

вод различных производств из-за протекания сложных, трудно поддающихся учету, физико-химических взаимодействий примесей, происходит изменение состава и свойств воды.

Дождевые стоки, вследствие загрязненности территории комбината, также сильно загрязнены. Попадая в канализационную сеть, они дополнительно усложняют процесс выделения загрязнений.

Все вышесказанное говорит о необходимости реконструкции сетей канализации комбината, локальных очистных устройств и строительства очистных сооружений для обработки сточных вод комбината.

Система канализации должна быть полностью раздельной. Поэтому необходимо запроектировать отдельные сети канализации для жиросодержащих, мылосодержащих, условно-чистых и бытовых сточных вод. Отдельные сети канализации рекомендуются также для стоков производства СМС, для стоков с территории складов и сливного цеха.

Дождевые и талые воды рекомендуется собирать в отдельную сеть канализации. Первая порция дождевых вод из регулирующего резервуара должна быть направлена на очистные сооружения. Остальная часть может быть выпущена в городскую коллектор.

В цеховых выпусках рекомендуются жироловки вертикального типа [4].

Особенностью жироловки является то, что она оборудована вращающимся реактивным водораспределителем, к которому прикреплено устройство для стока всплывающих жиров. Вращающийся водораспределитель обеспечивает равномерное распределение сточных вод по периметру сооружения. Вода из периферийного лотка направляется в отстойную зону. Нисходящее движение жидкости способствует лучшему распределению жидкости по объему сооружения, уменьшению водоворотных областей и улучшению условия выделения жиров. Всплывшие жиры пеногоном сбрасываются в лоток для сбора жира.

Жиросодержащие сточные воды должны быть выделены в определенный поток. К таким стокам относятся стоки от гидрогенизационного цеха, образующиеся в процессе рафинации ($12,50 \text{ м}^3/\text{сут}$) и от скрубберов - $68 \text{ м}^3/\text{сут}$, а также стеариново-олеинового цеха ($900 \text{ м}^3/\text{сут}$). Таким образом, количество жиросодержащих сточных вод с учетом барометрических вод достигает $4000 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Для обработки жиросодержащих стоков запроектирована опытная установка по напорной флотации.

Для исключения вредного влияния загрязнений натуральных и синтетических моющих средств на флотацию нами предлагается стоки мыловаренного производства и цеха СМС очищать на цеховых локальных очистных сооружениях методом электрокоагуляции в сочетании с гидроциклонами.

ЛИТЕРАТУРА

1. СЭВ, ВНИИ ВодГЕО. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. М.: Стройиздат, 1978.
2. М а ч и г и н В.С., Л е т и н а И.К. и др. Состояние водного хозяйства масло-жировых предприятий: Масло-жировая промышленность, 1979, №2.
3. Л о р е н ц В.И. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1978.
4. Ш и ф р и н С.М. и др. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.

УДК 551.579

А.М. Трофимов, Р.А. Сафиуллин, В.М. Московкин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

(Казанский инженерно-строительный институт,
Казанский государственный университет)

Для конструктивного решения вопросов охраны окружающей среды и рационального использования водных ресурсов необходимо построение математико-географических моделей

природных процессов и явлений. Такие модели, построенные на основании учета физических (содержательно-географических) механизмов процессов и явлений, позволят решать задачи прогноза и управления (охраны) окружающей средой. Только детальное познание реальных природных процессов позволит стабилизировать или активизировать их в нуждах народного хозяйства. Возникает проблема соподчинения (взаимосвязки) различных процессов, с учетом комплексного характера географических процессов и принципа целостности географических образований, поскольку воздействие на один из процессов может отразиться прямо или косвенно, а чаще всего через цепь звеньев на других. В этой связи и возникает ориентация научного поиска, связанного с использованием системного подхода (анализа) для комплексного регулирования географических систем. Системный подход, следовательно, выступает в качестве методологической базы формализации географических процессов и объектов, а средством формализации выступает математико-географическое моделирование. Обоснованные внешне обстоятельства обуславливают широкое использование методов математико-географического моделирования.

При анализе взаимодействия элементов экологических систем (экосистем) широко используются модели, построенные на качественной теории динамических систем. В таких моделях весьма перспективен [1] учет малых случайных возмущений. Здесь оценивается время перехода системы в неустойчивое состояние или время ее деградации. Ввод в динамические системы факторов управления приводит к реализации задач оптимального управления географическими системами.

Другими математическими моделями, довольно широко и успешно используемыми при решении вопросов охраны окружающей среды, являются оптимизационные экономико-математические модели. Примером могут служить модели оптимальной охраны почв от водной эрозии.

