

5. *Осяев О.Г., Остапенко А.В.* Расчет несущей способности и оценка технического состояния тонкостенных и толстостенных многослойных оболочечных конструкций с учетом факторов длительной эксплуатации // Вестник МГТУ им. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2008. – № 7. – С. 16-22.
6. *Осяев О.Г., Остапенко А.В.* Кинетический подход к расчету несущей способности полимерных многослойных конструкций, находящихся в длительной эксплуатации // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 2 (79). – С. 92-98.

Осяев Олег Геннадьевич

Ростовское высшее военное командно-инженерное училище ракетных войск.

E-mail: osyevog@mail.ru.

344038, Ростов-на-Дону, ул. Ленинградская, 1 кв.110.

Тел.: 88632626593; 89281503268.

Кафедра материаловедения; старший преподаватель; доцент.

Нейдорф Рудольф Анатольевич

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет» в г. Ростове-на-Дону.

E-mail: neyruan@yandex.ru.

344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.

Тел.: 88632910764.

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем; заведующий кафедрой; профессор.

Osiaev Oleg Gennadievitch

Rostov high military command-and-engineering school missile troops.

E-mail: osyevog@mail.ru.

Leningradskaya str., 1-110, Rostov on the Don, 344038, Russia.

Phone: 88632626593; 89281503268.

The Department of materials science; senior lecturer; candidate of technical sciences.

Neydorf Rudolf Anatolievitch

State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Don State Technical University”.

E-mail: neyruan@yandex.ru.

Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, 344010, Russia.

Phone: 88632910764.

The Computing Machine And Automated System Software department; chairman; professor.

УДК 574

Н.И. Битюцкая, Б.В. Мамутов

АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Рассматриваются изменения экологических состояний за счет выброса в воздушные бассейны, в сточные воды загрязняющих веществ. Определяются задачи моделирования, приводятся ряд математических моделей. Делается вывод о необходимости применения системного подхода для изучения экологического состояния региона.

Экология; воздушный бассейн; сточные воды; моделирование.

N.I. Bituzkaya, B.V. Mamutov

ANALYSIS OF REGIONAL ECOLOGICAL CONDITION

Changes of ecological conditions at the expense of emission in air pools, in sewage of polluting substances are considered. Modeling problems are defined, to be resulted a number of ma-

thematical models. The conclusion about necessity of application of the system approach for studying of an ecological condition of region becomes.

Air pool; sewage; simulation.

Изучению экологического состояния различных регионов нашей страны посвящено большое количество исследований [1,3,4,6,9]. В большинстве работ разрабатывается методика оценки экологического состояния отдельных компонентов природной среды: нижних слоев атмосферы, почв и пород зоны аэрации, поверхностных или подземных вод.

В [1] рассматриваются системы управления гидrolитосферными процессами, излагаются общие принципы построения гидродинамических моделей, методы определения гидродинамических параметров водоносных горизонтов, вычисление оптимальных режимов их эксплуатации. Гидролитосфера – это литосфера (твёрдая оболочка Земли) вместе с заключёнными в ней водами, учитывая единство всех видов воды и постоянный переход одного вида воды в другой, а также их миграцию.

В [2-5,11] изучаются статистические методы и модели исследования переноса загрязнений в приземном слое атмосферы, описывающие его взаимодействие с подстилающей поверхностью, перенос и диффузионное рассеяние загрязняющих веществ в условиях пограничного слоя атмосферы в пределах локального объема.

Так, например, по северокавказскому региону известны следующие данные.

В 2005 году в воздушный бассейн края было выброшено 431,0 тыс. тонн загрязняющих веществ, что на 2,3 % больше, чем 2004 году (421,2 тыс. тонн), в том числе от стационарных источников – 75 тыс. тонн. С большим отрывом по выбросам вредных веществ в атмосферу лидирует Изобильненский район (21,6 тыс. тонн). За ним следуют: г. Невинномысск (13,6 тыс. тонн), Нефтекумский район (13,1 тыс. тонн), г. Буденновск (4,9 тыс. тонн), г. Ставрополь (3,9 тыс. тонн).

