

5. Парки в проектах застройки расширяются [Электронный ресурс] // Ведомости. Недвижимость. – Режим доступа: <https://re.vedomosti.ru/asphalt/articles/2021/05/14/869850-parki-v-proektah-zastroiki>. – Дата доступа: 29.08.2023.

6. Власти Москвы: городские проекты благоустройства окупаются за полтора года [Электронный ресурс] // РИА Новости недвижимость. – <https://realty.ria.ru/20230830/blagoustroystvo-1893159933.html?in=t>. – Дата доступа: 30.08.2023.

УДК 502.31:911.375.4(476.5)

**П. А. ГАЛКИН**

Беларусь, Витебск, ВГМУ

E-mail: galkin-pasha @yandex.by

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВИТЕБСКА)**

В современных условиях материальную основу жизнедеятельности человека составляют преимущественно *города – пространственно-ограниченные природно-технические системы* (далее – ПТС), представленные сложным комплексом взаимосвязанных обменом вещества и энергии живых организмов и абиотических элементов (природных и технических), создающих городскую среду обитания человека, отвечающую его биологическим, экономическим, трудовым, социальным и психологическим потребностям. Городская среда (далее – ГС) с точки зрения условий проживания населения достаточно адаптирована для удовлетворения человеческих потребностей. Эти адаптации имеют свои следствия, которые проявляются в нарушении природной обстановки и трансформации состояния всех компонентов окружающей среды (далее – ОС), нередко негативно отражаясь на условиях проживания населения. Следовательно, весьма важно своевременно определять степень благоприятности ОС, трансформированной человеком, или выполнять ее геоэкологическую оценку, предполагающую проведение анализа качества компонентов среды и тех изменений, которые произошли под воздействием техногенных факторов. Она позволяет определить остроту геоэкологических ситуаций и масштабы их распространения. При этом, анализируя преследуемые цель и задачи исследований, целесообразно

полагать, что они по своей сути должны быть направлены на оценку *геоэкологических условий территории – комплекса современных природных и техногенно измененных особенностей территории, которые определяют условия функционирования экосистем, в том числе проживания населения*. Вариантов такой оценки существует достаточно много. Ее проводят по критериям и ряду показателей определения реальных техногенных воздействий на ОС города, однако проблема заключается в выборе этих критериев. Это обусловлено тем, что многие используемые критерии играют разную роль во взаимодействии с природным комплексом и городскими объектами. Их наложение, даже с существенными коэффициентами значимости, нередко приводит к необоснованному усилению влияния одного параметра и недоучету действия другого. Завершением любого геоэкологического анализа является создание соответствующих карт. Их общей задачей служит отражение результатов взаимодействия природы и общества, а также путей оптимизации этого взаимодействия на принципах рационального природопользования. При этом надо заметить, что к настоящему времени в науках о Земле нет единых подходов к геоэкологическим оценкам и их визуализации, нет общей концепции картографирования городов, не определены критерии оценки, методические приемы, унифицированные легенды карт и т. д. Недостаточно проработанными остаются вопросы количественного описания исследуемых факторов (или критериев) и математический аппарат для их обработки.

*Целью наших исследований послужила разработка методики построения карты геоэкологических условий урбанизированной территории с учетом естественной природной и функциональной дифференциации территории и существующей техногенной нагрузки, основанная на оценке геоэкологической обстановки в городе, комфортности среды проживания населения и геоэкологического потенциала геосистем.* Фактологическую основу составили материалы ранее проведенных работ по оценке геологических, геоморфологических условий, состояния почвенного покрова, растительного и животного мира территории г. Витебска, техногенных воздействий на компоненты ОС, а также роли функционально-планировочной организации города в формировании его геоэкологической обстановки. На основании применения совокупного геоэкологического подхода, базирующегося на рассмотрении города как ПТС, нами разработан алгоритм и методика оценки и картографирования геоэкологических условий Витебска, включающие три блока работ, которые направлены на создание базы данных и цифровых картографических изображений, начиная со схематических карт, отображающих природные и функционально-

территориальные особенности ГС, характер техногенных воздействий и состояние компонентов в пределах локальных ПТС города, до картосхем геоэкологической обстановки в городе, комфортности среды проживания населения, геоэкологического потенциала территории и, как главный результат исследований, карты геоэкологических условий (рисунок). Если для построения первых карт нами использовались сложившиеся, неоднократно апробированные методики, то для создания геоэкологических картосхем были предложены оригинальные подходы, базирующиеся на геосистемном принципе, моделировании и количественных оценках.