Ввиду того, что противоэрозионные мероприятия являются также и водоохранными мероприятиями от точечного загрязнения сельскохозяйственных водосборов, целесообразным является построение комплексных математико-географических моделей по охране почв и водных объектов. Одна из таких моделей может быть построена на основе противоэрозионной модели на уровне освоения новой территории. В этой модели искомыми переменными являются планируемые площади X_{ij} , где i - уклон, r - номер сельскохозяйственных культур, j - номер агротехнического противоэрозионного мероприятия. Минимизируются экономические затраты. В качестве ограничений используются ограничения на использование земель, ядохимикатов и удобрений, денежных средств, требования охраны почв от эрозии и водного объекта от загрязнения, обязательства хозяйства по сдаче продукции.

В вопросах охраны водных объектов от загрязнения большую роль играют модели химического транспорта и стока наносов. После расчета выноса химических веществ необходим учет их концентраций в водном объекте. Если они превышают предельно допустимую концентрацию, то необходимы водоохранные мероприятия. Оценку таких концентраций можно вести на основе решения диффузионных уравнений распространения примесей в водной среде, при известном расходе поступления ядохимикатов (мощности точечного источника). Здесь могут решаться и обратные задачи по определению мощности точечного источника, не приводящего к концентрациям, превышающим допустимые. В моделях химического транспорта и формирования качества воды в водном объекте целесообразен учет стохастичности воздействующих на водосбор климатических и других факторов. В качестве примера можно привести комплексную (системную) модель "водосбор-водосем" для выноса фосфора при случайном воздействии на водосбор осадков.

В качестве математических моделей по минимизации твердого и химического транспорта за счет изменения конфигурации склонов могут служить вариационные модели. Такая модель для минимизации эрозии построена [2].

В работе [3] для численного расчета твердого стока бассейна р.Шартлы, впадающей в озеро Байкал, используется двумерная диффузионная модель развития рельефа. Широкое использование моделей подобного типа в практических целях сдерживается сложностью определения входящего в них коэффициента денудации и вычислительными труд-

ностями. Однако использование таких моделей весьма перспективно в вопросах расчета загрязнения и заиления водоемов.

За рубежом при решении задач охраны почв широко используется универсальное уравнение потерь почвы (УУП). На основе этого уравнения строятся модифицированные модели для расчета эрозии за отдельные паводки.

В вопросах охраны почв перспективно построение комплексных (системных моделей) эрозионных процессов, в которых учитывается плоскостной и микроручейковый смыв, вынос наносов русловыми потоками, капельно-дождевая эрозия посредством ее части, прямо попадающей в мелкоручейковый сток.

В самом общем (генерализованном) виде распределение поверхностного водного стока определяется степенью эрозионного расчленения территории. Вопрос зависимости степени эрозионного расчленения территории и характера распределения поверхностного водного стока является объектом пристального внимания со стороны не только гидрологов, но и географов, геологов и специалистов других смежных дисциплин. Наш опыт исследования в этом вопросе привел к выводу, что эрозионная оценка водосборов может быть комплексно выражена путем определения скорости роста и затухания овражной и в целом водно-эрозионной сети. Эта же величина может быть положена и в основу экономической оценки земель (ее водной составляющей) — весьма важной характеристики, с помощью которой возможно осуществление прогнозных мероприятий с целью последующего регулирования водно-эрозионных процессов. Прогнозирование водно-эрозионного процесса предполагает возможность управления им в интересах народно-хозяйственного освоения территории с позиции комплексной оценки степени рациональности ее использования.

Для оценки развития водосборов существенным является изучение закономерностей развития и эволюции водно-эрозионной (в частности, овражной) сети. Многочисленные исследования показывают, что интенсивность протекания эрозионных процессов характеризуется экспоненциальной зависимостью во времени. Эксперименты по искусственному дождеванию также подтверждают это положение [4], [5]. Эту закономерность В. Граф даже предлагает ввести в ранг закона скорости в флювиальной геоморфологии [6].

Одним из наиболее важных факторов, определяющих скорости роста вершин оврагов, являются площади их водосборов. В процессе эволюции овражной сети, площади водосборов оврагов уменьшаются и, следовательно, скорость роста вершин оврагов имеет тенденцию к затуханию. Срабатывает механизм обратной связи, которым обуславливаются закономерности затухания геоморфологических процессов.

