

Комплексная оценка геологических опасностей территорий Ростовской области

А.В. Гридневский

Опасные геологические процессы наносят существенный урон народному хозяйству. Наибольшие потери приходится на территории городов с развитой инфраструктурой и объектами строительства [1,2,3]. Отправной точкой в снижении угрозы геологической опасности является построение ее модели, прогноз развития и оценка геологического риска. В статье излагается подход к комплексной оценке геологических опасностей на примере одного из регионов Ростовской области. Предлагаемые решения позволяют повысить качество результатов на основе цифрового картирования и численного моделирования геологических опасностей.

Рассматриваемая территория Волгоградской системы расселения (ВСР) охватывает более шестнадцати тысяч квадратных километров. Население занято преимущественно сельским хозяйством, в отдельных городах развито промышленное производство. Нагрузка на геологическую среду будет возрастать за счет формирования транспортных коридоров, интенсификации сельского хозяйства, туризма и развития городов. Геологическая изученность территории неравномерна. Наибольшая детальность характерна для застроенных и хорошо обжитых районов.

Обширный геологический материал геологических изысканий за последние шестьдесят лет систематизирован в среде программных средств ArcGIS. Создана база данных со сведениями о рельефе, гидрографии, населенных пунктах, инженерно-геологических условиях. Дополнительная геологическая информация извлекалась из локальных геологических и специализированных карт, материалов дистанционного зондирования Земли, геофизических исследований и численного моделирования геофильтрации.

Территория ВСР расположена на предкавказской части Скифской плиты в бассейне Нижнего Дона. На толще глинистых отложений

майкопской серии (P_3-N_1)mk в плиоцене формировались ергенинские (N_{2er})пески мощностью до 50-70 м. Позже они были перекрыты субэральными красно-бурыми скифскими глинами (N_{2sk}), которые спланировали пересеченный рельеф. В условиях холодного ветреного климата четвертичного периода на скифских отложениях накапливались олово-делювиальные лессовидные суглинки. На их водораздельных склонах активизировались процессы линейной и плоскостной эрозии, суффозии, формировались оползни. В условиях техногенного режима на территориях муниципальных и сельских поселений прогрессирует подтопление, провоцирующее просадочные деформации лессовых грунтов и оползни, а в районах орошаемого земледелия - засоление почв.

Распространение просадочных грунтов изучалось по составленным ранее инженерно-геологическим картам [3,4], материалам геологических изысканий, данным о мощности плейстоценовых отложений и распространении их генетических типов. Разработаны актуальные для строительства цифровые карты мощностей просадочных толщ и их суммарных просадок от собственного веса. В пределах региона просадочные грунты обнаруживаются на высоких террасах рек Дона, Сала, Маныча и их водораздельных пространствах. Наибольшие их накопления характерны для Ергенинской возвышенности. Лёгкие по грансоставу грунты переходят с глубиной в средние и тяжёлые разновидности.

Эродированные площади в ВСР занимают большие пространства из-за легкой размываемости грунтов, опустынивания, засоления почв и пыльных бурь. На основе собранной геологической документации разработаны цифровые карты интенсивности эрозионных процессов. Разрушения поверхности земли оценивались по коэффициентам эрозионной расчлененности и распределения эрозионных ложбин[5]. Интерполяция параметров выполнена программными средствами ArcGIS 9.3.

Распространение эрозии активизирует оползневые процессы в лессовых грунтах и поражает освоенные и перспективные территории. На

основе инструментов геоинформационных систем (ГИС) разрабатывается множество карт оползневой опасности [6]. В нашем случае в основу идентификации и картирования оползневых участков положен историко-геологический анализ, показывающий, что современные оползни развиваются в эрозионных врезах, возникших в эпохи потепления и увлажнения климата четвертичного периода[7]. Они чаще всего активизируются в местах контакта увлажненных и пластичных лессовидных суглинков с подстилающими их плотными глинами (ст. Хорошевская, ст. Жуковская, х. Кривянский и др.). Оползни провоцируются высоким положением уровней грунтовых вод. На основе ГИС-инструментов разработаны синтетические карты, в которых совмещены сведения об уклонах поверхности земли, генетических формах рельефа, распространении лессовых отложений и подстилающих их неоген-палеогеновых глин. Карты отражают суммарное влияние всех указанных факторов и прогнозируют наиболее вероятную локализацию оползневых деформаций.

