

распределения водных организмов. Наблюдаемые процессы являются следствием антропогенного влияния.

Откликом на усиление процессов антропогенного эвтрофирования и экологического регресса водной среды явились качественные и количественные изменения структурной организации сообществ водных организмов, выражаемые в природном нарушении видовой структуры, неоднородности уровня их развития, численности и биомассы и других показателей реофильных сообществ. В настоящее время формирование гидробиологического режима в водных объектах бассейна реки Днепр осуществляется под влиянием преобладающего антропогенного воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл., 2003-2011 год / под ред. В.Ф. Логинова. – Мн.: Минсктиппроект, 2004-2012. – 324 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ НА ОСТРОВЕЦКОЙ АЭС С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В.А. Генин

студент 4-го курса кафедры почвоведения и земельных
информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Н.В. Клебанович

д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения и земельных
информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

В 2016 году на территории Республики Беларусь планируется запустить первый энергоблок Островецкой атомной электростанции, в связи с этим мы считаем, что моделирование и оценка возможной аварии, сопровождаемой выбросом в атмосферу радиоактивного вещества, является первоочередной задачей. От точности и оперативности результата оценки мощности и потенциала выброса будет зависеть жизни и здоровье людей.

Далее будут рассмотрены три модели распространения радиационного загрязнения: Гауссова модель распространения загрязнения от стационарного источника выброса, модель Паскуилла-Гиффорда и модель института экспериментальной метеорологии. Все перечисленные модели являются эмпирическими и прошли апробацию при оценке аварий на реальных объектах, где доказали свою достоверность [2].

Расчет концентрации и построение картограмм радиационного загрязнения производились в Qgis, GRASS, Microsoft Office Excel. Моделирование физических процессов (естественная конвекция, диффузия) производилась модуле CFX программного комплекса ANSYS.

В качестве основы для численного моделирования были использованы параметры выброса на Чернобыльской атомной станции.

При моделировании было принято, что мощность, температура и состав выброса были сопоставимы с параметрами катастрофы на Чернобыльской АЭС. Скорость ветра равнялась 3,6 м/с – среднегодовая скорость, фиксируемая на ближайшем к Островецкой АЭС метеорологическом посту (Ошмяны). Направление ветра западное – как наиболее часто повторяющееся направление в исследуемой части страны. Из-за сложности расчетов, моделировалось распространение только Cs^{137} .

Выбросы радиоактивных веществ, поступающие в атмосферу, обладают начальной скоростью подъема и сильно перегреты относительно окружающего воздуха. При условии аварии на Чернобыльской АЭС разница температуры источника и окружающего воздуха достигала 1527 градусов. Исходя из этого дальнейшее распространение вещества, происходит с определенного положения над поверхностью Земли, которое принято называть эффективная высота источника [4].

Мощность выброса – количество выбрасываемого в атмосферу вещества в единицу времени и измеряется в граммах в секунду. В случае выбросов радиоактивного вещества, измерение чаще проводятся в беккерелях в секунду. Для моделирования катастрофы на Островецкой АЭС были использованы параметры выброса на Чернобыльской АЭС [3].

Модели, по которым производился расчет, используют показатель шероховатости земной поверхности. Значения шероховатости были определены с использованием данных дистанционного зондирования (спутник Landsat 7 камеры ETM+). С помощью QGIS была произведена классификация с обучением, на основании которой получена модель шероховатости, которая в дальнейшем была использована для вычисления значений (рис. 1).

Так же в некоторых моделях используется параметр относительный высоты земной поверхности. Нами для расчетов были задействованы данные радарной съемки SRTM.

Гауссова модель распространения примеси. Согласно этой модели, изменения концентрации примеси от мгновенного точечного источника подчиняется нормальному закону распределения.

Главным преимуществом данной модели является ее относительная простота. Несмотря на это, наблюдается хорошее согласование экспериментальных и расчетных данных, полученных с ее помощью. Полное уравнение выглядит следующим образом :

$$q(x, y, z) = \frac{QKV}{2\pi s_y s_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{s_y^2}\right), \text{ где}$$

$q(x, y, z)$ – концентрация выбрасываемого вещества в точке с координатами x, y, z , Q – мощность выброса вещества (для последующих расчетов составляет $3,1 \cdot 10^{11}$ Бк/с), K – коэффициент пересчета 10^6 , V – вертикальное условие рассеивание, s_y – поперечная дисперсия облака примеси, м^2 , s_z – вертикальная дисперсия облака примеси, м^2 , u – скорость ветра на эффективной высоте

источника выброса, м/с, y – расстояние точки сети до оси направления ветра [5].