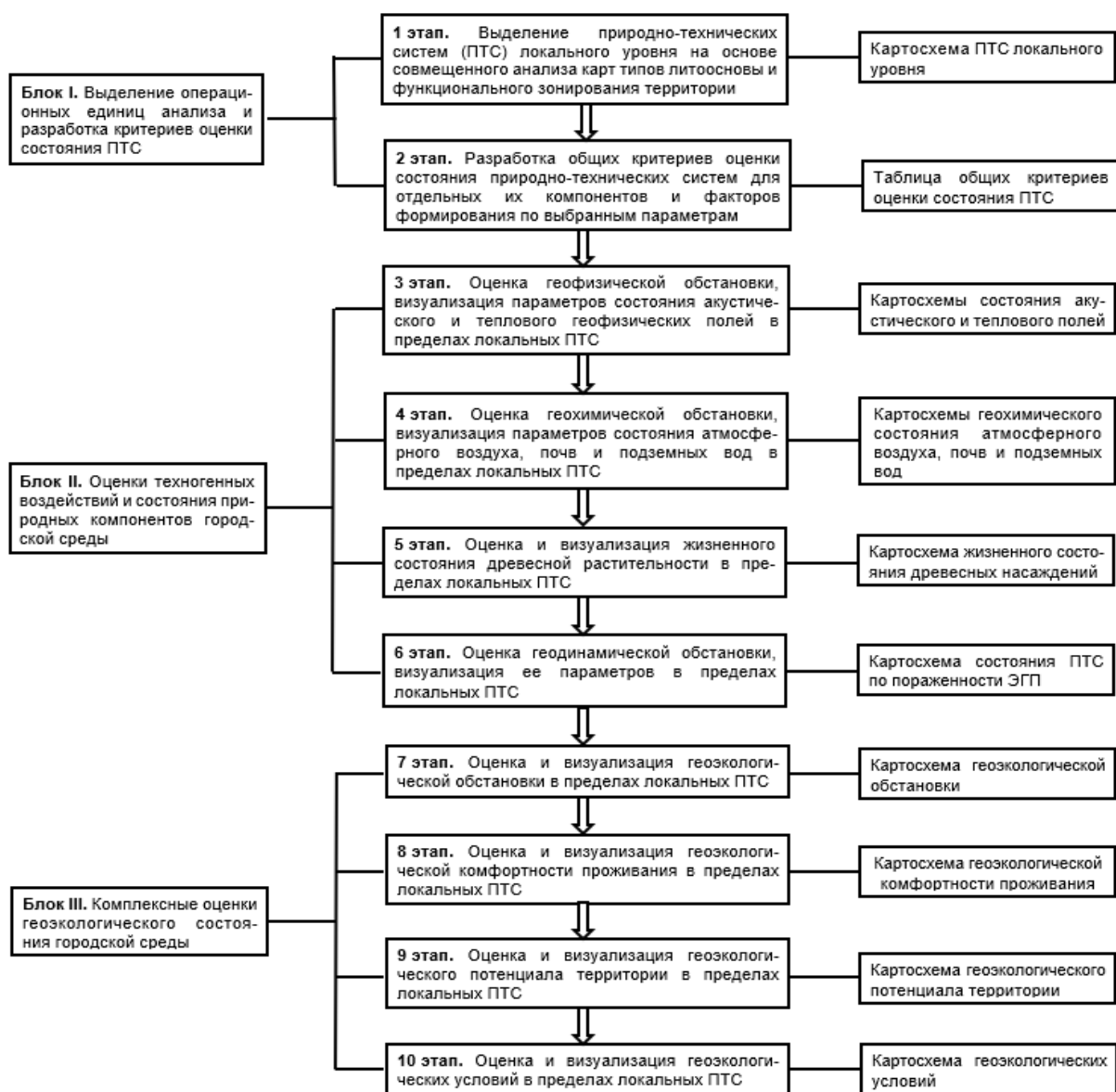


Рисунок – Алгоритм оценки и картографирования геоэкологических условий города

Картосхема *геоэкологической обстановки* в пределах локальных ПТС города является результирующей в оценке состояния составляющих их природных компонентов. На ней, по сути, отображается геоэкологическая ситуация в городе, от которой зависит нормальный ход функционирования локальных ПТС и, как следствие, комфортность проживания населения.

Картосхема строится на основе сопоставления результатов базовых оценок состояния природных компонентов ГС по каждой выделенной локальной ПТС с привлечением комплексного показателя геоэкологической ситуации:  $P_{гс} = 1/K_1 + 1/K_2 + 1/K_3 + 1/K_4 + 1/K_5 + 1/K_6 + 1/K_7$ , где  $P_{гс}$  – комплексный показатель геоэкологической ситуации,  $K$  – численное значение критерия состояния одного из компонентов ПТС, равное 1 – норма (Н), 2 – риск (Р), 3 – кризис (К), 4 – бедствие (Б). *Индексы*: 1 – уровень звука, 2 – тепловые аномалии; состояние природных компонентов по отношению к химическому загрязнению: 3 – атмосферного воздуха, 4 – почвенного покрова, 5 – подземных вод, 6 – древесных насаждений; 7 – пораженность территории ЭГП. Данный показатель представляет собой *математическую модель, в основе вычисления которой лежит нечеткая логика*. К созданию таких моделей прибегают в том случае, когда математическое описание предмета исследования слишком сложное или неизвестно. Качество выходных показателей этих моделей зависит лишь от эксперта, который создает и корректирует модель. Легенда карты геоэкологической обстановки представляется в виде матрицы. Ее заполнение по всем локальным ПТС итоговыми оценками геоэкологической ситуации позволяет