

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 504:502.64

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ОГРАНИЧЕНИЙ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА
НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

© 2018 г. В.Г. Заиканов, Т.Б. Минакова, Л.А. Матвеева, И.С. Сависько

*Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН,
Уланский пер., д. 13, стр. 2, Москва, 101000 Россия
E-mail: zaikanov@mail.ru, yasenevo312@mail.ru*

Поступила в редакцию 28.03.2017 г.

Для перспективного развития городских территорий важно иметь заблаговременно достоверную информацию о существующих и возможных геоэкологических ограничениях, среди которых повышенного внимания заслуживают те, которые могут стать причиной возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС). На основании апробации разработанного методологического подхода к районированию по геоэкологическим ограничениям городов установлены особенности при оценке опасности природного или техногенного затопления, как одного из видов ограничений при освоении территории. Обоснован выбор урбогеосистемы в качестве операционной единицы при районировании территорий по геоэкологическим ограничениям и оценки их опасности.

Ключевые слова: геоэкологическое районирование, геоэкологические ограничения, урбогеосистемы, городское планирование.

DOI: 10.7868/S0869780318020084

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития общества особую значимость приобретает концепция стратегически взаимосвязанного ландшафтно-го и социально-экономического планирования, направленная на регулирование проблемы взаимодействия социальных интересов общества с природными особенностями, включая и геоэкологические ограничения использования территории. В результате взаимодействия в системе «общество – природа» формируются группы новых природно-техногенных факторов, выводящие геосистемы из стабильного состояния вследствие качественно-количественных изменений свойств их литогенной основы, химического состава депонирующих компонентов, геофизических факторов и т.д., т.е. являющиеся ограничениями для хозяйственного освоения территории.

Базируясь на методологии геосистемного подхода, разработана теоретико-методическая основа комплексной оценки опасности геоэкологических ограничений [2]. Среди многочисленного перечня последних особого внимания заслуживают те, которые могут стать причиной возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС). Естественно, на территориях возможного проявления землетрясения, активизации оползневого процесса,

наводнения и т.п. резко повышается опасность геоэкологических ограничений. Особенно отчетливо это проявляется на интенсивно осваиваемых урбанизированных территориях.

Так, затопление территории довольно часто приводит к стихийному бедствию. Оно может причинять существенный материальный и экологический ущерб. В России общая площадь земель, подвергающихся затоплениям, более 88 тыс. км² (около 5% территории страны). Потенциальная угроза затопления существует более чем для 40 крупных городов и нескольких тысяч других населенных пунктов [5]. В первые годы XXI в. повторяемость высоких и катастрофических наводнений возросла в среднем на 15% по сравнению с последним десятилетием прошлого столетия. При этом причина затопления, территории может быть не только природного характера (например, сезонное наводнение), но и техногенного (например, авария на гидротехническом сооружении) [6].

Цель настоящего исследования – установление особенностей подхода к оценке опасности одного из видов геоэкологических ограничений для освоения территории, обусловленного затоплением природного или техногенного генезиса. Апробация данного подхода на различных объектах способствует совершенствованию методики оценки

геоэкологических ограничений на урбанизированных территориях.

МОДЕЛЬНЫЕ ТЕРРИТОРИИ И СЦЕНАРИИ ОЦЕНКИ

В целях сравнения подходов к оценке геоэкологических ограничений экстремального характера были выбраны два сценария для городских округов (ГО): сезонного затопления (ГО Дальнереченск) и техногенного затопления при возникновении прорана в теле плотины водохранилища (ГО Десногорск). Особенности выбранных объектов и существенные различия в использовании их территорий представлены в табл. 1.

Для модельных территорий рассматриваются различные сценарии затопления. Муссонные дожди характерны для южной части тихоокеанского побережья России. Влажные воздушные массы, приходящие с Японского и Охотского морей, приносят большое количество осадков. Сезон муссонных дождей и разливы рек в Приморском крае приходится на конец лета и начало осени.

В районе г. Дальнереченск, расположенного на слиянии рек Большая Уссурка и Уссури, подъем воды составляет 0.5–0.6 м/сут при общем подъеме уровня за паводок – 3.1–3.3 м. Паводок такой величины соответствует категории опасного природного явления. Городская застройка в основном защищена дамбами, а вот территория ГО более чем на 40% подвержена затоплению.

