

ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ
SOIL AND LAND RESOURCES
ГЛЕБАВА-ЗЯМЕЛЬНЫЯ РЭСУРСЫ

УДК 332.334:004.031.42

А. Н. Маевская¹, М. А. Богдасаров¹, Н. Н. Шешко²

¹*Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, Брест, Беларусь,
e-mail: bogdasarov73@mail.ru*

²*Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь,
e-mail: optimum@tut.by*

**РАНЖИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА
АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ
ПО ПРИЕМЛЕМОСТИ К ОСВОЕНИЮ ЗАЛЕЖЕЙ СТРОИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

Аннотация. На основе анализа работ, посвященных вопросам геолого-экономической оценки общераспространенных полезных ископаемых, и правовых норм использования разных видов земель для целей добычи, действующих в Республике Беларусь, предложен авторский подход к ранжированию земельного фонда территории Брестской области по приемлемости к открытой разработке. С учетом предложенного подхода произведено объединение разных типов земельных участков территории исследуемого региона в группы (всего сформировано шесть групп), для каждой из которых на основе применения экспертных методов вычислены весовые коэффициенты. С использованием настольного программного пакета ArcGIS 10.5 сформирована цифровая растровая модель, отражающая пространственные особенности распределения выделенных земельных групп с рассчитанными по ним весами. Предложенный подход к ранжированию земель может быть использован при проведении исследований других регионов Беларуси.

Ключевые слова: Брестская область, общераспространенные полезные ископаемые, строительное сырье, земельный фонд, виды земель, правовые нормы использования земель, геоинформационное моделирование

A. N. Mayevskaya¹, M. A. Bogdasarov¹, N. N. Sheshko²

¹*Brest State A. S. Pushkin University, Brest, Belarus, e-mail: bogdasarov73@mail.ru*

²*Brest State Technical University, Brest, Belarus, e-mail: optimum@tut.by*

**RANKING OF THE LAND FUND OF THE ADMINISTRATIVE DISTRICTS OF THE BREST REGION ACCORDING
TO THE ACCEPTABILITY TO THE DEVELOPMENT OF DEPOSITS OF CONSTRUCTION RAW MATERIALS**

Abstract. In the article, based on the analysis of works devoted to the issues of geological and economic assessment of common minerals and legal norms for the use of different types of land for mining purposes in the Republic of Belarus, the author's approach to ranking the land fund of the territory of the Brest region according to acceptability to open-pit mining is proposed. Taking into account the proposed approach, various types of land plots of the territory of the studied region were combined into groups (six groups were formed in total), for each of which weight coefficients were calculated based on the use of expert methods. Using the desktop software package ArcGIS 10.5, a digital raster model was formed that reflects the spatial features of the distribution of selected land groups with weights calculated based on them. The proposed approach to land ranking can be used when conducting similar studies in other regions of Belarus.

Keywords: Brest region, common minerals, construction raw materials, land fund, types of land, legal norms of land use, geoinformation modeling

Г. М. Маеўская¹, М. А. Багдасараў¹, М. М. Шэшка²

¹*Брэсцкі дзяржаўны ўніверсітэт імя А. С. Пушкіна, Брэст, Беларусь, e-mail: bogdasarov73@mail.ru*

²*Брэсцкі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт, Брэст, Беларусь, e-mail: optimum@tut.by*

**РАНЖЫРАВАННЕ ЗЯМЕЛЬНАГА ФОНДУ АДМІНІСТРАЦЫЙНЫХ РАЁНАЎ БРЭСЦКАЙ ВОБЛАСЦІ
ПА ПРЫМАЛЬНАСЦІ ДА АСВАЕННЯ ЗАЛЕЖАЎ БУДАЎНІЧАЙ СЫРАВІНЫ**

Анатацыя. На аснове аналізу прац, прысвечаных пытанням геолога-эканамічнай ацэнкі агульнараспаўсюджаных карысных выкапняў, і прававых нормаў выкарыстання розных відаў зямель для мэт здабычы, якія дзейнічаюць у Рэспубліцы Беларусь, прапанаваны аўтарскі падыход да ранжыравання зямельнага фонду тэрыторыі Брэсцкай вобласці па прымальнасці да адкрытай распрацоўкі. З улікам прапанаванага падыходу выраблена аб'яднанне роз-

ных типаў зямель тэрыторыі доследнага рэгіёну ў групы (усяго сфармавана шэсць груп), для кожнай з якіх на аснове прымянення экспертных метадаў вылічаны вагавыя каэфіцыенты. З выкарыстаннем настольнага праграмнага паке-та ArcGIS 10.5 сфармавана лічбавая растравая мадэль, якая адлюстроўвае прасторавыя асаблівасці размеркавання выдзеленых зямельных груп з разлічанымі па іх вагамі. Прапанаваны падыход да ранжыравання зямель можа быць выкарыстаны пры правядзенні даследаванняў іншых рэгіёнаў Беларусі.

Ключавыя словы: Брэсцкая вобласць, агульнараспаўсюджаныя карысныя выкапні, будаўнічая сыравіна, зямельны фонд, віды зямель, прававыя нормы выкарыстання зямель, геаінфармацыйнае мадэляванне

Введение. Анализ научной литературы, посвященной вопросам методического обеспечения прогноза и оценки общераспространенных видов полезных ископаемых (ОПИ) и в первую очередь строительного сырья, показал, что на настоящем этапе достаточно часто схемы, применяемые для оценок данного вида ресурсов, дополняются такими критериями, как «статус земель», «природно-ландшафтная ценность земель» и т. п. Включение подобных критериев в оценочные схемы прежде всего связано с индивидуальными характеристиками минерально-строительного сырья (открытый способ добычи, масштабность), оказывающими негативное влияние на состояние всех компонентов окружающей среды, но в первую очередь на земельные ресурсы, которые после разработки ОПИ достаточно проблематично вовлечь в хозяйственный оборот, так как в их границах нередко продолжается неконтролируемая добыча даже постфактум завершения срока эксплуатации. Вышеуказанные особенности обуславливают необходимость включения в оценочные схемы по данному виду сырья дополнительных критериев, позволяющих учитывать специфику района их отработки.

