохимического потенциала почв, отражающего способность почв противостоять кислотным воздействиям; смываемости почв, отражающей устойчивость почв к эрозионным процессам; экосистемного разнообразия территории, отражающей устойчивость природной среды к аграрному освоению; густоты гидрографической сети, отражающей устойчивость территории к выносу биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий; глубины залегания грунтовых вод, отражающей устойчивость территории к заболачиванию; эрозионного потенциала рельефа, отражающей устойчивость территории к эрозионному смыву почв.

Затем определены коэффициенты весомости показателей, характеризующих агроресурсные и геоэкологические условия данного ландшафта. В экспертизе участвовали восемь специалистов из трех научных организаций Санкт-Петербурга: ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт» Россельхозакадемии.

Таблица 2

Режимы освоения земель расчетных участков
Table 2. Modes of the calculated areas' land development

Код режима	Режим	Значение БСИ	Характеристика режима освоения земель
1	Экономически интенсивный	Более 0,79	Без ограничений
2	Экономически экстенсивный	0,63–0,79	При условии сбалансированных аграрных нагрузок
3	Экологически адаптивный	0,43–0,63	При условии введения ограничений на формы и интенсивность эксплуатации земель
4	Сохранения	Менее 0,43	Частично в качестве естественных кормовых угодий при соблюдении щадящего режима эксплуатации

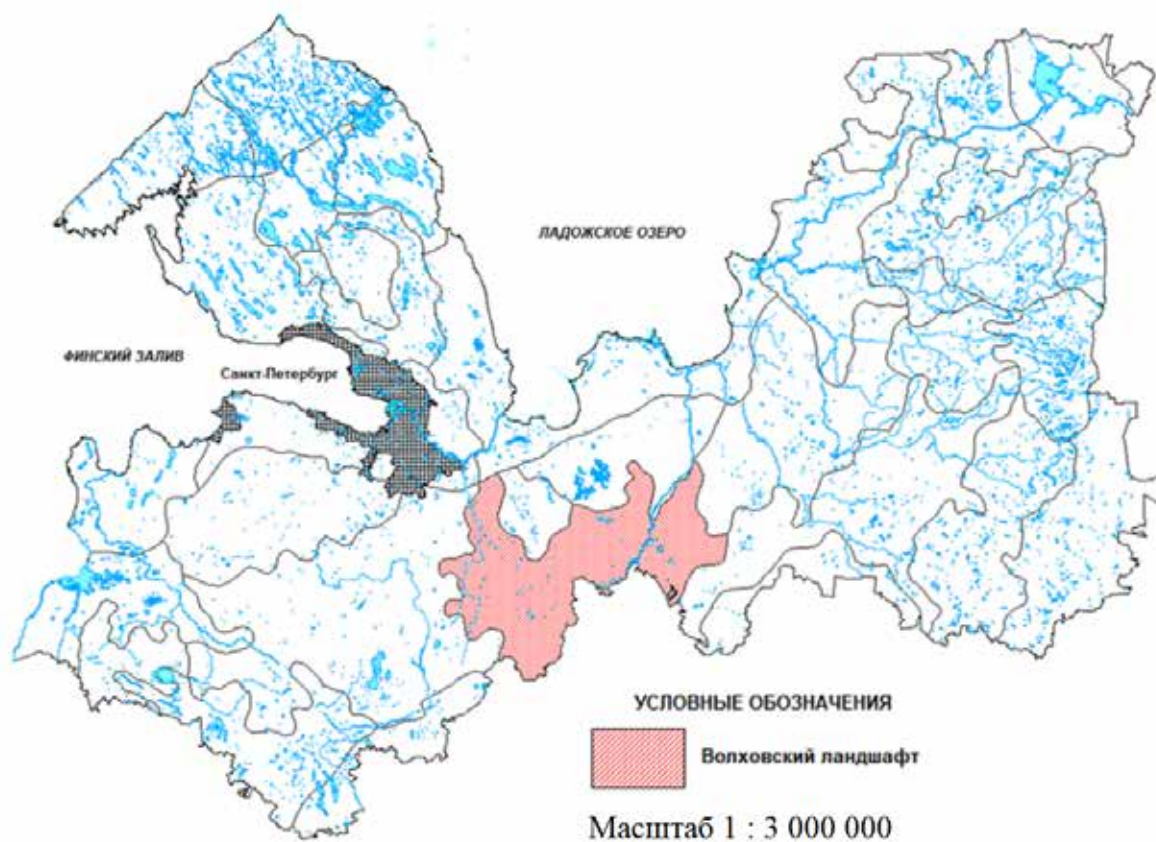


Рис. 1. Расположение Волховского ландшафта в пределах Ленинградской области
 Fig. 1. Location of Volkhov landscape within Leningrad oblast