В крае зарегистрировано более 312 предприятий промышленности, транспорта, связи, сельского хозяйства, являющихся источниками загрязнения атмосферного воздуха, что больше на 10 %, чем в 2004 году, в них насчитывается 24 130 стационарных источников выбросов загрязняющих веществ, что на 29 % больше, чем в 2004 году, 185 предприятий или 34 % увеличили выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, их доля в общем объеме выбросов составляет 43,3 %.

Практически все они имеют установленные нормативы предельно допустимых выбросов. На каждый квадратный километр территории края в 2005 году выброшено 6,5 тонн, из них только от стационарных источников – 1,1 тонн загрязняющих веществ. На каждого жителя края в 2005 году в среднем пришлось 159 кг вредных веществ (включая выбросы автотранспорта). Выбросы на одного жителя края от стационарных источников загрязнения составили 28 кг.

Краевые города значительно различаются по степени загрязнения воздушного бассейна. Наиболее загрязненным воздухом, без учета выбросов автотранспорта, дышат жители городов Невинномысска – 103,8 кг на 1 человека, Буденновска – 74,4 кг, Минеральных Вод – 20,6 кг, Ставрополя – 10,8 кг.

Главными загрязнителями атмосферного воздуха летучими органическими соединениями являются предприятия, занимающиеся добычей полезных ископаемых (64,5 %) и предприятия обрабатывающих производств (27,5 %).

Ведущая роль в загрязнении атмосферы оксидами углерода принадлежит предприятиям, которые занимаются добычей полезных ископаемых (15,8 %), обрабатывающие производства (34 %), транспорт (14,5 %).

Исследованию роли климата в почвообразовании посвящена работа [10]. На основе концепции почвообразующего потенциала природных факторов применен

метод пространственных моделей с использованием ГИС-технологий, проанализированы отдельные характеристики атмосферного климата, обеспечивающие формирование различных почв.

По данным государственной статистики, в поверхностные водные объекты в 2005 году сброшено 1517 млн куб. м. По-прежнему большинство комплексов сооружений по очистке сточных вод не обеспечивает их очистки до установленных нормативов. Сброс загрязненных стоков в поверхностные водные объекты увеличился с 223,7 млн куб. м в 2004 году, до 228,1 млн куб. м в 2005 году. Объем сброса ливневых вод составил 651,2 млн куб. м.

В составе сточных вод в истекшем году в поверхностные водоемы сброшено 82,8 тонн нитритов, 1,5 тонн цинка, 43,0 тонн железа, более 7 тыс. тонн нитратов, 2,5 тонны магния, 275,4 тонн азота аммонийного, 57,6 тыс. тонн сульфатов. 31,3 % сброшенных загрязненных сточных вод приходится на Предгорный район, 23 % – на г. Невинномысск, 18,4 % – на г. Ставрополь, 9 % – на г. Минеральные Воды.

Доля основных производственных фондов по охране и рациональному использованию водных ресурсов – 81,8% (в 2004 году – 80,3 %). Доля федерального бюджета в инвестициях в охрану и рациональное использование водных ресурсов составила 59,9 %

Анализ мониторинга показывает, что в целом качество вод в 2005 г. оставалось на том же уровне, что и в предыдущие пять лет. Качество вод важнейших ПВО края, в основном, соответствовало III классу – умеренно загрязненная. Лишь в среднем и нижнем течении р. Калаус, а также в нижнем течении р. Егорлыка фоновое качество вод соответствовало IV классу (грязная), ИЗВ 2,5-4,0.

Случаев ОВЗ (очень высокое загрязнение с уровнем содержания загрязняющих веществ более 50 ПДК) в течение 2005 года в крупных поверхностных водных объектах края не наблюдалось. В отчетном году зафиксировано два случая ВЗ (высокое загрязнение с уровнем содержания загрязняющих веществ более 10 ПДК). Оба случая наблюдались в осенний период на р. Калаус (среднее и нижнее течение) и связаны с повышением содержания в воде нитритов до 12-13,5 ПДК.

Несмотря на стабилизацию качества, в водах большинства ПВО края наблюдаются загрязнения тяжелыми металлами (железом, медью, цинком), нитритами, нефтепродуктами и органическими веществами, связанные с хозяйственной деятельностью и неэффективной работой очистных сооружений.