Как показывает практика, использование в оценочных схемах залежей строительного сырья критериев, базирующихся на учете характеристик территории размещения месторождений, способствует более точному обоснованию проектов по добыче данного вида сырья, а также позволяет на основе результатов оценки разрабатывать конкретные рекомендации по совершенствованию управления комплексным использованием минерально-сырьевого потенциала регионов.

В настоящем исследовании с целью обеспечения возможности использования критерия «категория земельного участка» при оценке залежей строительного сырья Брестской области, реализуемой в геоинформационной среде, предложен подход к ранжированию земельного фонда территории региона по степени приемлемости к открытой добыче. Стоит подчеркнуть, что под ранжированием земель в данном случае мы понимаем не выстраивание некой жесткой последовательности их использования для целей освоения, а разделение в зависимости от степени приемлемости, определяемой с учетом правовых норм, регламентирующих вопросы разрешений/ограничений отчуждения тех или иных видов земель для целей разработки залежей.

Результаты и их обсуждение. Процедура ранжирования земель включала несколько этапов, более подробно описанных ниже.

Этап 1. Установление подходов, применяемых к ранжированию земель по приемлемости к освоению залежей ОПИ и правовых норм использования различных видов земель для целей их добычи. В рамках реализации данного этапа первоначально были рассмотрены подходы [1–3], применяемые для ранжирования земель по приемлемости к освоению залежей ОПИ, апробированные при проведении оценочных исследований других регионов. Проведенный анализ позволил выделить следующие способы ранжирования земель.

Ранжирование земель на основе учета природоохранного статуса. Производится деление всех земель на две группы: 1) земли со статусом природоохранной, заповедной зоны или земли, находящиеся под юрисдикцией Министерства обороны, которым присваивается значение 0; 2) земли общего назначения, которым присваивается значение 1. Таким образом, чем большую природную ценность имеет территория, тем меньше интегральный показатель ее оценки.

Ранжирование земель по степени значимости природных ландшафтов. Каждому виду земель в зависимости от значимости в структуре ландшафтов присваивается определенный ранг значимости (1 – наиболее значимые, n – наименее значимые). Дополнительно в пределах каждого ранга проводится оценка возможности отработки в соответствии с тремя характеристиками: отработка возможна; отработка невозможна; отработка возможна в отдельных случаях при соблюдении всех природоохранных мероприятий, жесткого контроля и регулярного мониторинга.

Ранжирование земель по экологическому признаку. При классификации земель учитываются такие факторы, как плодородие почв, существующая техногенная нагрузка, плотность населения, которые ранжируются в зависимости от степени экологической уязвимости (1 – наименее экологически уязвимые земли, n – наиболее уязвимые). В пределах каждого ранга дополнительно выделяются два типа участков: с не удовлетворительным или удовлетворительным состоянием экологических условий среды.

Ранжирование земель на основе использования нескольких признаков с формированием интегральной схемы районирования территории и выделением областей частичного и полного запрета на разработку. В данном случае учитывается множество факторов: техногенная нагрузка (наличие

населенных пунктов, дорожной сети и т. п.), уровень деградации ландшафта, природоохранные ограничения и др., которые учитываются в совокупности при составлении интегральной схемы.

Таким образом, классификации земель по приемлемости к добыче преимущественно связаны с учетом природоохранных ограничений и экологической уязвимости ландшафтов. В то же время нельзя не отметить и тот факт, что возможность/ невозможность использования земельных ресурсов для добычи в значительной степени зависит от норм права, действующих на законодательном уровне в той или иной стране. Принимая во внимание вышесказанное и с целью выявления условий предоставления земельных участков для осуществления деятельности, связанной с разработкой ОПИ, проанализирован ряд законодательных документов, действующих в Беларуси и затрагивающих данный вопрос: Указ Президента Республики Беларусь «Об изъятии и предоставлении земельных участков» [4]; кодексы, представляющие действующее экологическое законодательство [5–8]; иные законодательные документы, регулирующие особенности землепользования в пределах отдельных видов земель [9–15]; проект постановления Совета Министров Республики Беларусь «О порядке размещения, разработки, рекультивации и учета внутрихозяйственных карьеров» [14], а также специализированные научные издания, в которых освещаются вопросы правового режима использования земель в Беларуси [16, 17].

Проведенный анализ показал, что наиболее четко в законодательстве определяются нормы использования сельскохозяйственных и лесных земель, земель под водными объектами и болотами (в том числе торфяниками), а также земель населенных пунктов, что позволило наиболее четко разграничить земли данных видов при группировании. Основные источники права, регламентирующие вопросы их использования, приведены в табл. 1.

В то же время правовая регламентация целей и условий использования земель, относящихся к иным видам и категориям, определяется в недостаточном объеме, т. е. не прописано как ни четких существенных ограничений, связанных с их использованием, так отсутствуют и конкретные положения, разрешающие их отчуждение для целей разработки. Однако в некоторых документах можно встретить определенные специальные требования, устанавливаемые к пользованию такими землями, что, например, прописано для загрязненных радионуклидами территорий, исходя из которых можно сделать выводы о степени предпочтительности их использования для открытой добычи.