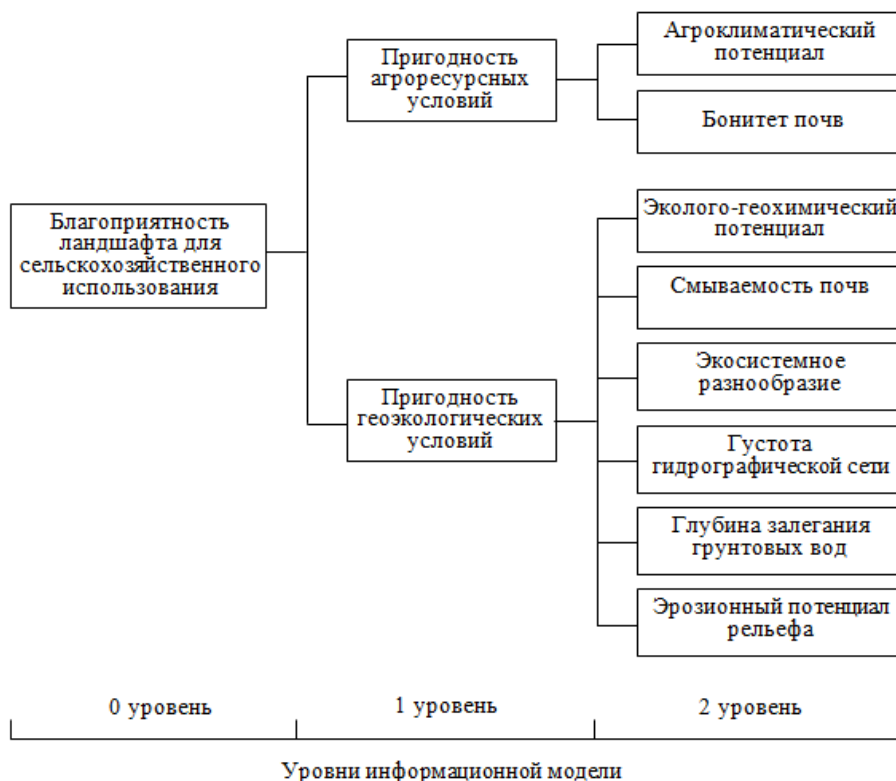


Рис. 2. Обобщенная информационная модель оценки благоприятности Волховского ландшафта для сельскохозяйственного использования
 Fig. 2. Generalized information model for assessing the favorableness of Volkhov landscape for agricultural use

Таблица 3

Оценочная шкала границ классов благоприятности Волховского ландшафта для сельскохозяйственного использования

Table 3. Estimating scale of Volkhov landscape class boundaries favorability for agricultural use

Показатель	Класс благоприятности ландшафта* для сельскохозяйственного использования					Тип связи
	1	2	3	4	5	
<i>Пригодность агроресурсных условий</i>						
Агроклиматический потенциал, балл	6,4–6,7**	6,7–7,0	7,0–7,3	7,3–7,6	7,6–7,9	Прямая
Бонитет почв, балл	0–0,02	0,2–0,4	0,4–0,6	0,6–0,8	0,8–1,0	То же
	0–30	30–40	40–60	60–70	70–90	
	0–0,33	0,33–0,44	0,44–0,67	0,67–0,78	0,78–1,0	
<i>Пригодность геоэкологических условий</i>						
Эколого-геохимический потенциал почв, балл	0–1,5	1,5–2,5	2,5–3,5	3,5–4,5	4,5–5,0	Прямая
Смываемость почв, т/га	0–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	0,7–0,9	0,9–1,0	Обратная
	4,5–4,0	4,0–3,5	3,5–3,0	3,0–2,5	2,5–2,0	
	0–0,2	0,2–0,4	0,4–0,6	0,6–0,8	0,8–1,0	
Экосистемное разнообразие, балл	1,0–0,8	0,8–0,6	0,6–0,5	0,5–0,3	0,3–0	То же
	0–0,2	0,2–0,4	0,4–0,5	0,5–0,7	0,7–1,0	«
Густота гидрографической сети, км/км ²	1,8–1,3	1,3–1,0	1,0–0,7	0,7–0,4	0,4–0,1	
	0–0,29	0,29–0,47	0,47–0,64	0,64–0,82	0,82–1,0	
Глубина залегания грунтовых вод, м	4,0–5,0	5,0–6,0	6,0–7,0	7,0–8,0	8,0–9,0	Прямая
	0–0,2	0,2–0,4	0,4–0,6	0,6–0,8	0,8–1,0	Обратная
Эрозионный потенциал рельефа, балл	1,8–1,5	1,5–1,2	1,2–0,9	0,9–0,6	0,6–0,2	
	0–0,19	0,19–0,38	0,38–0,56	0,56–0,75	0,75–1,0	
Интегральный показатель геоэкологических условий	0–0,27	0,27–0,43	0,43–0,63	0,63–0,79	0,79–1,0	Отсутствует
	$\Delta^{***} = 0,24$	$\Delta = 0,18$	$\Delta = 0,19$	$\Delta = 0,18$	$\Delta = 0,21$	