Основное назначение Десногорского водохранилища (его длина – 44 км, максимальная ширина – 3 км, объем воды – 320 тыс. м³) – охлаждение реактора атомной станции. Температура воды в водохранилище на 10 °С выше, чем в других окрестных водоемах. На его побережье сформировалась обширная туристическая инфраструктура (санатории, пансионаты, базы и дома отдыха и частные коттеджи), используемая не только жителями Десногорска, но и всей области. Плотина водохранилища – это комплекс гидротехнических сооружений, построенный в 1978 г. В составе гидроузла железобетонно-земляная плотина длиной 350 м и высотой 17 м по гребню. По плотине организован автомобильный переезд; водосброс

Таблица 1. Сравнительная характеристика модельных территорий

| Показатели | Городские округа | |
|--|--|--|
| | Десногорск | Дальнереченск |
| Географическое положение | Рославльский район Смоленской области | Дальнереченский район Приморского края |
| Природная характеристика | Долина р. Десны и ее притоков и прилегающие участки моренных и водно-ледниковых равнин | Долинные комплексы рек Уссури, Б. Уссурка и Малиновка с останцами сопочных образований |
| Население, тыс. чел. (в том числе городское) | 29.8 (28.3) | 29.2 (26.4) |
| Общая площадь, км ² | 228 | 290 |
| Структура функциональных зон, % | | |
| Жилая застройка, | 4.8 | 7.4 |
| в том числе городская | 2.0 | 5.0 |
| Промышленные зоны | 4.8 | 1.0 |
| Леса | 35.4 | 20.0 |
| Сельскохозяйственные земли | 33.2 | 33.1 |
| Дачные участки | 2.5 | 1.1 |
| Водные объекты | 12.9 | - |
| Прочие | 4.4 | 34.9 |
| Общее количество выделенных урбогеосистем | 104 | 119 |
| Средняя площадь урбогеосистем, га | 190 | 244 |

осуществляется с высоты около 12 м. Гипотетический сценарий техногенной ЧС связан с образованием прорана, в который произойдет излив воды. Предполагается, что в результате аварии, соответствующей паводку обеспеченностью 5%, ниже плотины сформируются две зоны затопления, отличающиеся степенью разрушения.

Выбор представленных модельных объектов позволил рассмотреть различные варианты, при этом оценка производилась с учетом динамики природных изменений: в период наводнения и без него.

СРАВНЕНИЕ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ СЕЗОННОГО НАВОДНЕНИЯ И ТЕХНОГЕННОГО ЗАТОПЛЕНИЯ

Наводнение может приводить к разрушению инженерно-технических объектов, полному или частичному уничтожению природных компонентов, ухудшению продуктивности сельскохозяйственных и лесных угодий и в конечном итоге негативно сказываться на условиях жизнедеятельности человека. В зависимости от характера воздействия наводнения его последствия будут существенно различаться между собой.

Основные различия в оценке опасности ограничений связаны с динамикой затопления территории, в первую очередь с его продолжительностью. Естественно, что при катастрофическом половодье процесс наводнения будет более спокойным, но более продолжительным, чем при проране плотины. При ежегодно повторяющемся сезонном наводнении подход к оценке степени опасности такой же, как и для других существующих геоэкологических ограничений [3]. Несмотря на то что природные системы и их компоненты адаптированы к повторяющимся сезонным наводнениям, продолжительное воздействие процесса на неустойчивую геосистему может закончиться ее разрушением. Инженерно-технические объекты к подобному воздействию еще более чувствительны.

Применительно к техногенной аварийной ситуации рассчитывается вероятностная величина ожидаемого ущерба после реализации события, когда на нижнем бьефе может создаться экстремальная ситуация, по своей сути ЧС.

Последствия наводнения зависят как от свойств самого реципиента (объект экономики, природный компонент) и его способности противостоять негативным воздействиям, так и от характера и интенсивности воздействия. В настоящее время в основном известны примеры и методики оценки ущерба от наводнений применительно только к объектам

экономики. Чаще всего ущерб от наводнения определяется функцией от плотности населения и максимального уровня воды. Однако анализ многочисленных данных показал, что такая оценка ущерба в денежном выражении может быть лишь весьма приблизительной: при высокой плотности населения значения ущерба будут завышены, при низкой, даже при наличии дорогостоящих инженерных сооружений, — занижены [1]. Подход к оценке ущерба от затопления, причиняемого отдельным природным компонентам и особенно территории в целом, менее разработан.