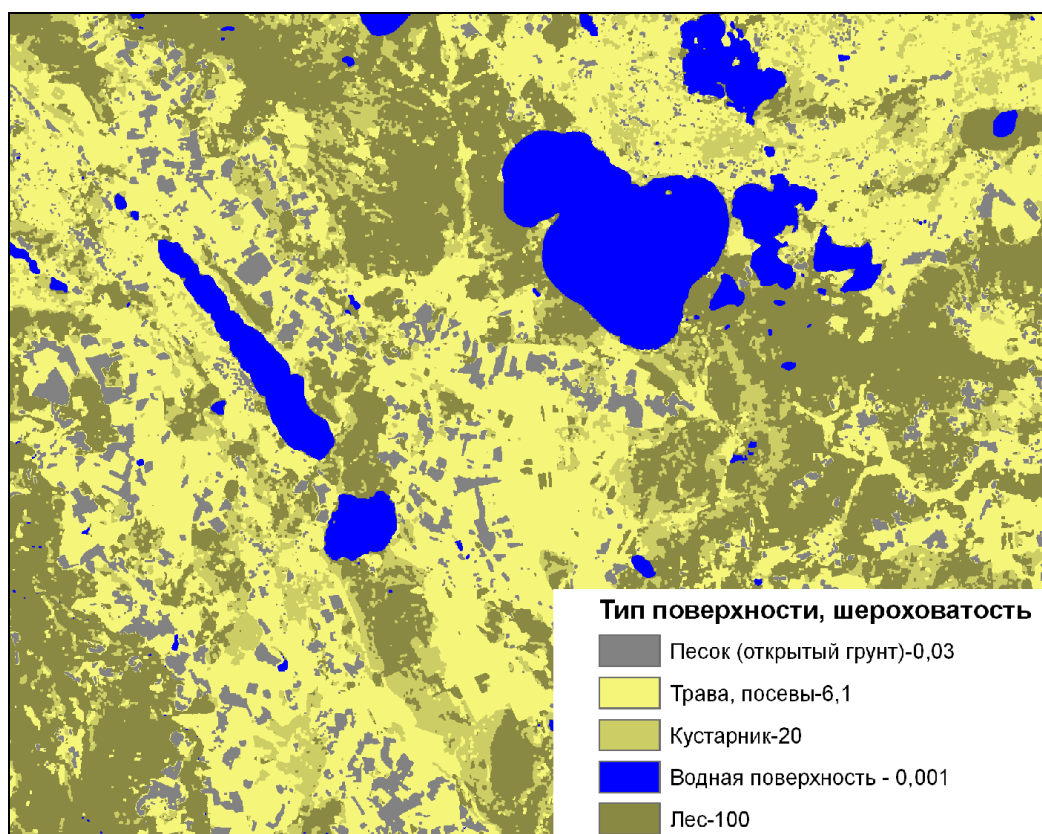


Рис. 1. Модель шероховатости земной поверхности

Модель Паскуилла-Гиффорда. Данная модель является также рабочей моделью Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). В ее основе лежит представление концентрации примеси, выбрасываемой непрерывным точечным источником в атмосфере, как струи с гауссовыми распределениями по вертикали и в поперечном к ветру направлении. Интегральная концентрация каждого отдельно взятого радионуклида в воздухе в направлении распространения радиоактивной струи от источника конечного времени действия при полном прохождении радиоактивного облака через данную точку может быть определена по формуле:

$$q^t(x, y, z) = \int_T^{T+t_0} q^a(x, y, z, t) dt, \text{ где}$$

$q^a(x, y, z, t)$ – концентрация примеси у поверхности Земли, Бк/м³, T – время начала выброса, t_0 – продолжительность выброса в секундах.

Мезомасштабная модель Института экспериментальной метеорологии. Это официальная модель для расстояний до 100-130 км. Для модели важным параметром является расчет высоты слоя перемешивания. Расчет приземной концентрации и плотности загрязнения производился по схожей формуле, что и в модели Паскуилла-Гиффорда [4].