* 1–5 – очень низкий, низкий, средней, высокий, очень высокий класс. **Числитель – интервал физического значения показателя, знаменатель – интервал значения показателя, в баллах. *** Интервал между верхней и нижней границей.

демии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» Минсельхоза, «Северо-западный региональный центр» Россельхозакадемии.

По результатам обработки материалов экспертного опроса получены нормированные коэффициенты весомости анализируемых показателей: агроклиматический потенциал – 0,218; бонитет почв – 0,397; эколого-геохимический потенциал закисления почв – 0,077; смываемость почв – 0,085; экосистемное разнообразие ландшафта – 0,062; густота гидрографической сети – 0,025; глубина залегания грунтовых вод – 0,022; эрозионный потенциал рельефа – 0,114.

После чего была разработана оценочная шкала границ классов благоприятности Волховского ландшафта для сельскохозяйственного использования (табл. 3).

Затем в среде ГИС MapInfo для каждого параметра, характеризующего благоприятность Волховского ландшафта для сельскохозяйственного использования, созданы факторные карты.

После чего путем суммирования в среде ГИС факторных карт Волховский ландшафт в автоматическом режиме был разбит на 1915 расчетных участков и для каждого из них с использованием формулы (4) был определен природно-аграрный потенциал (рис. 3).

Распределение расчетных участков по режимам освоения осуществлялось по значениям их БСИ (см. табл. 2, рис. 4).

Согласно полученным данным, земли Волховского ландшафта Ленинградской области распределены по режимам освоения следующим образом:

555 тыс. га при аграрном освоении требуют сбалансированности нагрузок;