ГО Дальнереченск являет собой пример урбанизированной территории, на освоенной части которой геоэкологические ограничения в основном снивелированы на стадии инженерной подготовки территории, а негативное воздействие сезонного наводнения ограничено благодаря ранее построенным и постоянно контролируемым дамбам. Задача заключается лишь в отражении территориальной дифференциации городской территории по относительной степени опасности геоэкологических ограничений (включая наводнение) для выбора альтернативных вариантов по назначению и стоимости реорганизации или нового освоения площадей. Критерием количественной оценки геоэкологических ограничений является степень их опасности для того или иного реципиента. Подчеркиваем, что речь идет об оценке опасности существующих или систематически повторяющихся геоэкологических ограничений, как правило, не приводящих к возникновению ЧС.

Во втором примере, согласно прогнозируемому сценарию аварии, на основе данных, использованных ранее для оценки опасности геоэкологических ограничений ГО Десногорск [4], определялись вероятные последствия по стандартной методике¹. В частности, на основе карт топографической и операционных единиц, космических снимков определялись площади затопления. В результате были выделены две зоны: 1) наибольшего негативного воздействия — русло и часть поймы р. Десна, местами используемые под кормовые угодья; 2) пойма и частично терраса с кормовыми угодьями, огородами, приусадебными участками, хозяйственными постройками в деревне, поселках, СДТ, с небольшими лесными массивами.

Расчеты производились отдельно по перечисленным реципиентам и урбогеосистемам. Некоторые урбогеосистемы оказались под водой частично, другие попали в обе выделенные зоны

¹РД 153-34.2-002-01. Временная методика оценки ущерба, возможного вследствие аварии гидротехнического сооружения, 2001. (Дата актуализации 01.01.2009).

затопления, таким образом, количество выделяемых урбогеосистем после затопления увеличилось. В пределах каждой операционной единицы устанавливалась структура реципиентов: количество домов и хозяйственных построек, размеры приусадебных и лесных участков, кормовых угодий, длина автодорог, русла р. Десны и ее притоков, мосты и т.д. При оценке ущерба учитывались качественное состояние реципиентов и характер их использования. Общий ущерб суммировал частные ущербы: жилому фонду и имуществу граждан, транспортной инфраструктуре, сельскохозяйственному производству, рыбному хозяйству, а также экологический ущерб от потери леса, загрязнения и захламления территории и русла реки. В выделенных урбогеосистемах реципиенты подразделялись на группы: площадные i -го вида (приусадебный участок, лес и др.), малоплощадные j -го вида (здание, строение и т.п.), линейные q -го вида (автодорога и т.д.). При этом в каждой группе могло быть свое сочетание видов реципиентов. Поэтому удельная оценка ущерба урбогеосистеме представляется как:

$$B_{ym} = (\sum_i S_{im} \cdot k_{im} \cdot C_{im} + \sum_j N_{jm} \times k_{jm} \cdot C_{jm} + \sum_q L_{qm} \cdot k_{qm} \cdot C_{qm}) \cdot k / S_m,$$

где S_m – площадь m -й урбогеосистемы; в пределах m -й урбогеосистемы: S_{im} – площадь реципиента i -го вида, N_{jm} – количество материальных объектов (реципиентов) j -го вида, L_{qm} – длина линейных объектов (реципиентов) q -го вида, k_{im} , k_{jm} , k_{qm} – коэффициенты разрушения реципиентов, соответственно i -го, j -го, q -го вида; C_{im} , C_{jm} , C_{qm} – средняя стоимостная оценка, соответственно, единицы площади реципиента i -го вида, единичного материального объекта j -го вида, единицы длины реципиента q -го вида; k – коэффициент ликвидации последствий аварии (20% от суммарного ущерба).

Для сопоставления с оценкой других ограничений удельные значения экономического ущерба приводились через единую принятую стоимость к баллам [3]. В итоге устанавливалась величина повышения степени опасности геоэкологических ограничений при аварии.

Оценка риска не являлась задачей настоящих исследований. В понимании авторов, геоэкологический *риск* отражает вероятность наступления события – проявления опасного стихийного природно-техногенного процесса, приводящего к негативным последствиям вплоть до гибели человека (например, гибель людей в момент затопления),

а *опасность* – это возможность возникновения такой совокупности различных факторов, при которой конечный результат окажет негативное воздействие. Предлагаемая авторами оценка степени опасности строится на учете сочетания (взаимодействия) трех групп факторов: воздействие – реципиент – реакция реципиента на это воздействие. Поэтому методологический подход к оценке опасности геоэкологических ограничений считаем обоснованным.

Задачей же настоящего исследования являлось отражение изменений в территориальной дифференциации геоэкологических ограничений в случаях реализации экстремальных событий. Объекты, подлежащие затоплению, существенно отличаются друг от друга (табл. 2).