Таким образом, несмотря на то что в законодательных документах не имеется четких норм, разработанных для каждого вида земель, определяющих возможность их использования для целей добычи ОПИ, проведенный совокупный анализ законодательных документов, а также установленные подходы к ранжированию земель других регионов позволили сформировать определенное представление для реализации этапа группирования земель территории Брестской области с учетом их состояния использования, а также возможностей отвода для разработки карьеров.

Т а б л и ц а 1. Источники права Республики Беларусь, регламентирующие вопросы использования некоторых видов земель для добычи ОПИ

Документ	Статья / пункт
Кодекс Республики Беларусь о Земле	Статья 18. Ограничения (обременения) прав на земельные участки; Статья 38. Предоставление земельных участков из сельскохозяйственных земель ... для целей, не связанных с назначением этих земель
Кодекс Республики Беларусь о недрах	Статья 30. Возникновение права пользования недрами
Водный кодекс Республики Беларусь	Статья 38. Цели пользования водными объектами; Статья 54. Режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в водоохраных зонах и прибрежных полосах
Закон Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях»	Статья 24. Режим охраны и использования ООПТ
Закон Республики Беларусь «Об охране и использовании болот (торфяников)»	Статья 30. Режим охраны и использования естественных болот...
Закон Республики Беларусь «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности»	Статья 24. Придорожные полосы (контролируемые зоны) автомобильных дорог общего пользования; Статья 38. Условия пользования автомобильными дорогами...
Указ Президента Республики Беларусь «Об изъятии и предоставлении земельных участков»	Пункт 2. Решения об изъятии и предоставлении земельных участков из сельскохозяйственных ...; Пункт 12. При необходимости изъятия для государственных нужд земельного участка...
Проект постановления Совета Министров Республики Беларусь «О порядке размещения, разработки, рекультивации и учета внутрихозяйственных карьеров»	Пункт 3. Внутрихозяйственные карьеры размещаются на землях следующих категорий...; Пункт 14. Не допускается размещение внутрихозяйственных карьеров...

Этап 2. Группирование земель территории Брестской области. На данном этапе на основании сведений о современном состоянии и использовании земельных ресурсов территории Брестской области и правовых норм, регулирующих вопросы использования различных видов земель, производилось объединение земельных участков разных типов в группы (табл. 2). В результате объединения земель сформировано шесть групп, охарактеризованных ниже. Учитывая тот факт, что данная классификация также будет использована на этапе формирования цифровой растровой модели, отражающей доступность земель к освоению залежей, каждой группе назначался специальный код. Ниже более подробно рассмотрим каждую из выделенных групп.

Группа 1. Неиспользуемые земли. Отнесены неосвоенные земли, а также земли, утратившие свои полезные свойства в результате деградации и изъятые из хозяйственного оборота, которые, согласно законодательству, могут быть предоставлены землепользователям (путем перевода в соответствующую категорию), для добычи ОПИ при установлении пригодности их использования для этих целей.

Т а б л и ц а 2. Группирование земель административных районов Брестской области по приемлемости к освоению залежей строительного сырья

Код	Группа земель	Земельное покрытие
1	Неиспользуемые земли	Прочие неиспользуемые земли; пески, лишенные растительности; овраги и промоины; валы; ямы; вымочки
2	Сельскохозяйственные и лесные земли с малой интенсивностью землепользования	Залежные; луговые; луговые (закустаренные); луговые (заболоченные); луговые (заболоченные, закустаренные); улучшенные луговые; непокрытые лесом; под древесно-кустарниковой растительностью (ДКР)
3	Сельскохозяйственные и лесные земли с высокой интенсивностью землепользования	Пахотные; теплицы, парники; сады; ягодники; плантации; плодовые питомники; леса; посадки; под лесополосами; дороги полевые, лесные; просеки
4	Нарушенные и иные виды земель	Нарушенные при разработке и добыче полезных ископаемых; при торфоразработках и добыче сапропелей; при ведении строительных работ; выгоревшие торфяники; бывшие сельскохозяйственные земли, загрязненные радионуклидами; находящиеся в стадии мелиоративного строительства; восстановления плодородия; отвалы и терриконы; карьеры и иные объекты в стадии добычи полезных ископаемых; в стадии добычи торфа и сапропелей; действующие стройплощадки и другие объекты в стадии строительства; используемые для хранения отходов; скотомогильники
5	Застроенные земли	Дороги проселочные; дороги улучшенные – полотно (проезжая часть); дороги улучшенные – откосы; скотопрогоны; железные дороги – полотно; железные дороги – откосы; железные дороги – платформы; иные транспортные коммуникации; земли под трубопроводами; мосты, путепроводы, эстакады; площади; улицы и проезды; проезжие части улиц; парки, скверы, бульвары, иные озелененные территории; газоны и клумбы; курганы; кладбища; земли, предоставленные гражданам для коллективного садоводства; усадебные земли; дворы (без разделения на производственную и жилую застройку; открытые склады; загоны; здания жилые; здания нежилые; постройки легкого типа; иные строения и сооружения; силосные ямы
6	Земли под водными объектами и болотами	Реки; каналы и канавы; озера; водохранилища и пруды; дамбы; плотины; под бровками; болота

Группа 2. Сельскохозяйственные и лесные земли с малой интенсивностью землепользования. Включены земли, на которых в соответствии с законодательством допускается размещение карьеров по добыче ОПИ: сельскохозяйственные земли, не используемые для посева и выращивания сельскохозяйственных культур; непокрытые лесом земли, используемые для ведения лесного хозяйства; земли, занятые малоценной древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями).