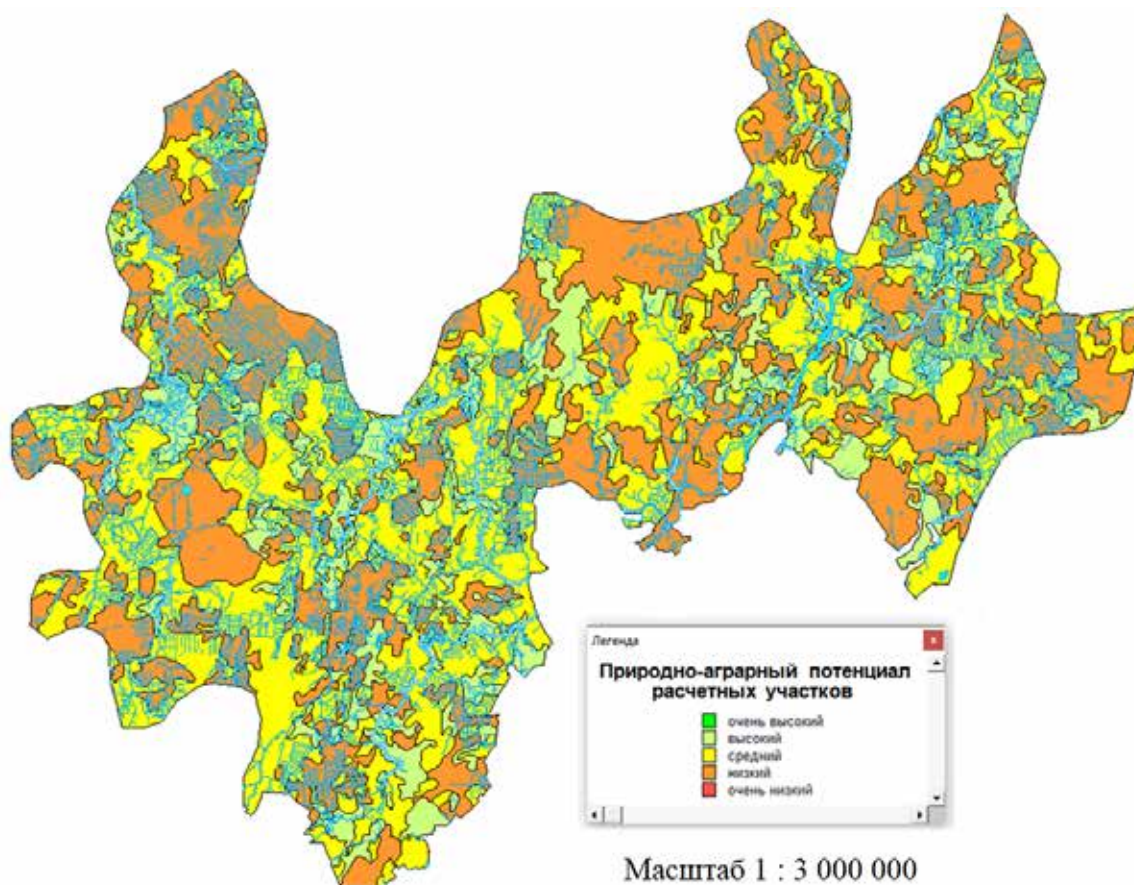


Рис. 3. Карта природно-аграрного потенциала расчетных участков
 Fig. 3. Map of the settlement sites' natural and agricultural potential

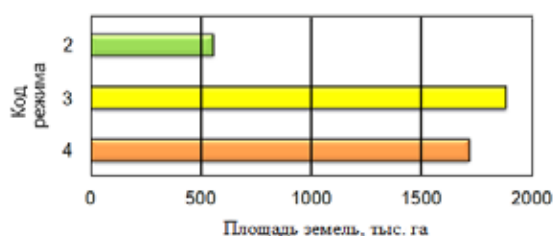


Рис. 4. Распределение земель Волховского ландшафта по режимам возможного освоения
 Fig. 4. Distribution of lands in Volkhov landscape by possible development modes

1879 тыс. га могут осваиваться при условии введения ограничений на формы и интенсивность эксплуатации земель;

1713 тыс. га могут лишь частично осваиваться в качестве естественных кормовых угодий при соблюдении щадящего режима эксплуатации.

На завершающем этапе работ по формуле (5) была определена благоприятность Волховского ландшафта для сельскохозяйственного использования в целом, которая соста-

вила 0,48, что соответствует 3 классу благоприятности для аграрного использования.

Результаты выполненных работ не противоречат результатам исследований, проведенных для сельскохозяйственных угодий Ленинградской области сотрудником Агрофизического научно-исследовательского института П. А. Сухановым¹.

Заключение

Важность данного исследования для землеустроительного проектирования и территориального планирования заключается в том, что авторами создан реально действующий механизм автоматизированного создания карт благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного использования, которые позволяют принимать решения по развитию сельскохозяйственного произ-

¹Суханов П. А. Научные основы оценки и управления агроресурсным потенциалом региона (на примере Ленинградской области): автореф. дис. ... д-ра сельхоз. наук: 06.01.03 (агрофизика). Санкт-Петербург: АФИ, 2013, 56 с.

водства в их пределах. Этот подход имеет существенное преимущество перед традиционными для географии ландшафтными съемками, потому что при его реализации не надо проводить дорогостоящие полевые работы. Однако он не заменяет собой оценочное ландшафтное картографирование, а лишь дополняет его информацией, необходимой для проектирования природно-аграрных систем на муниципальном и региональном уровнях.

Заложенные в основу разработанной методики подходы базируются на исследованиях, проводимых авторами с 2013 г. по настоящее время, которые были представлены на множестве всероссийских и международных конференций, где получили поддержку и одобрение.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на адаптацию разработанной методики для других регионов с учетом специфики их физико-географических особенностей, а также на совершенствование подходов к определению репрезентативных характеристик благоприятности ландшафтов для сельскохозяйственного использования и их интегративных свойств.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант № 19-05-00683-а.