Затопление, как геоэкологическое ограничение, наиболее значимо в населенных пунктах, где возникает угроза для жизни человека и инженерным сооружениям. В рассматриваемых примерах затопляются в основном неудобья, болота, заброшенные кормовые угодья. Затопливаемая площадь занимает 43% от общей площади ГО Дальнереченск, а в ГО Десногорск она составляет всего 4%. Однако степень опасности геоэкологических ограничений в ГО Десногорск выше в 8 раз, чем при сезонном наводнении. При сценарии техногенной аварии естественно отмечается более высокая опасность, хотя и не катастрофическая из-за особенностей затопляемой территории (отсутствие капитальных строений и преобладание практически неиспользуемых сельскохозяйственных угодий). Несмотря на значительное преобладание затопленных площадей и большой диапазон удельных значений степени опасности (в балл/га) геоэкологических ограничений в ГО Дальнереченск, средние показатели там ниже, чем в ГО Десногорск. Превышение среднего значения в межень над значением во время наводнения объясняется двумя причинами. Заболоченные площади, заливаемые во время наводнения, не учитываются. При затоплении часто часть урбогеосистемы оказывается под водой, что приводит к необходимости ее деления. В таком случае удельная техногенная нагрузка увеличивается на неза-тапливаемые, более возвышенные и, как правило, меньшие по площади участки. Поэтому в период межени средняя величина оценки по неразделенной урбогеосистеме выше, чем по разделенной в результате наводнения.

Настоящие исследования, а также расчеты ущербов при наводнении и затоплении, выполненные на других объектах (величина ущерба изменялась от 3.5 до 20 млн руб./га) показывают, что ограничение такого рода опасно только в случае природного катаклизма – переход через критический уровень,

Таблица 2. Сравнительная характеристика территорий затопления

| Показатели | Городские округа | |
|--|--------------------------|---------------------------|
| | Десногорск | Дальнереченск |
| Общая площадь в зоне затопления, га / их доля от площади ГО, % | 904 / 4 | 12509 / 43 |
| Количество урбогеосистем в зоне затопления до/после события | 12 / 28 | 28 / 44 |
| Средняя площадь урбогеосистем до/после события, га | 75 / 32 | 447 / 305 |
| Структура реципиентов в зоне затопления, % | | |
| Жилая застройка сельского типа (хозяйственные постройки) | 0.3 | |
| Приусадебные земли | 7.3 | 9.6 |
| Дачные участки, коттеджная застройка | 1.8 | |
| Леса | 19.4 | |
| Сельскохозяйственные земли (залежь, кормовые угодья) | 70.3 | 26.0 |
| Прочие | 0.9 | 64.4 |
| Распространение основных видов геоэкологических ограничений, % от затопляемой площади | | |
| заболочивание | 6.2 | |
| плоскостная эрозия | 0.9 | |
| береговая эрозия | 1.8 | 0.1 |
| загрязнение почв | 62.9 | 8.0 |
| загрязнение атмосферного воздуха | 7.9 | 3.7 |
| захламление территории | 4.4 | 20.9 |
| физическое воздействие (шумовое и т.п.) | 3.1 | 2.8 |
| затопление при проране | 100 | |
| сезонное затопление | | 99.9 |
| Диапазон оценок степени опасности ограничений в зоне затопления, балл/га | | |
| до события | 0.9–6.4 (среднее 2.3) | 0.2–8.4 (среднее 1.6) |
| после события | 3–21 (среднее 7.8) | 0.1–24.5 (среднее 1.3) |

или в случае некачественной постройки, или изношенного состояния защитных инженерных сооружений. Конечно, освоение таких территорий потребует больших дополнительных затрат на освоение и строительство дамб.

Вклад наводнения в общую оценку геоэкологических ограничений можно установить при сравнении карт (рис. 1 и 2), построенных в единой легенде.

О повышении степени опасности при наводнении свидетельствует дополнительная градация в легенде, хотя в нее и попадает только одна небольшая по площади урбогеосистема в черте

городской застройки (пойма р. Белая). Относительно несущественные различия карт 1а и 1б связаны с затоплением в основном неиспользуемых и мало используемых территорий. Однако после отступления паводковых вод они отличаются значительным загрязнением и захламлением. Более существенные изменения в районировании произошли в северо-восточной достаточно освоенной части ГО Дальнереченск в долине р. Малиновка – левого притока р. Большой Уссурки, и в пос. Лазо, к которому примыкали заболоченные участки. В южной части территории этого ГО районирование мало изменилось.