установить общие закономерности ее территориальной дифференциации. Различные оценки геоэкологической обстановки урбанизированной территории актуализируют вопрос о *геоэкологической комфортности среды проживания (или пребывания) населения – оптимальном состоянии окружающей его среды, обеспечивающем здоровье и работоспособность*. Использование категории нечеткости позволяет оценить качество среды проживания населения города. Для проведения данной оценки предлагается использовать функцию желательности Харрингтона – Менчера, адаптированную нами для системы показателей, характеризующих комплексно геоэкологическую обстановку исследуемой территории. Эта функция позволяет моделировать процессы поведения отдельных подсистем внутри системы, учитывать связи и воздействия при оценке качества объекта. Основой ее построения является преобразование натуральных значений частных параметров разной физической сущности и размерности в единую безразмерную шкалу желательности. Комплексный показатель качества городской среды на основе обобщенной функции желательности рассчитывался как среднее геометрическое частных показателей,

отражающих состояние различных факторов, влияющих на качество ГС, по формуле  $K_{ПКС} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i}$ , где  $d_i$  ( $i = 1-7$ ) – частный показатель качества состояния компонента среды или фактора ПТС (их *индексы* см. в предыдущей формуле),  $n$  – число используемых показателей. Следует заметить, что для частных показателей вполне можно применить одну из категорий нечеткости – нечеткость непосредственных данных, когда любой из этих показателей будет равен отношению  $1/K_i$ , где  $K$  – численное значение критерия состояния одного из компонентов ПТС.