Положение УГВ для ВСР определялись по паспортам гидрогеологических скважин, сведениям мелиоративного кадастра и разработанной численной модели геофильтрации. В наиболее низких участках долины Нижнего Дона УГВ определялся методом ландшафтно-индикационного анализа [8,9], основанного на интерпретации материалов спутниковых фотосъемок поверхности Земли в оптическом диапазоне. Возможность анализа обеспечивалась однородностью состава грунтов, равнинной местностью, распространением влаголюбивой растительности и выполнением съемок в засушливом периоде года - сентябре. По результатам анализа подготовлена ГИС-карта распределения уровня грунтовых вод (УГВ). Установлено, что существенное влияние на переувлажнение земель оказывают потери из водонесущих коммуникаций оросительных систем.

Для Ергенинской возвышенности разработана численная модель геофильтрации. Она имитирует процесс напорно-безнапорной планово-

вертикальной фильтрации и учитывает системные качества динамики УГВ. В схеме геофильтрации выделено четыре слоя: верхне-четвертичные водопроницаемые суглинки, плиоценовые водоупорные скифские глины, ергенинские водонасыщенные пески и майкопские глины, являющиеся региональным водоупором. Речная сеть задавалась в модели граничными условиями I-рода, контуры модели – водонепроницаемы, поскольку совпадают с границами артезианского бассейна. Ортогональная дискретизация выполнена с шагом 2500 метров. У города Волгодонска она сгущена до 300 м. Модель калибровалась решением эпигнозных задач по натурным гидрогеологическим наблюдениям. Она учитывает разностороннюю геологическую информацию и применима для изучения различных сценариев техногенных воздействий. На основе рассчитанных значений УГВ разработана ГИС-карта для всей территории ВСР.

На завершающем этапе разработан важный инструмент территориального планирования - синтетическая карта комплексного влияния всех рассмотренных геологических опасностей [10]. Расчеты выполнены с использованием программного обеспечения Spatial Analyst ArcGIS 9.3 и включали следующие преобразования тематических карт: растеризация, нормирование, переклассификация и суммирование. Результирующий многоканальный растр в единых координатах описывает совместное влияние неблагоприятных техноприродных факторов с учетом их интенсивности. Относительный вклад каждого из них количественно характеризуют тематические растры.

Литература:

1. Осипов В. И. Природные катастрофы на рубеже XXI века [Текст] // Вестник РАН. Том 71.- №4. - с. 291-302.
2. Шеина С.Г., Гиря Л.В. Обеспечение градостроительной деятельности на основе мониторинга параметров среды обитания [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №3.–Режим доступа:

<http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/992> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

3. Тимошенко М.С. Эколого-экономические аспекты городской застройки с учетом факторов экологического риска [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, №3. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/967> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

4. Коптелова, С.Н. Схематическая карта просадочности лессовых грунтов юго-востока Европейской части СССР [Текст]: Монография / С.Н. Коптелова, Ростов н/Д.: Ростовское книжное изд-во/ - 1966.-24 с.

5. Методические рекомендации по проведению специального инженерно-геологического обследования и составления карт районов, потенциально опасных и подверженных оползням, обвалам и другим экзогенным геологическим процессам [Текст] // Под ред. М.М. Максимова, А.И. Шеко. М.: ВСЕГИНГЕО, 1979. - 40 с.

6. Jiménez-Perálvarez J.D., Irigaray C., Hamdouni R. El , Chacón J. Building models for automatic landslide-susceptibility analysis, mapping and validation in ArcGIS [Текст]. Natural Hazards 04/2012; V.50, Iss.3. –p.571-590

7. Геология СССР. т. 46, Ростовская, Волгоградская, Астраханская области, и Калмыцкая АССР. Геологическое описание [Текст]// Под ред. Ф.А.Белова. М.: «Недра», 1969. - 667 с.

8. Садов, А.В. Аэрокосмические методы в гидрогеологии и инженерной геологии [Текст]: Монография/А.В. Садов, А.Л. Ревзон.-М.:Недра,1979.-223с.

9. Гридневский А.В. Ландшафтно-индикационный анализ подтопления территорий Ростовской области по данным дистанционного зондирования Земли [Текст] // «Строительство-2010»: Материалы Международной научно-практической конф.- Ростов н/Д : Рост. гос. строит. ун-т, 2010. - с.122-123.

10. Gridnevskiy A.V., Sheina S.G. The geological risk Assessment of the Rostov Region Territories // ISARC43 Housing Conference: Housing Assets Housing People, Glasgow (UK), 1-4 Sept. [Электронный ресурс], 2009. – Режим доступа:

http://www.gla.ac.uk/media/media_128517_en.pdf#page=73 (доступсвободный)

– Загл. сэкрана. – Яз. англ.