Однако системного изучения различных факторов, влияющих на экологию территории, с учетом их взаимосвязи, не проводилось. Несомненно, что загрязнение атмосферного воздуха существенно влияет на состояние поверхностных и грунтовых вод, и, наоборот, загрязненность почв и водоемов не может не сказываться на чистоте атмосферного воздуха. Утилизация отходов, интенсивная добыча минеральных ресурсов, выбросы вредных веществ промышленными предприятиями и автомобильным транспортом негативно влияют как на атмосферный воздух, так и на состояние водных ресурсов.

Системный анализ экологического состояния региона позволит осуществлять комплексную оценку сложившейся ситуации, своевременно прогнозировать ее развитие на некоторую перспективу и, следовательно, избегать экологических катастроф и других нежелательных явлений.

Для решения задачи системного анализа в первую очередь необходимо изучить факторы, наиболее существенно влияющие на экологию конкретного региона, затем построить математические модели функционирования различных составляющих экосистемы. Для каждой такой модели, представляющей собой систему дифференциальных уравнений в частных производных, потребуется определение

значений входящих в нее параметров с использованием опытных данных по конкретной географической местности и различных методик. Уравнения дополняются начальными и граничными условиями и решаются, как правило, численными методами.

Пространственный процесс геофильтрации и массопереноса уже достаточно хорошо исследован и может быть описан следующей системой дифференциальных уравнений [1]:

$$\begin{cases} \eta^* \frac{\partial H}{\partial t} = k_x \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + k_z \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} \\ n \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) - \frac{\partial(v_x C)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) - \frac{\partial(v_y C)}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) - \frac{\partial(v_z C)}{\partial z} + \omega, \end{cases}$$

где η^* – упругость пласта; k_x, k_y, k_z – коэффициенты фильтрации по соответствующим координатам, $H(t, x, y, z)$ – функция напора, n – активная пористость, D_x, D_y, D_z – коэффициент гидродинамической дисперсии; C – концентрация исследуемого компонента; v_x, v_y, v_z – компоненты скорости фильтрации по соответствующим координатам; ω – параметр, характеризующий интенсивность внутрислоевых обменных процессов.

Форму свободной поверхности жидкости при ее течении в пористом грунте описывает уравнение Буссинеска [12]:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = k \frac{\partial}{\partial x} \left[(H(x, y) + h(x, y, t)) \frac{\partial h}{\partial x} \right] + k \frac{\partial}{\partial y} \left[(H(x, y) + h(x, y, t)) \frac{\partial h}{\partial y} \right],$$

$$k = \frac{\mu \rho g}{m},$$

где $H(x, y)$ задает форму подстилающей поверхности, $h(x, y, t)$ – форму свободной поверхности жидкости, ρ – плотность жидкости, $0 < m < 1$ – коэффициент пористости грунта, g – ускорение свободного падения, μ – коэффициент пропорциональности в законе Дарси.

Закон Дарси – закон фильтрации жидкостей и газов в пористой среде, который выражает зависимость скорости фильтрации от градиента напора в виде формулы: $V = ki$, где V – скорость фильтрации, k – коэффициент фильтрации, i – градиент напора.

В [5] приводится одномерное уравнение переноса загрязнений в пограничном слое атмосферы:

$$\frac{\partial q(x, t)}{\partial t} + Dq(x, t) = P(x, t),$$

где $q(x, t)$ – концентрация загрязняющей примеси в пределах интервала координат $[x_1, x_2]$ локального объема, определяющаяся источником загрязнений $P(x, t)$, в качестве которого принимается концентрация примеси на границе локального объема; D – дифференциальный оператор, определяемый условиями адвективного и конвективного переноса:

$$Dq = \frac{\partial}{\partial x} (V_x q) - \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial q}{\partial x} \right) + \alpha \cdot q,$$

где $V_x(x,t)$ – горизонтальная составляющая скорости ветра, $K_x(x,t)$ – соответствующий коэффициент турбулентной диффузии, $\alpha(t)$ характеризует скорость выведения примеси из атмосферы.

В качестве объекта исследования выбран регион города Лермонтова, так как о его экологическом состоянии поступает весьма противоречивая информация. Долгие годы г. Лермонтов специализировался на переработке урановой руды. В 1991 году добыча урана была прекращена, однако загрязненность поверхностных и подземных вод южной части горы Бештау естественными радионуклидами остается и сейчас.