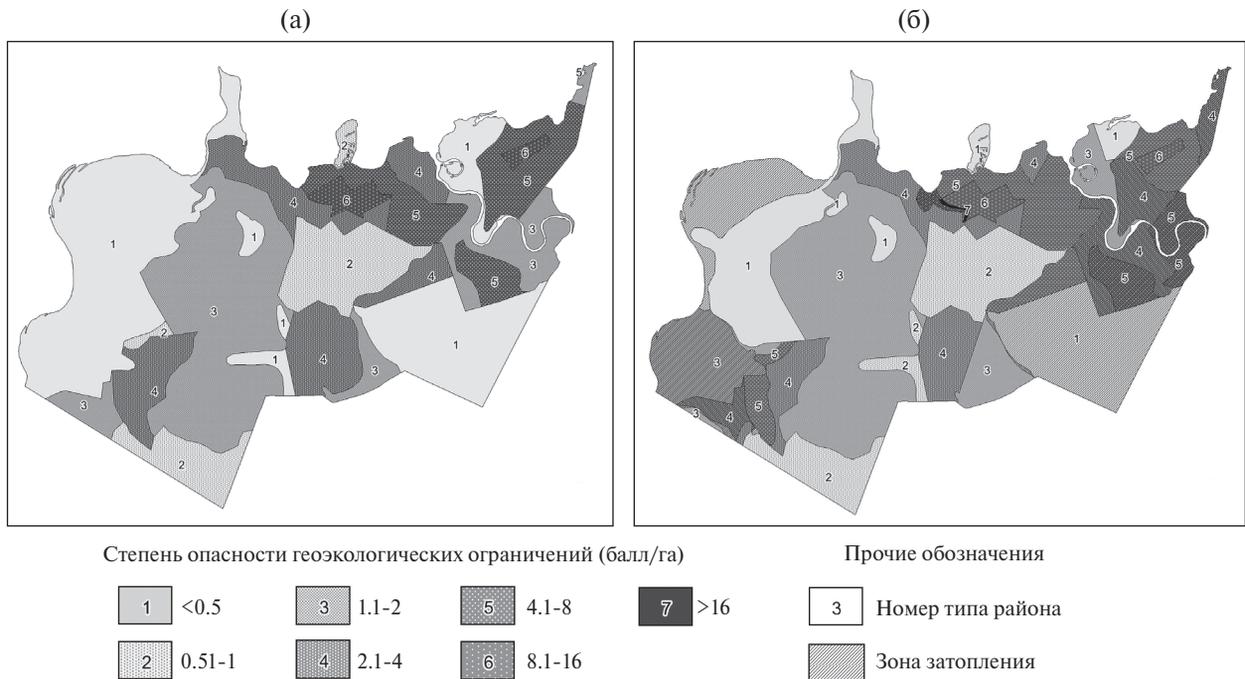


Рис. 1. Районирование ГО Дальнереченск по геоэкологическим ограничениям: а – межень, б – паводок.

