К ОЦЕНКЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛИТОСФЕРЫ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ (НА ПРИМЕРЕ Г. КУНГУР)

Г. Н. Дублянская
ГОУ ВПО «Пермский государственный университет»,

Т. Г. Малинина, О. М. Лихая
ФГНУ «Естественнонаучный институт»

Город Кунгур находится на юго-востоке Пермского края, занимает площадь 68,8 км^2 и имеет население 73,7 тыс. человек. В нем выделено 12 микрорайонов, в которых расположено 7194 здания, в том числе 9-этажных — 4, 6-ти — 4, 5-ти — 150, 4-х — 27, 3-х — 32, 2-х — 951, 1 — 5996. Третья часть зданий — деревянные строения. Климат района умеренно-континентальный.

На территории города возвышенные, слабо всхолмленные водораздельные пространства чередуются с глубоко врезанными долинами рек Сылва, Ирень и Шаква. Поверхность водораздельных участков понижается с юго-востока на северо-запад (с 180 абс. м до 115 абс. м) и прорезана логами. В долинах рек прослеживается ком-плекс речных террас (I, II, III, IV и высоких).

В строении осадочного чехла территории г. Кунгур принимают участие породы пермской, неогеновой и четверичной систем. В составе пермской системы наибольшее распространение имеют породы артинского и кунгурского ярусов нижнего отдела. Артинский ярус сложен окремнелыми известняками саргинского и чистыми известняками саранинского горизонтов. Кунгурский ярус представлен филипповским и иренским горизонтами. Первый сложен известняками и доломитами. Иренский горизонт включает семь чередующихся пачек, четыре из которых являются сульфатными и три карбонатные. Сульфатные породы (гипсы и ангидриты, мощностью от 25 до 90 м) интенсивно закарстованы, а карбонатные (известняки и доломиты, мощностью от 50 до 80 м) являются относительным водоупором. Практически повсеместно пермские породы перекрыты рыхлыми четвертичными осадками разного генезиса мощностью от 4 до 40 м, представленными песчано-галечными и суглинистыми отло-жениями [3].

Территория города приурочена к западному крылу Уфимского вала, который выделяется приподнятым залеганием нижнепермских отложений. В ее пределах наблюдается моноклинальное залегание горных пород с постепенным погружением на ЗСЗ.

Территория г. Кунгур входит в провинцию подземных вод восточной окраины Восточно-Европейской платформы и относится к гидрогеологической области карстовых вод Уфимского плато. Подземные воды приурочены к четвертичным аллювиальным песчано-галечным и суглинистым отложениям, иренским карбонатно-сульфатным и артинско-филлиповским карбонатным образованиям пермского возраста.

Начиная с 1975 г. усилилась техногенная нагрузка на территорию города, в связи с интенсивной застройкой. С 1975 г. в городе было построено 410 домов (145 — каменных и 265 — деревянных), общей площадью 174,9 тыс. м^2. Наибольшая плотность застройки приходится на центральную часть города, занимающую междуречье рек Сылва и Ирень.

Природные условия, а также усиливающаяся техногенная нагрузка создают проблемы для нормальной жизнедеятельности населения, обусловленные развитием инженерно-геологических процессов, наиболее опасными из которых являются: затопление, подтопление, карст, оползни.

За период 1885—2006 гг. в г. Кунгур произошло 12 наводнений, т. е. в среднем одно наводнение в 10 лет. Катастрофические наводнения с подъемом уровня более 7,5 м случались в 1885 и 1979 гг. Максимальный уровень воды 120,92 м зафиксирован в мае 1979 г., ущерб от наводнения составил 151 млн руб. (в ценах 1979 г.). Прогнозная оценка зоны влияния речных вод на хозяйственные объекты г. Кунгур показала, что при подъеме уровня воды в р. Сылва до отметки 119,48 м (1% обеспеченность) суммарная площадь затопления территории города составляет 764,6 га, колеблясь по отдельным участкам от 2,5 до 254,1 га, а общее количество домов, попадающих в зону затопления — 2611 шт. [2]. Для защиты г. Кунгур от вредного воздействия паводковых вод в 1979—2002 гг. были построены дамбы общей протяженностью 27,8 км, что улучшило состояние геодинамической экологической функции литосферы на территории г. Кунгур на 70,7%, но привело к развитию оползней на трех участках, расположенных в зонах, ослабленных тектоническими и неотектоническими движениями, а также вследствие дополнительной пригрузки склонов долины дамбами.