Группа 3. Сельскохозяйственные и лесные земли с высокой интенсивностью землепользования. В эту группу отнесены земли, в границах которых в соответствии с законодательством допускается размещение карьеров по добыче ОПИ в случае невозможности их размещения на землях группы 2 после осуществления землепользователями рекультивации на ранее используемых земельных участках, в которых миновала надобность приведения их в надлежащее состояние для целей государственного органа, предоставивших для эксплуатации. Сюда, в частности, включены систематически обрабатываемые (перепаживаемые) сельскохозяйственные земли, используемые для выращивания сельскохозяйственных культур; участки закрытого грунта; лесные земли (покрытые лесом, под посадками); земли под противоэрозионными, в том числе полезащитными насаждениями (лесополосами). Также в эту группу добавлены земли, занятые временными проездами, пролегающими через территорию сельскохозяйственных и лесных земель.

Группа 4. Нарушенные и иные виды земель. В данную группу включены радиоактивно загрязненные территории, относящиеся в границах населенных пунктов Брестской области к зонам проживания с периодическим радиационным контролем [18] и в их пределах на законодательном уровне не установлено специальных ограничений прав на землю, но использование которых предполагает выполнение определенных специальных требований, вытекающих из режима данных территорий; земли, использование которых допускается в исключительных случаях по истечении определенного срока эксплуатации земельного участка и проведения специальных дезинфекционных мероприятий (скотомогильники); нарушенные земли, в том числе в результате добычи полезных ископаемых; земли, находящиеся в стадии использования (ведется добыча полезных ископаемых, строительные работы, проводятся мероприятия по восстановлению плодородия).

Группа 5. Застроенные земли. Отнесены земли, в границах которых вводится запрет на пользование недрами, связанными с добычей полезных ископаемых (если иное не установлено Президентом Республики Беларусь), а именно земли, занятые застройкой, а также земельные участки, используемые для удовлетворения культурно-бытовых потребностей населения и обеспечения коммунально-бытовых нужд в границах населенных пунктов. Изъятие таких земель допускается в отдельных исключительных случаях в целях государственных нужд с возмещением убытка от изъятия владельцам. Также в эту группу отнесены земли, занятые транспортными коммуникациями как в границах населенных пунктов, так и за их пределами.

Группа 6. Земли под водными объектами и болотами. К данной группе отнесены земли, использование которых для добычи полезных ископаемых невозможно в соответствии с действующими на законодательном уровне принципами их охраны и использования (земли под водными объектами и их гидротехнические сооружения, земли под болотами).

Этап 3. Присвоение весовых коэффициентов группам земель с учетом их приемлемости к освоению залежей строительного сырья. На данном этапе по каждой из сформированных групп земель вычислялись весовые коэффициенты. При этом с целью подбора наиболее оптимального способа расчета веса данная процедура была реализована с применением нескольких наиболее популярных методов, основанных на экспертных оценках.

Метод ранжирования – все группы земель проранжированы в порядке значимости. В результате сформирована последовательность: $K_1 \rightarrow K_2 \rightarrow \dots \rightarrow K_6$, где K_1 соответствует наиболее значимой группе земель, K_6 – наименее значимой. Затем с учетом сформированной последовательности на основе использования шкалы Фишберна [19] производили расчет весовых коэффициентов. Полученные с использованием данного метода результаты отражены в табл. 3 (столбец 2).

Т а б л и ц а 3. **Весовые коэффициенты, рассчитанные по группам земель земельного фонда территории Брестской области с учетом приемлемости их к освоению залежей строительного сырья**

Код группы земель	Метод ранжирования	Метод попарного сопоставления	Метод балльной оценки	Метод анализа иерархий
1	2	3	4	5
1	0,048	0,02	0,035	0,034
2	0,095	0,078	0,057	0,045
3	0,143	0,137	0,106	0,09
4	0,19	0,196	0,199	0,196
5	0,238	0,254	0,248	0,254
6	0,286	0,313	0,355	0,381

Метод попарного сопоставления, в соответствии с которым все группы земель попарно сравнивались друг с другом. Информация о предпочтениях заносилась в специальную матрицу, элементы которой заполнялись следующим образом: если группа земель K_1 являлась более значимой по сравнению с группой земель K_2 , то ей присваивалось значение 1, в противном случае 0. Если группы имели одинаковую важность для них устанавливалось значение 0,5. После заполнения матрицы по каждой группе земель вычисляли частоту превалирования, после чего производили расчет весовых коэффициентов [20]. Результаты, полученные на основе данного метода вычислений, отражены в табл. 3 (столбец 3).

Метод балльной оценки. Для расчета весовых коэффициентов каждой группе земель присваивали балл в зависимости от степени ее важности (от 1 до 9). Полученные баллы и использовали для расчета весовых коэффициентов [21]. Результаты вычислений по данному методу представлены в табл. 3 (столбец 4).

Метод анализа иерархий Т. Саати [22, 23], в соответствии с которым все группы земель попарно сравнивались друг с другом на основе использования матрицы парных сравнений. Баллы при заполнении матрицы выставлялись с учетом шкалы относительной важности [24]. Непосредственно для расчета весовых коэффициентов проводилась нормировка матрицы путем деления всех ее элементов на рассчитанную сумму соответствующего столбца. Весовые коэффициенты вычисляли путем определения среднего значения по каждой строке нормированной матрицы. В завершении была проведена проверка согласованности матрицы. Показатель общей согласованности составил 0,07, что свидетельствует о согласованности проведенных сравнений (т. е. об отсутствии погрешностей в определении относительной важности групп земель). Полученные на основании проведенных расчетов результаты отражены в табл. 3 (столбец 5).