Геоэкологические условия любой геосистемы будут зависеть не только от изменений состояния и свойств ее компонентов, но и от способности сохранять свою структуру и свойства в пространстве и во времени при изменяющихся условиях, т. е. устойчивости, которая в совокупности со степенью нарушенности геосистемы позволяет оценить *геоэкологический потенциал урбанизированной территории, под которым нами понимается запас потенциальной устойчивости геосистемы в условиях конкретных техногенных нагрузок*. Введение данного понятия и его использование при оценке геоэкологических условий территории города требует количественного подхода. Для решения этой задачи необходимо выполнить количественную оценку параметров устойчивости и степени нарушенности геосистемы. Соотношение этих двух параметров позволяет ввести *коэффициент состояния геосистемы* ( $K_{сг}$ ):  $K_{сг} = U/H$ , где  $U$  – потенциальная устойчивость геосистемы к техногенному воздействию (в нашем случае к химическому загрязнению);  $H$  – степень нарушенности геосистемы. При  $K_{сг} = 1$  геосистема будет находиться в состоянии динамического равновесия. Если данное состояние геосистемы принять за базовое, то можно определить *коэффициент геоэкологического потенциала* ( $K_{гп}$ ), *под которым понимают количественную характеристику резерва потенциальной устойчивости геосистемы в условиях существующих нагрузок*. Данный показатель будет представлять собой разность коэффициента состояния анализируемой ГС и геосистемы с  $K_{сг} = 1$ :  $K_{гп} = K_{сг} - 1$ , где  $K_{гп}$  – коэффициент геоэкологического потенциала,  $K_{сг}$  – коэффициент состояния геосистемы. Такая операция позволяет провести группировку изучаемых геосистем по признаку комплекса деструктивных процессов, протекающих в них, которые способны определять геоэкологические ограничения в пределах геосистемы:  $-0,5 < K_{гп} < 0$ ;  $K_{гп} = 0$ ;  $0 < K_{гп} \leq 1,0$ . Вполне очевидно, что отрицательное значение  $K_{гп}$  указывает на развитие деструктивных процессов в геосистеме, способных привести к негативным изменениям ее компонентов. Положительные же значения  $K_{гп}$  свидетельствуют об отсутствии или весьма слабых проявлениях деструктивных процессов в геосистеме, не нарушающих ее потенциал

устойчивости. На заключительном этапе исследований на основе совмещения картографических изображений, содержащих информацию о геоэкологической обстановке, комфортности среды и геоэкологическом потенциале локальных ПТС, проводится оценка геоэкологических условий территории города с выделением соответствующих им классов (*неблагоприятные, относительно неблагоприятные, относительно благоприятные, благоприятные и весьма благоприятные*) и существующих *геоэкологических ограничений – группы природно-техногенных факторов, выводящих ПТС из устойчивого состояния вследствие качественно-количественных изменений свойств их литогенной основы, геофизических параметров среды, химического состава депонирующих компонентов и т. д., т. е. являющихся ограничениями для проживания населения и хозяйственного освоения урбанизированной территории, а также потенциального риска влияния на здоровье населения факторов среды обитания.* Создается итоговая схематическая карта геоэкологических условий города.

В заключение отметим, что проведенная по данной методике оценка геоэкологических условий территории Витебска показала следующее: порядка 76 % его площади занимают территории локальных ПТС с относительно благоприятными (около 52 %), благоприятными (16 %) и весьма благоприятными (8 %) геоэкологическими условиями; относительно неблагоприятные условия отмечаются на 23 % площади города, около 1 % занимают территории локальных ПТС с неблагоприятными геоэкологическими условиями.

УДК 502/504

**С. В. ГАЛЬЧЕНКО, А. С. ЧЕРДАКОВА, А. В. ПОПОВА**

Россия, Рязань, РГУ имени С. А. Есенина

E-mail: cerdakova@yandex.ru

### **ДЕКОРАТИВНЫЕ РАСТЕНИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕМЕДИАТОРЫ ГОРОДСКИХ ПОЧВ**

Методы биоремедиации, основанные на использовании способности различных живых организмов к очищению загрязненных вод, почв и атмосферного воздуха, находят все большую популярность в природо-охранной и природовосстановительной деятельности. Один из них, основанный на способности зеленых растений активно поглощать