После необходимых вычислений были получены 3 поверхности плотности загрязнения Cs^{137} . Стоит отметить, что результаты моделирования

относительно схожи, за исключением несколько заниженных значений в модели Паскуилла-Гиффорда, в ближней зоне источника. Полученные данные по трем моделям косвенно свидетельствуют о корректности расчета.

По результатам исследований можно отметить, что предполагаемое радиационное облако за период действия источника выброса 8 часов, и с наиболее вероятными метеорологическими параметрами минет крупные населенные пункты Республики Беларусь. Но, не смотря на это, в зоне радиационного загрязнения будут находиться более 90 тыс. чел. (рис. 2).

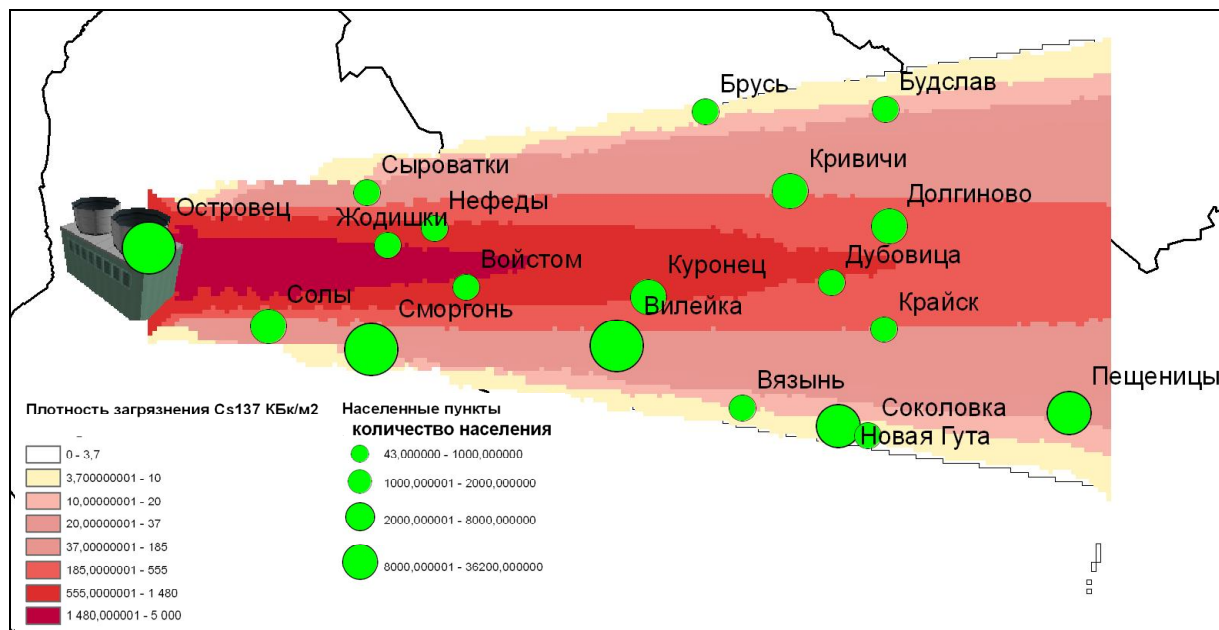


Рис. 2. Плотность загрязнения Cs¹³⁷, рассчитанная с использованием мезомасштабной модели Института экспериментальной метеорологии (период действия источника выброса - 8 ч)

В перспективе планируется дальнейшая оптимизация процессов вычисления и интеграция моделей в свободно распространяемые геоинформационные системы, а именно разработка плагина для Qgis, который будет способен проводить оценку распространения аварийных радиоактивных выбросов по усредненной модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chernobyl accident // Health Physics. - 1994. - Vol. 66(6). - P. 643 - 652.
2. Likhtarev, I.A. Retrospective reconstruction of individual and collective external gamma doses of population evacuated after the Report to General Assembly / I.A. Likhtarev, V.V. Chumak, V.S. Repin. - New York: United Nations, 2000. - 115 p.
3. Retrospective dosimetry and dose reconstruction. Experimental collaboration project No. 10. Final report / I.K. Bailiff, V. Stepanenko // European Commission. - Luxembourg, 1996. - 115 p.
4. United Nations. Sources and Effects of Ionizing Radiation // United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). – 2000. - 159 p.
5. Басов, К.А. ANSYS и LMS Virtual Lab / К.А. Басов // Геометрическое моделирование. - М.: ДМК Пресс, 2006. - 143 с.