Как мы видим, исходя из данных табл. 3, для весовых коэффициентов, рассчитанных с применением всех четырех методов, сохраняется «направление» убывания степени значимости от групп земель с запретом и ограничениями на использование до групп земель, использование которых не ограничивается. При этом стоит отметить, что применение методов ранжирования и попарного сопоставления наиболее оправдано в тех случаях, когда имеет место «фиксированное» предпочтение одной группы данных над другой для линейно ранжированного ряда, когда первый критерий ряда наиболее значимый, а все последующие являются членами убывающей арифметической прогрессии. Обращает на себя внимание и тот факт, что при использовании метода попарных сравнений от изначально заданных показателей сравнения варьирует и степень выраженности различий между данными (от слабой до очень сильной). Например, при расчете весовых коэффициентов с использованием данного метода применяли показатели 0; 0,5; 1, позволяющие выразить умеренное предпочтение между сравниваемыми данными.

В свою очередь применение методов балльной оценки и анализа иерархий позволяет получить более корректные результаты для набора данных с «плавающим» предпочтением. При использовании данных методов, как видно из результатов табл. 3, некоторые группы земель примерно равнозначны между собой, другие значительно отличаются друг от друга, что наиболее точно отражает различия между группами, для которых вычисляется вес в данном исследовании. Проанализировав преимущества и недостатки всех методов, основной выбор сделан на использовании весовых коэффициентов, рассчитанных по методу анализа иерархий Т. Саати, что обусловлено наилучшей его результативностью в сравнении с другими методами ввиду следующих достоинств.

Высокая универсальность. Метод может быть использован для решения самых разнообразных задач, в том числе широкое распространение получил в практике географических исследований, связанных с оценкой земельных ресурсов [24, 25–27].

Наличие общезначимой вербально-числовой шкалы. При проведении оценки методом анализа иерархий баллы критериям присваиваются на основе вербально-числовой шкалы с верхним пределом 9 баллов, которая содержит как описание градаций шкалы, так и баллы, соотносимые с каждой градацией [22]. При этом вне зависимости от того для какой сферы реализуется оценка, используемая шкала остается неизменной [24, 28–29]. В то же время при расчете весовых коэффициентов на основе метода балльной оценки нет подобной фиксированной шкалы баллов, устанавливаемых для критериев. В каждом конкретном случае присваиваемые баллы отличаются ввиду специфики используемых шкал (номинальная, порядковая, интервальная, рациональная), их размерности (5-, 7-, 9-балльные и др.) [30, 31], а итоговый результат оценки зависит не только от корректности присвоенных критериям баллов, но и от особенностей балльной шкалы, используемой для оценивания [32]. Нет единого универсального решения в присвоении баллов и при использовании метода парных сравнений, как уже отмечалось выше в данном случае, шкалы могут отличаться в зависимости от степени предпочтительности критериев в сравнении друг с другом. Таким образом, применение метода анализа иерархий не требует дополнительных временных затрат на разработку оценочных шкал и исключает ошибки, связанные с неправильным выбором подхода к их разработке.

Попарность сравнений. Метод позволяет в понятной и рациональной форме структурировать сравниваемые критерии в виде иерархии и, как следствие, в ходе оценки сконцентрировать внимание на конкретной группе критериев (насколько критерий K_1 важнее критерия K_2), чтобы получить наиболее точные результаты. При использовании же методов ранжирования и балльной оценки эксперту необходимо установить взаимосвязи между всеми критериями одновременно, так как в данных методах они рассматриваются как единая совокупность, что зачастую затрудняет реализацию оценки и снижает ее точность.

Встроенный критерий качества оценки. Данный метод в отличие от ряда других экспертных методов имеет механизм проверки согласованности оценки с целью установления противоречивости полученных данных и ее устранения в случае выявления.