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant No. 19-05-00683-a.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абалаков А. Д., Лопаткин Д. А. Устойчивость ландшафтов и ее картографирование // Известия Иркутского гос. ун-та. Серия: Науки о Земле. – 2014. – Т. 8. – С. 2–14.

2. Байкалова Т. В. Обзор Российского рынка геоинформационных систем для сельского хозяйства: Сб. тр. XIV Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству». – В 2-х книгах. – Кн. 2. – 2019. – С. 295–297.

3. Богатырев Л. Г., Маслов М. Н., Бенедиктова А. И., Макаров М. И. Оценка почв и земель (основные показатели и критерии). – М.: ООО «Макс Пресс». – 2017. – 192 с.

4. Волкова И. С., Проскура Н. В., Щербинина С. В. Проблемы регионального экологического картографирования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 12(8). – С. 80–53.

5. Дмитриев В. В., Огурцов А. Н. Подходы к интегральной оценке и ГИС-картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. III. Интегральная оценка устойчивости почвы и наземных геосистем // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. – 2014. – № 4. – С. 114–130.

6. Иванов А. Л., Савин И. Ю., Егоров А. В. Методология оценки ресурсного потенциала земель России для сельскохозяйственного производства (на примере хмеля) // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 2014. – № 73. – С. 29–94.

7. Карпова Л. А. Опыт применения картографического метода исследования при эколого-хозяйственной оценке территории: Сб. тр. XII Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству». – В 3-х книгах. – Кн. 2. – 2017. – С. 470–472.

8. Ковязин В. Ф., Данг Тхи Лан Ань, Данг Вьет Хунг. Разработка карт состояния земельных угодий национального парка Трам Чим Вьетнама по результатам мониторинга // Геодезия и картография. – 2020. – № 9. – С. 53–64. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-963-9-53-64.

9. Осипов А. Г., Ефимов А. Н. Методика комплексной оценки оперативно-тактических свойств местности в системах поддержки принятия решений с использованием геоинформационных технологий // Тр. Военно-космической академии им. А. Ф. Можайского. – 2014. – № 642. – С. 102–109.

10. Ротанова И. Н., Гайда В. В. Эколого-ландшафтная ГИС Алтайского края: Сб. тр. XIV Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству». – В 2-х книгах. – Кн. 2. – 2019. – С. 396–398.

11. Сазонов А. А. Применение коэффициентов ранговой конкордации в экспертных оценках управления персоналом // Наука и современность. – 2015. – № 41. – С. 141–146.

12. Heung B., Chuck E., Bulmer C. E., Schmidt M. G. (2014) Predictive soil parent material mapping at a regional-scale: A Random Forest approach. Geoderma, 214–215, pp. 141–154.

13. Minasny B., McBratney A. B. (2016) Digital soil mapping: A brief history and some lessons. Geoderma, 264, pp. 301–311.

Methods of assessing and mapping the natural and agricultural potential of landscapes

¹Osipov A. G., ²Dmitriev V. V., ³Kovyazin V. F.

¹Military and Space Academy named after A. F. Mozhaisky
197198, Russia, St. Petersburg, Zhdanovskaya st., 13

²Institute of Earth Sciences of Sankt-Petersburg State University
199034, Russia, St. Petersburg, Universitetskaya nab., 7/9

³Sankt-Petersburg Mining University
199106, Russia, St. Petersburg, Vasilievsky Island, 21 line, 2

¹zoyaks@yandex.ru

²vasiliy-dmitriev@spbu.ru

³vfkedr@mail.ru

In order to increase the efficiency of land use- and territorial planning, cartographic materials of various thematic contents are required. In the article, the authors propose a methodology of assessing and mapping the favorability of the natural and agricultural potential of landscapes for agricultural use to increase its efficiency using GIS technologies. It is proposed to obtain information on landscapes by means of geoecological assessment, including a multivariate mathematical-cartographic, and spatial analysis of landscape conditions for sustainable environment-friendly agricultural production. Geoecological conditions make an integral indicator of the natural and agricultural landscape. To assess the land for agricultural production, maps are used, according to which the quality of the land plot is determined through the convolution of normalized indicators of the territory's favorability, while the map is created in the GIS environment of spatially-linked information on the degree of the agro-resource suitability and geoecological conditions for agricultural production. Indicators of agro-resource and geoecological state of landscapes were established. The first ones include the agroclimatic potential and soil bonitet, and the second – the ecological and geochemical resistance of soils to acidification, erosion, ecosystem diversity of the territory, the density of the hydrographic network, the depth of groundwater, and the erosion potential of the relief. The developed technique is tested on Volkhov landscape of Leningrad oblast. The aim of the research is to develop a methodology for assessing and mapping the natural and agricultural potential of landscapes in the GIS environment and to test it on the territory of the region.