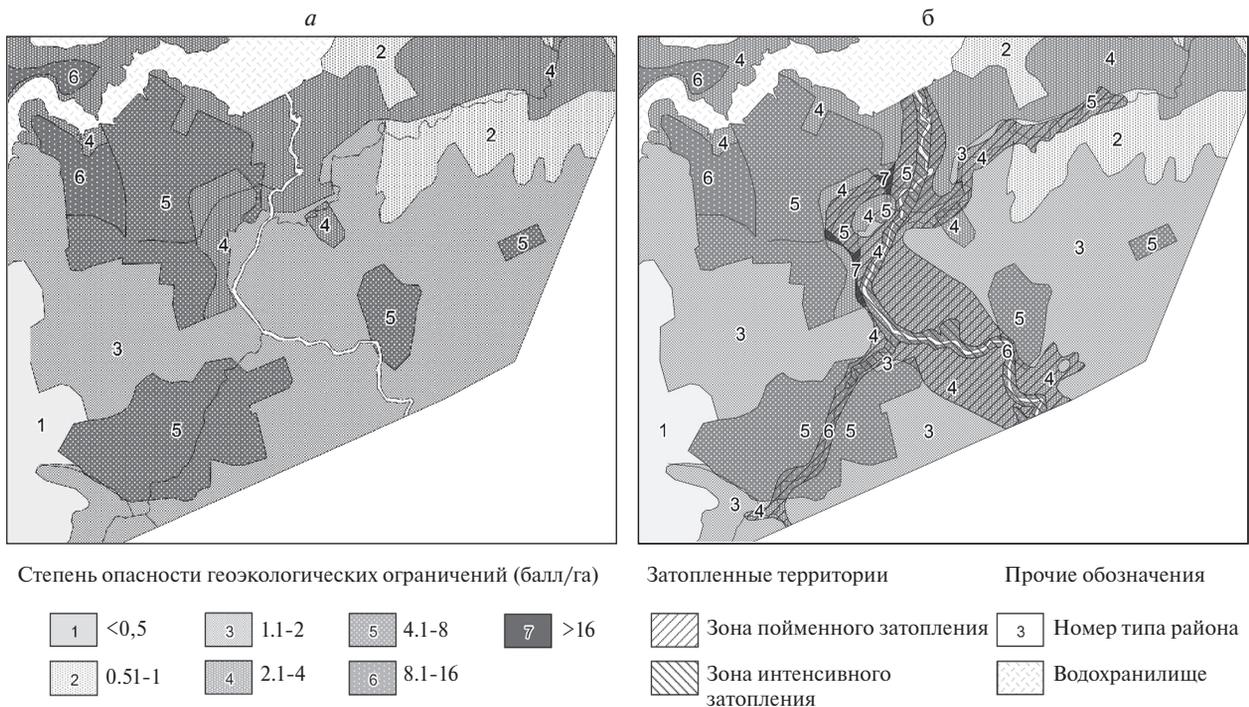


Рис. 2. Районирование ГО Десногорск по геоэкологическим ограничениям (фрагмент): а – современное состояние, б – при затоплении в результате прорыва плотины.

В случае техногенной аварии на плотине в ГО Десногорск районирование территории существенно меняется. Выделение двух зон затопления (общего пойменного и интенсивного руслового),

как новых факторов опасности, вызвало дробление и переоценку урбогеосистем (следовательно, и районов) и увеличение их количества с 12 до 28. Сравнение карт районирования (рис. 2а и 2б)

показывает, что в случае реализации экстремального сценария на затопляемой территории повышается степень опасности геоэкологических ограничений в среднем на одну категорию в пределах зоны пойменного затопления и на две категории в зоне интенсивного затопления. В оценке опасности геоэкологических ограничений существенную роль играет функциональное зонирование. Наивысшую 7 категорию степени опасности (более 16 балл/га) получили вновь выделенные урбогеосистемы в районах затопления.

В обоих примерах максимальные значения оценки опасности ограничений при затоплении (>20 балл/га) получены для застроенных территорий, занятых хозяйственными постройками.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПЕРАЦИОННЫХ ЕДИНИЦ – УРБОГЕОСИСТЕМ

Один из наиболее важных аспектов в методике проведения оценки и районирования городских территорий – выбор операционной единицы, по которой систематизируется исходная информация, производятся расчеты, анализируется территориальная дифференциация и проводится районирование территории.

Методология ландшафтно-экологического планирования позволяет использовать одновременно различные типы элементарных пространственных единиц, с которыми соотносится вся накапливаемая и систематизируемая информация. Это могут быть ячейки административно-территориального деления, ареалы хозяйственной деятельности (земли населенных пунктов, сельхозугодья, производственные площадки и др.) правовые зоны (ареалы земель различных правообладателей, ареалы ограничений различного характера) и, наконец, ячейки природной дифференциации территории – геосистемы различного иерархического уровня [4].

Для количественной оценки степени опасности геоэкологических ограничений по рассмотренным выше сценариям операционные единицы определялись согласно разработанному ранее алгоритму [2, 3]. Из-за недостатка исходной информации для анализа привлекались различные фондовые материалы, включая результаты государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов (ГО Десногорск 2013 г., Дальнереченск 2015 г.). Они использовались для: оценки техногенных нагрузок, в частности по геохимическому загрязнению территории; расчета коэффициента значимости реципиентов, учета поквартирной структуры землепользования; при

разработке карт техногенно-экологических ограничений и функционального зонирования ГО Десногорск и ГО Дальнереченск.

Распространение структуры землепользования на всю территорию операционной единицы (континуально) приводит к нивелированию различий в характере использования территории и искаженной оценке опасности геоэкологических ограничений. Кадастровые кварталы на малоиспользуемых территориях, как правило, большие по площади, и они охватывают несколько урбогеосистем полностью или частично, что приводит к дополнительной природной дифференциации. Кроме того, процент обследуемой территории при проведении ее кадастровой оценки (на примере г. Дальнереченск) очень низкий.