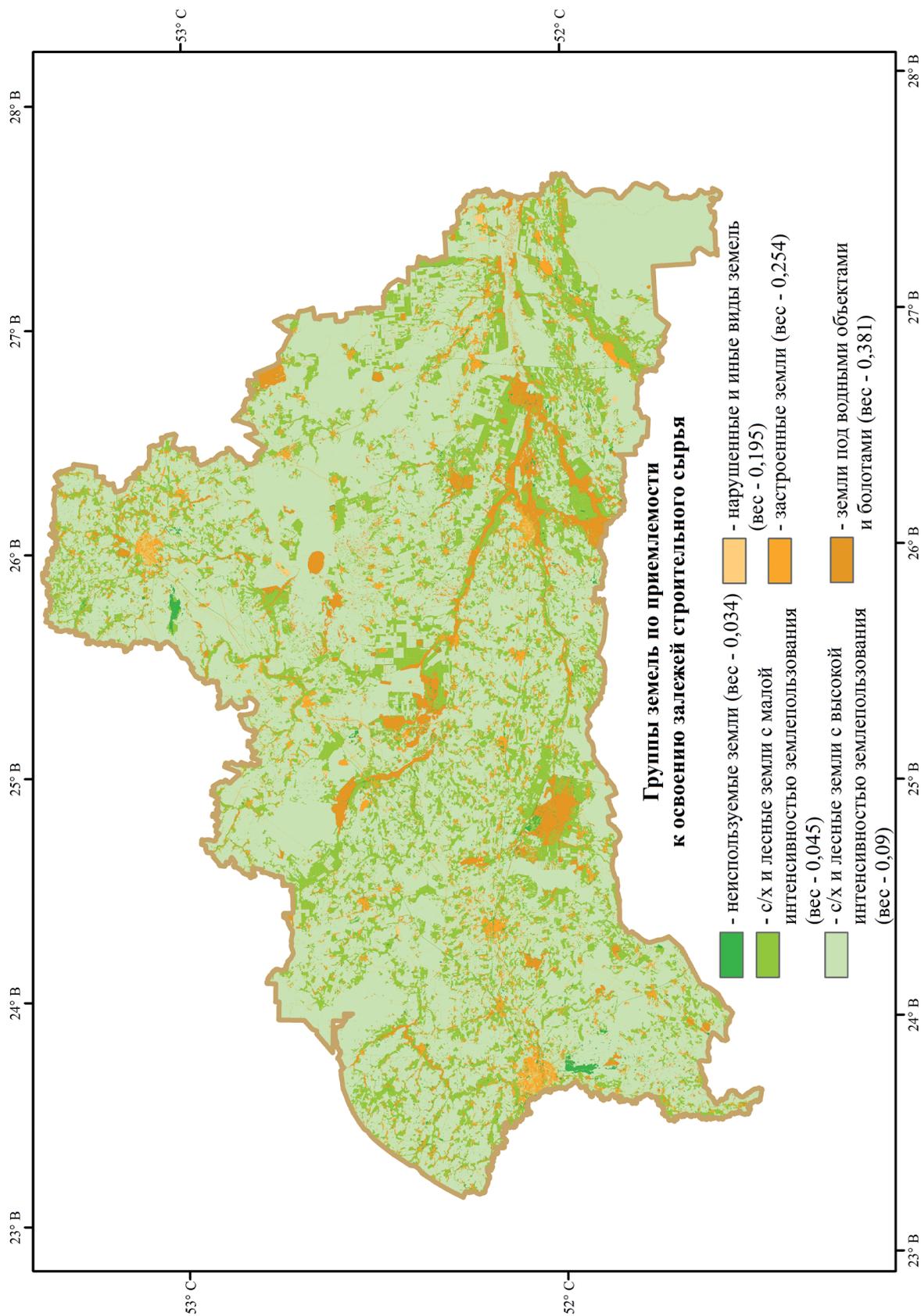


Рис. 1. Схема, отражающая приемлемость различных групп земель территории Брестской области к освоению залежей строительного сырья

Возможность оценить важность каждого критерия. Метод позволяет учитывать отношение весовых коэффициентов наиболее и наименее важных критериев, выполнять «настройку» на любое предпочтение критериев относительно друг друга.

Этап 4. Формирование растровой модели, отражающей приемлемость земель разных групп к освоению залежей строительного сырья. На данном этапе с использованием настольного программного пакета ArcGIS 10.5 с учетом разработанной классификации и рассчитанных весовых коэффициентов создана растровая модель, отражающая степень приемлемости различных групп земель к освоению залежей строительного сырья (рис. 1). В качестве исходных данных для создания модели послужил набор цифровых векторных слоев, свидетельствующих о состоянии и использовании земель (в разрезе подтипов) территории Брестской области, представленных в формате персональной файловой базы геоданных ArcGIS. Процедура формирования растровой модели состояла из нескольких шагов.

Шаг 1. Генерализация земельных покрытий в соответствии с предложенной классификацией земель. На данном шаге с использованием инструмента Add Field в таблицу атрибутов слоя с землями были добавлены новые числовые поля «Группа_земель» и «Вес». Заполнение обоих полей производилось с помощью инструмента Calculated Field путем добавления рангов, соответствующих каждому земельному покрытию в поле «Группа земель» и весовых коэффициентов, соответствующих каждой группе в поле «Вес». Для присвоения рангов и весов применялся скрипт VBA с использованием системы кодов, подобных следующему:

```
if [земельное покрытие] = "пахотные" then df = "3".
```

Соответственно если значение колонки равно «пахотные» земли, то вычисляемой переменной присваивалось значение 3. Полученные результаты автоматически вносились в вычисляемые атрибутивные поля.

Шаг 2. Формирование домена кодированных значений. После проведения классификации земель для обеспечения возможности хранения описаний используемых рангов, а также быстрого доступа к ним был сформирован домен кодированных значений (Create Domain), привязанный к базе геоданных «Земельный фонд Брестской области» (рис. 2) и заданы его свойства: имя, описание, правила раз-

Свойства базы данных

Общие Домены

Имя домена	Описание
Ранг земель	Приемлемость земель к разработке залежей стр

Свойства домена:

Тип поля	Double
Тип домена	Кодированные значения
Правила разбиения	Дублировать
Правила слияния	Значение по умолчанию

Кодированные значения:

Код	Описание
1	Неиспользуемые земли
2	Сельскохозяйственные и лесные земли с малой
3	Сельскохозяйственные и лесные земли с высок
4	Нарушенные и иные виды земель
5	Застроенные земли

OK Отмена Применить

Рис. 2. Экстент домена кодированных значений «Ранг значимости», назначенного полю «Группа_земель»