Основными условиями развития подтопления на территории г. Кунгур являются наличие пород разной водопроницаемости, дополнительное (естественное и техногенное) питание грунтовых вод, барражирующая роль дамб и недостаточно эффективная

работа сточно-сливных труб. Выделены следующие области по наличию процесса подтопления: I-А подтопленные в естественных условиях (32,8 га); I-Б подтопленные в техногенно измененных условиях (162,3 га); II потенциально подтопляемые (497,2 га); III неподтопляемые (907,1 га).

Карст на исследуемой территории распространен повсеместно, поэтому ему следует уделять особое внимание. На застроенной территории в черте города с 1905 по 2005 гг. зарегистрировано 328 карстовых провалов. За последние пять лет отмечается увеличение ежегодного количества провалов до 13 шт./год против 3 шт./год за многолетний период в связи с техногенным влиянием, которое вызвано активной застройкой территории, проводимой на основе предложенного В. С. Лукиным и Ю. А. Ежовым еще в 1975 г. инженерно-геологического районирования территории масштаба 1:25000. При данном районировании был проведен анализ природных условий города, а также 166 карстовых провалов и на этой основе сделан вывод о возможности строительства в г. Кунгур многоэтажных зданий и сооружений [3]. В соответствии с СП 11-105-97 [6] по данным 1971-2005 гг. была построена карта устойчивости г. Кунгур по провалообразованию (рис. 1) с учетом геоморфологических, геологических, гидрогеологических условий.

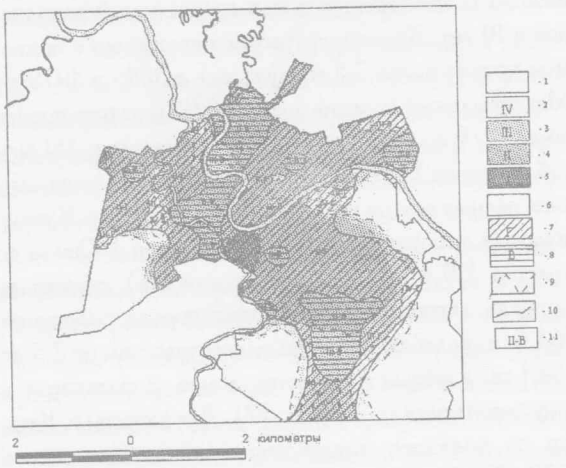

Рис. 1. Карта устойчивости территории г. Кунгур по провалообразованию (по данным за 1971–2005 гг.).

Интенсивность провалообразования (случаи/км^2 в год): 1 – провалы отсутствуют; 2 – 0,01–0,05 (несколько пониженной устойчивости); 3 – 0,05–0,1 (недостаточно устойчивая); 4 – 0,1–1 (неустойчивая); 5 – свыше 1 (очень неустойчивая); средние диаметры карстовых провалов (м): 6 – провалы отсутствуют; 7 – до 3; 8 – 3–10; границы: 9 – между участками с разной интенсивностью провалообразования; 10 – между участками с разным средним диаметром провалов; 11 – категория устойчивости (в соответствии с СП 11-105-97).