Приведем один из многих примеров, который отражает несоответствие поквартальной структуры землепользования природным особенностям территории. При оценке опасности геоэкологических ограничений, в частности при сезонном затоплении части территории ГО Дальнереченск, выявились существенные различия в видах использования затопленных и незатопленных площадей. При объединении 3-х кварталов с одинаковой структурой землепользования (малоэтажная жилая зона и дачное строительство – 6-й тип) и районировании территории до ее затопления обособились две урбогеосистемы, отличающиеся по природным ограничениям (VI-6Д6 и II-2Д6) (табл. 3). Однако при наводнении часть данной территории с огородами и дачами в пределах одного квартала 10205 затопливается, что привело к необходимости дополнительного дробления операционных единиц, т.е. выделения 4-х урбогеосистем. Разделенные урбогеосистемы отличались набором ограничений и типом хозяйственного освоения, в итоге были уточнены оценка и индексация этих операционных единиц.

Кроме того, оценки реципиентов одного и того же вида разрешенного использования разнятся во много раз. Кадастровая стоимость участков, предназначенных для размещения домов жилой застройки, различается по городам: в Москве в 100 раз больше, чем в Дальнереченске, и в 10–12 раз – чем в Десногорске. Известно, что кадастровая стоимость должна устанавливаться с учетом рыночной стоимости². Однако разница между этими величинами значительная.

²Закон о земле Российской Федерации №136-ФЗ в последней редакции, с изменениями и дополнениями, вступившими в законную силу с 01.01.2017 // http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76454/

Таблица 3. Пример изменения индекса урбогеосистем без учета и с учетом наводнения (ГО Дальнереченск)

| Номер кадастрового квартала | Структура видов использования земель, % | | | | Индекс урбогеосистемы |
|-----------------------------|---|--|--------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | Транспортная инфраструктура | Жилая застройка с объектами обслуживания | Промышленные предприятия | Дачные участки, огороды | |
| до наводнения | | | | | |
| 10205 | 16.0 | 53.8 | – | 30.2 | VI-6Д6 |
| 10202 | 2.0 | 85.0 | – | 13.0 | |
| 10204 | 7.8 | 78.3 | – | 13.9 | II-2Д6 |
| во время наводнения | | | | | |
| 10205 | 12.1 | 82.2 | – | 5.7 | VI-6Д2 |
| 10202 | | | | | |
| 10204 | | | | | |
| 10205 | – | – | – | 100 | VI-6Д8 |
| | – | – | – | 100 | II-2Д8 |
| 10204 | – | 100 | – | – | II-2Д2 |

В Методических указаниях по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов³ природные особенности территории учтены только в разделе 4.3 «Состояние окружающей среды», где должны отражаться площадь и стоимость загрязнения депонирующих сред и экологически опасные объекты. Все это и приведенные выше примеры указывают на недоучет природных особенностей местности при кадастровой оценке земель и подтверждают правильность принятия за основу методологии районирования урбанизированной территории по геоэкологическим ограничениям геосистемного принципа, а в качестве операционной единицы – урбогеосистемы, а не кадастровых кварталов. Кроме того, граница урбогеосистемы имеет ландшафтно-антропогенную интерпретацию, в пределах которой обеспечивается одинаковая реакция реципиента на воздействия ограничений различного вида.

³Методика государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов, утв. приказом Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации от 15.02.2007 г. №39 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 02.05.2007, рег. №9370 с добавлениями 2008 г.) // <http://base.garant.ru/2162391/>

ВЫВОДЫ

1. Расширена пространственная иерархия геосистем для геоэкологических исследований, оценок и картографирования, в связи с выделением кроме городских поселений городских округов. В связи с отсутствием регламента выделения границ ГО результаты геоэкологической оценки территории могут стать основой обоснования границ ГО.

2. Дополнен методологический подход к районированию урбанизированных территорий по геоэкологическим ограничениям для оценок сезонного затопления и техногенного затопления при прорыве плотины.

3. Средняя удельная степень опасности ограничений для территорий, подверженных возможному прорыву плотины, в 6 раз выше, чем при сезонном наводнении.

4. На территории ГО, несмотря на обширные неиспользуемые площади, в оценках преобладают техногенно-экологические ограничения, связанные с прежней хозяйственной деятельностью человека.

5. Обоснована несостоятельность привлечения к геоэкологическим оценкам кадастровых данных, не учитывающих природные особенности.