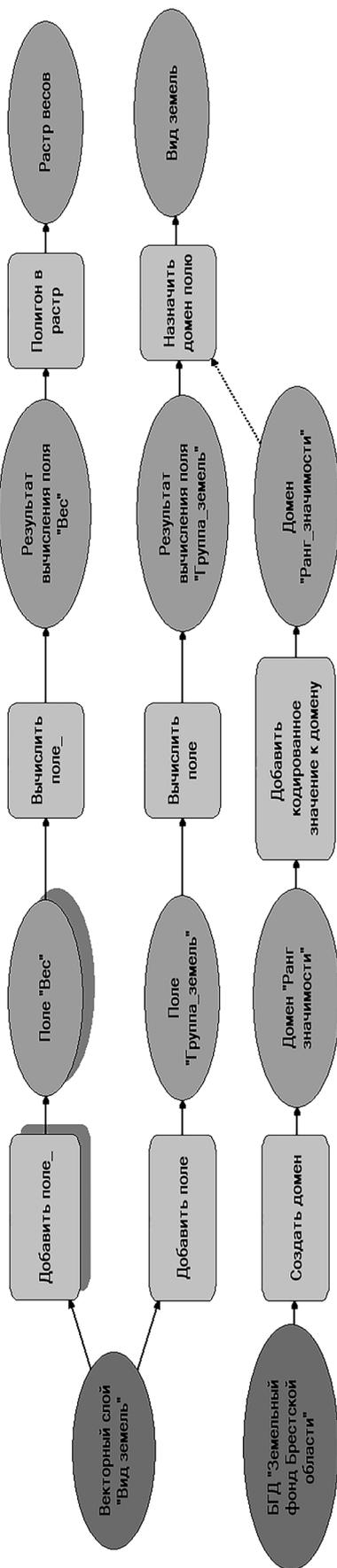


Рис. 3. Геоинформационная модель «Land Rank» (модуль Model Builder ArcGIS 10.5)

бияния и слияния, коды и валидные им значения (Add Coded Value to Domain) в соответствии с табл. 2. После чего сформированный домен был присвоен (Assign Domain to Field) полю «Группа_земель».

Шаг 3. Трансформация векторного слоя в растровое покрытие. Учитывая тот факт, что для реализации итоговой оценки залежей строительного сырья Брестской области необходимо производить процедуру наложения слоев, которой лучше поддаются растровые модели, была произведена трансформация ранжированных векторных слоев в растры. Для этого применяли встроенный инструмент программы Polygon to Raster. При конвертации полигонов в растры в качестве поля, используемого для присвоения значений входному растру, выступало поле «Вес», в качестве метода присвоения значений ячейкам устанавливался «CELL_CENTER». Размер выходной ячейки задан равным 5 м.

В завершении для автоматизации процесса реализации шагов этапа 4 была сформирована модель геообработки, реализующаяся с помощью ArcToolbox (рис. 3).

Выводы. На основе данных о современном состоянии и использовании разных видов земель территории Брестской области с учетом установленных подходов к классификации территорий размещения залежей, применяемых в практике геолого-экономической оценки ОПИ, действующего в Республике Беларусь законодательства, регламентирующего вопросы отвода различных видов земель под открытую добычу, выполнено объединение земельных участков, входящих в структуру земельного фонда исследуемого региона в группы, различающиеся между собой по степени приемлемости к открытой разработке.

Для обеспечения возможности последующего использования разработанной классификации в ходе проведения интегральной оценки залежей строительного сырья Брестской области для каждой группы земель рассчитаны весовые коэффициенты с применением нескольких, наиболее популярных методов, основанных на экспертных оценках. При этом наиболее корректные результаты расчета достигнуты на основе использования метода анализа иерархий Т. Саати.

Принимая во внимание тот факт, что реализация оценки залежей строительного сырья территории Брестской области будет проводиться в геоинформационной среде на основе разработанной классификации и с учетом рассчитанных весовых коэффициентов в программной среде ArcGIS 10.5 сформирована цифровая растровая модель, отражающая степень приемлемости различных групп земель к освоению залежей ОПИ. Разработанная модель послужит основой для обоснования рациональной последовательности вовлечения залежей строительного сырья Брестской области в отработку, что в свою очередь будет способствовать сбалансированному использованию минерально-сырьевой базы региона.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь в рамках задания «Разработка геолого-информационной модели кайнозойских отложений территории Брестской и Гродненской областей как основы для прогнозирования новых наиболее доступных месторождений минерального сырья» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг.

Список использованных источников

1. *Лютягин, Д. В.* Геолого-экономическое обоснование вовлечения в отработку месторождений общераспространенных полезных ископаемых : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Д. В. Лютягин ; Рос. гос. геол.-развед. ин-т. – М., 2006. – 28 с.

2. *Пешкова, Г. Ю.* Экспресс-оценка привлекательности разработки месторождений глины на основе геолого-экономических критериев (на примере Ленинградской области) / Г. Ю. Пешкова // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: вестн. науч.-исследоват. центра корпоратив. права, управ. и венчур. инвест. Сыктывкар. гос. ун-та. – 2016. – № 1. – С. 121–128.

3. *Черемисина, Е. Н.* Геоинформационные системы в природопользовании / Е. Н. Черемисина, А. А. Никитин // Геоинформатика. – 2006. – № 3. – С. 5–20.

4. Об изъятии и предоставлении земельных участков [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 27 дек. 2007 г., № 667 : в ред. Указ Президента Респ. Беларусь от 16.07.2021 г. // Pravo.by. Основной государственный информационный ресурс в области права и правовой информатизации / Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

5. Кодекс Республики Беларусь о земле [Электронный ресурс] : 23 июля 2008 г., № 425-3 : принят Палатой представителей 17 июня 2008 г. : одобр. Советом Респ. 28 июня 2008 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 24.10.2016 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

6. Кодекс Республики Беларусь о недрах [Электронный ресурс] : 10 июля 2008 г., № 406-3 : принят Палатой представителей 10 июня 2008 г. : одобр. Советом Респ. 20 июня 2008 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 06.01.2021 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