На территории г. Кунгур из наиболее опасных по степени устойчивости относительно провалообразования выделены следующие категории: I-Г – занимает площадь 1,44 км^2; II-В – общей площадью 7,58 км^2; II-Г – выделена на наибольшей площади: 10,67 км^2; III-В и III-Г обе площадью по 2 км^2. Наиболее опасные категории приходятся на участки интенсивной застройки. В соответствии с рекомендациями по характеру застройки и противокарстовых мероприятий (для категорий Б и В по среднему диаметру провалов) [5] строительство на неустойчивых территориях (категория II-В) зданий и сооружений I и II уровня ответственности не рекомендуется, а III уровня ответственности должны строиться с применением противокарстовых мероприятий при наличии специального обоснования целесообразности строительства; на недостаточно устойчивых территориях (категория III-В) строительство зданий и сооружений I уровня ответственности также не рекомендуется, II уровня – с применением противокарстовых мероприятий, в том числе геотехнических при наличии специального обоснования целесообразности строительства, III уровня – с применением противокарстовых мероприятий. Неучет требований нормативных документов при массовой многоэтажной застройке территории города привел к тому, что в настоящее время 28 объектов жилых домов и инженерных сооружений, расположенных на наиболее опасных участках, деформированы и требуют разработки и применения дорогостоящих противокарстовых мероприятий.

Выделенные процессы являются проявлением эколого-геодинамической функции литосферы, под которой понимается функция, отражающая способность литосферы влиять на состояние биоты, безопасность и комфортность проживания человека через природные и антропогенные (техногенные) геологические процессы и явления [7].

С учетом геоморфологической, геологической, тектонической, гидрогеологической карт и карты устойчивости территории по провалообразованию авторами была построена карта ранжирования геодинамической экологической функции литосферы для закарстованной урбанизированной территории г. Кунгур (рис. 2). Основной целью ее построения является отражение проявлений функций литосферы, влияющих прямо или косвенно на комфортность и безопасность проживания человека. Однако влияние экологических функций на биоту в целом не рассматривается, так как экологическое воздействие всегда адресное и интересы человека не редко противоречат направленности развития природных процессов. С позиций оценки безопасности и комфортности проживания человека и возможных негативных изменений условий

его жизнедеятельности были проанализированы различные возможные воздействия геодинамической функции литосферы. На основе анализа публикаций по экологической геологии были выделены четыре блока, с различных сторон характеризующих эколого-геодинамические функции литосферы [1].

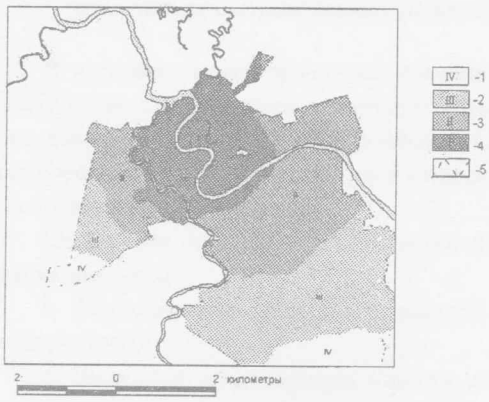

Рис. 2. Карта ранжирования территории г. Кунгур по категориям влияния геодинамической экологической функции литосферы. Категории влияния на комфортность и безопасность проживания человека эколого-геодинамических функций литосферы: 1 — благоприятные (6—9 баллов); — средне благоприятные (10-12 баллов); 3 — слабо благоприятные (13—15 баллов); 4 — благоприятные (16—18 баллов); 5 — граница городской черты.

1. Особенности рельефа (фактор, влияющий на комфортность проживания и жизнедеятельности человека). Для территории г. Кунгур особенности рельефа были ранжированы на пять классов от наиболее благоприятных для проживания человека (0 баллов) до крайне дискомфортных (4 балла). Выделены районы: высокая терраса — 0 баллов; IV надпойменная терраса — 1 балл; I надпойменная терраса, с возможным затоплением — 2 балла; II и III надпойменные террасы — 3 балла; крутые уступы террас — 4 балла.