Agro-resource conditions, geoecological assessment, geoecological conditions, geoinformation mapping, landscape, natural and agricultural potential.

For citations: Osipov A. G., Dmitriev V. V., Kovyazin V. F. (2021) Methods of assessing and mapping the natural and agricultural potential of landscapes. *Geodezia i Kartografia*, 82 (9), pp. 11–20 (In Russian). DOI: 10.22389/0016-7126-2021-975-9-11-20

REFERENCES

1. Abalakov A. D., Lopatkin D. A. Ustoichivost' landshaftov i ee kartografirovaniye. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle*, 2014, 8, pp. 2–14 (In Russian).
2. BaikaloVA T. V. Obzor Rossiiskogo rynka geoinformatsionnykh sistem dlya sel'skogo khozyaistva. *Sbornik trudov XIV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu"*. V 2-kh knigakh. Kniga 2, 2019, pp. 295–297 (In Russian).
3. Bogatyrev L. G., Maslov M. N., Benediktova A. I., Makarov M. I. Otsenka pochv i zemel' (osnovnye pokazateli i kriterii). Moskva: OOO "Maks Press", 2017, 192 p. (In Russian).
4. Volkova I. S., Proskurina N. V., Shcherbinina S. V. Problemy regional'nogo ekologicheskogo kartografirovaniya. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 2015, 12(8), pp. 80–53 (In Russian).
5. Dmitriev V. V., Ogurtsov A. N. Podkhody k integral'noi otsenke i GIS-kartografirovaniyu ustoichivosti i ekologicheskogo blagopoluchiya geosistem. III. Integral'naya otsenka ustoichivosti pochvy i nazemnykh geosistem. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 7. Geologiya. Geografiya*, 2014, 4, pp. 114–130 (In Russian).
6. Ivanov A. L., Savin I. Yu., Egorov A. V. Metodologiya otsenki resursnogo potentsiala zemel' Rossii dlya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva (na primere khmelya). *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V. V. Dokuchaeva*, 2014, 73, pp. 29–94 (In Russian).
7. Karpova L. A. Opyt primeneniya kartograficheskogo metoda issledovaniya pri ekologo-khozyaistvennoi otsenke territorii. *Sbornik trudov XII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu"*. V 3-kh knigakh. Kniga 2, 2017, pp. 470–472 (In Russian).
8. Kovyazin V. F., Dang Thi Lan Anh, Dang Viet Hung (2020) Developing land-state maps of Tram Chim National Park in Vietnam based on monitoring results. *Geodezia i Kartografia*, 81 (9), pp. 53–64 (In Russian). DOI: 10.22389/0016-7126-2020-963-9-53-64.
9. Osipov A. G., Efimov A. N. Metodika kompleksnoi otsenki operativno-takticheskikh svoystv mestnosti v sistemakh podderzhki prinyatiya reshenii s ispol'zovaniem geoinformatsionnykh tekhnologii. *Trudy Voenno-kosmicheskoi akademii imeni A. F. Mozhaiskogo*, 2014, 642, pp. 102–109 (In Russian).
10. Rotanova I. N., Gaida V. V. Ekologo-landshaftnaya GIS Altaiskogo kraya: *Sbornik trudov XIV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu"*. V 2-kh knigakh. Kniga 2, 2019, pp. 396–398 (In Russian).
11. Sazonov A. A. Primenenie koeffitsientov rangovoi konkordatsii v ekspertnykh otsenkakh upravleniya personalom. *Nauka i sovremennost'*, 2015, 41, pp. 141–146 (In Russian).
12. Heung B., Chuck E., Bulmer C. E., Schmidt M. G. (2014) Predictive soil parent material mapping at a regional-scale: A Random Forest approach. *Geoderma*, 214–215, pp. 141–154.
13. Minasny B., McBratney A. B. (2016) Digital soil mapping: A brief history and some lessons. *Geoderma*, 264, pp. 301–311.