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края оценивает экологическое состояние геологической среды на территории города Лермонтова как неблагоприятное из-за опасного загрязнения почв и подземных вод различными токсикантами. Помимо этого экологическую обстановку ухудшает повышенный радиационный фон из-за природных восходящих потоков радиоактивного газа – радона, содержащегося в подземных водах [6].

Грунтовые воды в равнинной и в горной части всего региона КМВ характеризуются низкой степенью защищенности от загрязнения, что зависит от совокупности влияния различных факторов, определяющих естественную защищенность грунтовых вод, и наличия загрязнения. Факторами, определяющими слабую защищенность грунтовых вод в регионе КМВ, являются: высокий уровень их залегания и низкая сорбционная способность пород зоны аэрации, высокий коэффициент увлажнения (>1) и широкое развитие фациальных окон и зон трещиноватости коренных пород, способствующих взаимосвязи подземных вод безнапорных и напорных горизонтов.

Помимо высокой техногенной нагрузки ухудшают экологическое состояние грунтовых вод повышенные (1,5-5 ПДК) природные концентрации различных элементов: Ва, Al, Mn, Sr, В, Li, поступающих в воду в результате выщелачивания из коренных пород. Такие участки выделяются на склонах горы Бештау и др.

Участки с весьма неблагоприятным экологическим состоянием донных осадков выделены по отдельным ручьям и прудам в районе горы Бештау, приуроченным в основном к техногенным очагам загрязнения (участки сброса штольневых вод), где в донных осадках содержатся чрезвычайно опасные концентрации (15-100 допустимых концентраций) тяжелых металлов [6].

Влияет на чистоту атмосферного воздуха и мусоросжигательный завод, расположенный между городами Лермонтов и Пятигорск.

Таким образом, проведение системного анализа экологического состояния г. Лермонтова является важной социальной задачей как для жителей города, так и для населения всего курортного региона КМВ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малков А.В., Першин И.М. Синтез распределенных регуляторов для систем управления гидросферными процессами. – М.: Научный мир, 2007.
2. Янковская Л.К. Изучение осредненных характеристик случайных метеорологических полей. Системный синтез и прикладная синергетика. // Международная научная конференция 3-5 октября 2006 г. Сборник докладов. – Пятигорск: РИА-КМВ, 2006. – С. 388-393.
3. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 272 с.
4. Охрана окружающей среды / А.М. Владимиров, Ю.И. Ляхин, Л.Т. Матвеев, В.Г. Орлов. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 424 с.

5. Семенчин Е.А. Аналитические решения краевых задач в математической модели атмосферной диффузии. – Ставрополь: СКИИУ, 1993. – 142 с.
6. www.mpr.stavkrai.ru – сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края.
7. Бочвер Ф.М., Орадовская А.Е. Гидрогеологическое обоснование защиты подземных вод и водозаборов от загрязнений. – М.: Недра, 1972. – 128 с.
8. Дубогрей В.Ф., Малков А.В. Математическая модель Кисловодского месторождения минеральных вод. Межвузовский научный сборник «Управление и информационные технологии». – Пятигорск, 2006. – С. 57-64.
9. Методы охраны подземных вод от загрязнения и истощения / Под ред. И.К. Гавич. – М.: Недра, 1985. – 320 с.
10. Алябина И.О., Макеев А.О. Картографическая оценка климата как фактора почвообразования. – М.: Институт экологического почвоведения МГУ. Доклады по почвоведению, 2002.
11. Лайхтман Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 252 с.
12. Самарский А.А. Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2001. – С. 60-66.

Битюцкая Наталья Ивановна

ГОУ ВПО Пятигорский государственный технологический университет.

E-mail: pgtufist@yandex.ru.

357500, г. Пятигорск, ул. 40-летия Октября, 56.

Тел.: 88793399172.

Декан факультета информационных систем и технологий.

Мамутов Батр Вячеславович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371773.

Кафедра систем автоматического управления; аспирант.

Bitutsaya Nataliya Ivanovna

State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education "Pyatigorsk State University of Technology".

E-mail: pgtufist@yandex.ru.

56, 40 Let Otyabrya, Pyatigorsk, 357500, Russia.

Phone: 88793399172.

Mamutov Batr Vjacheslavovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University".

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634371773.

The Department of Automatic Control Systems; postgraduate student