6. Подтверждена правильность выбора урбогеосистем в качестве операционных единиц при районировании территорий по геоэкологическим ограничениям и оценки их опасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арефьева О.Н., Бельчиков В.А., Борщ С.В. и др. Методы прогноза возможного ущерба от наводнений (на примере Московской области) // Природные опасности России. Гидрометеорологические опасности. М.: Крук, 2001. С. 51–57.
2. Заиканов В.Г., Минакова Т.Б., Булдакова Е.В. Теоретические основы и методические подходы к районированию урбанизированной территории по геоэкологическим ограничениям / Геоэкология. 2016. № 3. С. 272–281.
3. Заиканов В.Г., Минакова Т.Б., Булдакова Е.В., Сависко И.С. Геоэкологические ограничения при проектировании реорганизации городского пространства / Геоэкология. 2017. № 4. С. 82–96.
4. Заиканов В.Г., Минакова Т.Б., Матвеева Л.А. Геоэкологическое районирование и градостроительное зонирование поселений уровня «городской округ-город» // Геоэкология. 2018. № 1. С. 68–78.
5. Малик Л.К. Факторы риска повреждения гидротехнических сооружений. Проблемы безопасности. М.: Наука, 2005. 354 с.
6. Семенов В.А., Коршунов А.А. Наводнения на реках России в конце XX и начале XXI столетия // Вопросы географии и геоэкологии. 2006. Вып. 6. С. 3–10.

REFERENCES

1. Aref'eva O.N., Belchikov V.A., Borsch S.V., etc. Methods of forecasting of possible flood damage (by the example of Moscow region) *Prirodnie opasnosti Rossii. Gidrometeorologicheskie opasnosti*. Moscow, Kruk Publ., 2001, pp. 51–57 (in Russian).
2. Zaikanov, V.G., Minakova, T. B., Buldakova, E.V., Savisko, I.S. Geoeological restrictions for the design of reorganized urban space. *Geoekologiya*, 2017, no. 4, pp. 82–96 (in Russian).
3. Zaikanov, V.G., Minakova, T.B., Buldakova, E.V. Theoretical fundamentals and methodical approaches to urban area zoning by geoeological restrictions. *Geoekologiya*, 2016, no. 3, pp. 272–281 (in Russian).
4. Zaikanov, V.G., Minakova, T.B., Matveeva, L.A. Geoeological and urban zoning of settlements at the «City district – City» level. *Geoekologiya*, 2018, no. 1, pp. 68–78, (in Russian).
5. Malik, L.K. *Faktory riska povrezhdeniya gidrotekhnicheskikh sooruzhenii. Problemy bezopasnosti*. [Factors influencing the risk of damage to hydraulic structures. Security problems]. Moscow, Science Publ., 2005, 354 p. (in Russian).
6. Semenov, V.A., Korshunov A.A. Floods on Russian rivers in the late twentieth and early twenty-first centuries. *Voprosi geografii i geoekologii*. Kaluga, 2006. no. 5, pp. 6–12 (in Russian).

ESTIMATION OF CRITICAL GEOECOLOGICAL RESTRICTIONS IN URBAN AREAS

V.G. Zaikanov, T.B. Minakova, L.A. Matveeva, I.S. Savisko

Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS (IEG RAS)

Ulansky per., 13, bld. 2, Moscow, 101000 Russia.

E-mail: v.zaikanov@mail.ru, yasenevo312@mail.ru

Optimal planning for territory development requires data on geoeological restrictions. Special attention should be paid to those that may cause an emergency. As an example, flooding can lead to significant property and environmental damage. This is particularly true for urban areas. In this paper, we propose a method for assessing the restriction risk associated with flooding in two areas: real seasonal flooding of the Dalnerechensk city district (Primorsky region) and hypothetical technogenic accident (dam failure) on a hydraulic engineering structure in the Desnogorsk city district (Smolensk region). The results of dynamic risk assessment, with and without flooding, are presented. In certain circumstances, an operating unit of assessment and zoning falls within different flood zones. This makes it necessary to subdivide the existing urban geo-systems into smaller units, which leads to an increase in their total number. For seasonal flooding, the estimation is similar for other geoeological restrictions. For accidental flood, the probability of the expected damage is estimated on a case-by-case basis for each urban geo-system. For instance, we show that higher risk must be assigned to flooding caused by dam failure accidents. However, these values of risk are not catastrophic, as most areas affected by potential dam failures are not heavily populated. We show that, in certain areas, some inconsistency may exist between the risk code reported in the quarterly structure of land-tenure and natural features and such risks might increased by 1–3 levels. This leads both to leveling of differences in land-use regime and distorted assessment of risk of geoeological restrictions. We demonstrate how a certain area might be affected by a change in the associated geoeological restrictions. Overall, the paper confirms the importance of basing the methodology of urban area zoning on geoeological principles and restrictions associated with urban geo-systems as operational units.

Key words: *geoeology, geoeological zoning, geoeological restrictions, urban geosystems, urban planning.*