7. Водный кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс] : 30 апр. 2014 г., № 149-3 : принят Палатой представителей 2 апр. 2014 г. : одобр. Советом Респ. 11 апр. 2014 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 05.01.2022 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.
8. Лесной кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс] : 24 дек. 2015 г., № 332-3 : принят Палатой представителей 3 дек. 2015 г. : одобр. Советом Респ. 9 дек. 2015 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 07.03.2021 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.
9. Об особо охраняемых природных территориях [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 15 нояб. 2018 г., № 150-3 : принят Палатой представителей 16 окт. 2018 г. : одобр. Советом Респ. 31 окт. 2018 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
10. Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 2 дек. 1994 г., № 3434-XII : в ред. Закона Респ. Беларусь от 07.05.2007 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2007.
11. Об утверждении Ветеринарно-санитарных правил захоронения и уничтожения трупов животных, продуктов животного происхождения, не соответствующих требованиям ветеринарно-санитарных правил [Электронный ресурс] : Пост. Министерства сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь, 24 сентября 2012 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.
12. Об утверждении Положения о порядке размещения объектов внутрихозяйственного строительства на землях сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс] : Пост. Совета Министров Респ. Беларусь, 29 февраля 2000 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2000.
13. Об охране и использовании болот (торфяников) [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 18 дек. 2019 г., № 272-3 : принят Палатой представителей 19 нояб. 2019 г. : одобр. Советом Респ. 3 дек. 2019 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2019.
14. О порядке размещения, разработки, рекультивации и учета внутрихозяйственных карьеров [Электронный ресурс] : Проект Пост. Совета Министров Респ. Беларусь, 18 мая 2021 г. // Pravo.by. Основной государственный информационный ресурс в области права и правовой информатизации / Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Минск, 2022.
15. О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 26 мая 2012 г., № 385-3 : принят Палатой представителей 3 мая 2012 г. : одобр. Советом Респ. 8 мая 2012 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 05.01.2022 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.
16. Шингель, Н. А. Правовой режим земель в Республике Беларусь / Н. А. Шингель. – Минск : ГИУСТ БГУ, 2005. – 112 с.
17. Белорусская юридическая энциклопедия : в 4 т. / редкол.: С. А. Балашенко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ГИУСТ БГУ, 2007–2013. – Т. 1. – 2007. – 600 с.
18. Респ. Центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Минприроды Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rad.org.by/>. – Дата доступа: 14.03.2022.
19. Чикишев, Н. С. Использование PEST-анализа и метода Фишберна для оценки эффективности оказываемых государственных услуг в сфере таможенно-тарифного регулирования / Н. С. Чикишев, Е. С. Родионова // Управление экономическими системами: электрон. науч. журн. – 2018. – № 7 (113). – С. 42–43.
20. Спиридонов, С. Б. Анализ подходов к выбору весовых коэффициентов критериев методом парного сравнения критериев / С. Б. Спиридонов, И. Г. Булатова, В. М. Постников // Наукоеведение. – 2017. – № 6. – <https://naukovedenie.ru/PDF/16TVN617.pdf>
21. Логинов, К. К. Вычисление весовых коэффициентов в интегральном индексе экономической безопасности региона на примере Омской области / К. К. Логинов // Наука о человеке. Гуманит. исслед. – 2020. – № 1 (39). – С. 186–194.
22. Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем: пер. с англ. / Т. Саати, К. Керис. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
23. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.
24. Осипов, А. Г. Теория и практика интегральной оценки пригодности земель природных ландшафтов для аграрного и рекреационного освоения : дис. ... д-ра геогр. наук : 25.00.26 / А. Г. Осипов ; Воен.-косм. акад. им. А. Ф. Можайского. – СПб., 2016. – 230 с.
25. Ямони, М. Оценка земель, основанная на природных факторах с целью расширения города методом анализа иерархий (МАИ) (на примере города Марвдашт, Иран) / Б. Алимухаммади, С. Захро // Вестн. Таджик. нац. ун-та. Сер. естеств. наук. – 2013. – № 1 (110). – С. 272–279.
26. Богомазова, И. В. Оценка привлекательности объектов сельского туризма региона на основе метода анализа иерархий / И. В. Богомазова // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2011. – № 2. – С. 50–57.
27. Скачкова, М. Е. Оценка уровня комфортности объектов озеленения урбанизированных территорий / М. Е. Скачкова, К. М. Копалина // Вестн. СГУГиТ. – 2020. – № 2. – С. 244–258.
28. Волокобинский, М. Ю. Принятие решений на основе метода анализа иерархий / М. Ю. Волокобинский, О. А. Пекарская, Д. А. Рази // Вестн. финанс. ун-та. – 2016. – № 2. – С. 33–42.
29. Илларионов, М. Г. Применение метода анализа иерархий в принятии управленческих решений / М. Г. Илларионов // Актуальные проблемы экономики и права. – 2009. – № 1. – С. 33–42.

30. Шибут, Л. И. Учет неоднородности почвенного покрова при кадастровой оценке земель в Беларуси / Л. И. Шибут, Г. С. Цытрон, В. А. Калюк // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 1 (46). – С. 21–28.

31. Логинов, К. К. Экономическая безопасность регионов Сибирского федерального округа / К. К. Логинов, А. А. Кораблева, В. В. Карпов // Наука о человеке. Гуманит. исслед. – 2018. – № 4 (34). – С. 141–150.

32. Мухина, Л. И. К теории географических оценок / Л. И. Мухина // Основные понятия, модели и методы общегеографических исследований: материалы всесоюз. теоретич. конф., 1983 г. : / АН СССР, Ин-т географии. – М., 1984. – С. 174–183.

Поступила 04.07.2022