2. Экологически значимые проявление экзогенных процессов. В пределах исследуемой территории выделены следующие процессы: катастрофические (наводнения и оползни, 3 балла); опасные (карст и карстово-суффозионный, 2 балла); неблагоприятные (подтопление, заболачивание, овражная эрозия, 1 балл). Так как территория г. Кунгур является закарстованной, то процесс карста оценивается отдельно по показателям интенсивности провалообразования (случаи/км^2 в год) и среднему диаметру (м, рис. 1). По интенсивности провалообразования были выделены следующие классы: свыше 1 — 5 баллов; св. 0,1 до 1,0 — 4 балла; св. 0,05 до 0,1 — 3 балла; св. 0,01 до 0,05 — 2 балла; до 0,01 — 1 балл. Пять классов выделено по показателю среднего диаметра карстовых провалов: провалы отсутствуют — 0 баллов; диаметр до 3 м — 1 балл; св. 3 до 10 — 2 балла; св. 10 до 20 — 3 балла; св. 20 — 4 балла. Отсутствие того или иного процесса, кроме карста, оценивалось как 0 баллов.

3. Экологически значимые проявления эндогенных процессов. В данном блоке ранжирование проводилось на четыре класса опасности: отсутствие тектонических разломов — 0 баллов; локальные разломы, протяженно-стью менее 25 км — 1 балл; зональные, протяженностью 25—100 км — 2 балла; региональные разломы, протяженностью более 100 км — 3 балла.

4. Состав приповерхностных комплексов пород. Выделение такого блока в составе геодинамических экологических функций литосферы обусловлено тем, что литологический состав пород является важным фактором, определяющим протекание многих экзогенных геологических процессов, в частности для рассматриваемой территории — характер протекания процесса карста. Как отмечалось ранее, на исследуемой территории распростра-нены рыхлые отложения и карстующиеся породы, но интенсивность закарстованности их различна, поэтому выделены следующие классы: рыхлые породы — 3 балла; гипсы и ангидриты — 3 балла; чередование гипсов, ангидритов, доломитов — 2 балла; известняки и доломиты - — 1 балл.

Карта масштаба 1:10000 была разбита на квадраты 1x1 км, с учетом геоморфологии. По каждому квадрату произведено суммирование баллов по всем блокам и присвоено значение. Далее методом «скользящего окна» был произведен пересчет, разброс значений составил от 6 до 18 баллов. По статистическим расчетам полученный диапозон был разбит на четыре блока ($X-2\sigma<X-\sigma<X<X+\sigma<X+2\sigma$). Выделено четыре категории влияния на ком-фортность и безопасность проживания человека геодинамической экологической функции литосферы: I — неблагоприятные условия (18—16 баллов); II — слабо-благоприятные (15—13 баллов); III — среднеблагоприятные (12—10 баллов); IV — благоприятные (9—6 баллов). Можно сделать вывод, что наиболее неблагоприятной территорией для проживания и жизнедеятельности человека является междуречье рр. Сылва и Ирень. Это связано как с влиянием природных условий, так и с большой техногенной нагрузкой, вызванной интенсивной застройкой данного участка.

Литература

2. Калмыкова Н. А., Верзилин Н. Н., Волин К.А., Дроздова Л.М. О методическом подходе и принципах создания электронной эколого-геоло-гической карты геодинамических функций литосферы масштаба 1:5000000 // Науки о земле и образование. Материалы междунар. конф. — С.-Петербург, 2002. С. 62-63.

3. Лихая О. М., Дублянский В. Н., Аристов Е.А. Паводки и их экологическое воздействие на территорию г. Кунгур // Тезисы докл. VI Всероссийской науч.-практич. конф. «Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание». 17—18 февраля 2006 г.

4. Лукин В. С., Ежов Ю. А. Карст и строительство в районе г.Кунгура. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1975. 118 с.

6. СНиП 22-02-2003. Инженерная защита территорий, зданий и сору-жений от опасных геологических процессов. Основные положения. — М.: РОССТРОЙ, 2004. 39 с.

7. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. — М.: ПНИИИС, 2000. 93 с.

8. Экологические функции литосферы /В. Т. Трофимов, Д. Г. Зилинг, Т. А. Барабошкина и др.; Под ред. В. Т. Трофимова. — М.: Изд-во МГУ, 2000. 432 с.