Скорость регрессионного роста оврагов (U), как правило, прямо пропорциональна расходу жидкого стока (Q) в его вершине

$$U = \frac{d\ell}{dt} = k(Q - Q_{\min}), \quad (1)$$

где ℓ — длина оврага; k — коэффициент, зависящий от уклона водосборной поверхности, высота перепада в вершине оврага, литологии и др.; Q_{\min} — минимальный жидкий расход, при котором прекращается рост вершины оврага (Q_{\min} соответствует минимальной площади водосбора F_{\min}); $Q = 10^{-3} \beta I F$ [8], где β — коэффициент стока, I — средняя интенсивность осадконакопления (мм/мин), F — площадь водосбора (m^2). Размерность Q : $m^3/\text{мин}$.

Идеализируя до прямоугольной формы (площади) водосбора (для простоты рассуждений), $F = b(L - \ell)$, где b — ширина, L — расстояние от устья оврага до водораздела, и обозначая $10^{-3} k \beta I b = A$, получим обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка относительно ℓ

$$\frac{d\ell}{dt} = A[(L - \ell) - (F_{\min}/b)] \quad (2)$$

или

$$\ell(t) = (L - (F_{\min}/b)) [1 - \exp(-At)], \quad (3)$$

Из последнего уравнения, производя замену $(L - (F_{\min}/b)) = \ell_{\max}$, найдем скорость роста вершины оврага

$$U(t) = \frac{d\ell}{dt} = U_0 \exp(-At), \quad (4)$$

где $U_0 = A \ell_{\max}$ — начальная максимальная скорость роста оврага.

Отсюда $A = U_0 / l_{\max}$.

Таким образом, экспоненциальный характер затухания скорости роста вершин оврага будет иметь вид

$$U(t) = U_0 \exp [-(U_0/l_{\max})t], \quad (5)$$

который сохранится и для любой другой формы водораздела.

Предположенные закономерности могут быть использованы для построения специальных карт, например, карты интенсивности водноэрозионных процессов (в частности, оврагов), карты площадей водосборов оврагов и т.п. Результаты сопоставления и анализа этих карт будут обладать эвристической ценностью и дадут конкретный материал для прогноза процессов, степени их ориентации и позволят наметить ряд конкретных мер по управлению этими процессами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Светлосанов В.А. О стабильности экосистем. - Вестник МГУ, сер. географ., 1976, № 4.
2. Подгуманов М.Г., Московкин В.М., Трофимов А.М. Аналитические подходы в вопросах склоновой эрозии. - В кн.: Тез. докл. У съезда ВОО. У комиссия. Минск, 1977.
3. Галкин Л.М., Кузьменко С.И., Лут Б.Ф., Судakov А.Н. Моделирование процесса формирования естественного и искусственного (антропогенного) рельефа. - В кн.: Круговорот вещества и энергии в водоемах. Материалы моделирования экосистем водоемов. Тез. докл. на IV Всес. лимнологическом совещ. Ливиничное-на-Байкале, 1977.
4. Косов Б.Ф., Зорина Е.Ф., Никольская Н.Н. Экспериментальное исследование процесса оврагообразования. - В кн.: Экспериментальная геоморфология. М.: МГУ, 1978, № 3.
5. Parker R.S. Experimental study of drainage basin elevation and its hydrologic implications. - Hydrobol. Pap. Colo State Univ., 1977, N90.
6. Giff H.L. The rate law in fluvial geomorphology. - Amer. J. Sci., 1977, N2.
7. Московкин В.М. Математическая модель скорости роста вершины оврага. - Метеорология, климатология и гидрология. Вып. 16. Киев-Одесса, 1980.
8. Гудзон Н. Охрана почв и борьба с эрозией. М.: Колос, 1974.

УДК 622.276.43

С.С.Евгеньев, П.И.Ястребов, А.Ф.Репин

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И ОСЕВЫХ СИЛ ПРИ ИЗНАШИВАНИИ УПЛОТНЕНИЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ЗАВОДНЕНИЯ ПЛАСТОВ (Казанский инженерно-строительный институт, ТатНИИнефтемаш)

При эксплуатации центробежных многоступенчатых насосов типа НДС, используемых для подачи в пласт сточной нефтепромысловой воды, заметно изнашиваются межступенчатые уплотнения, что ухудшает исходные характеристики и увеличивает осевые гидродинамические силы. В результате снижаются экономичность и надежность работы насоса.

Целью работы является разработка методики прогнозирования характеристик и осевых сил при изнашивании уплотнений на основе экспериментальных исследований. Описание установки и методика измерений приведены в работе [1].

Исследования показали, что увеличение расхода в уплотнениях рабочего и покрывного дисков колеса существенно изменяет картину радиального распределения давления и мощность дискового трения по сравнению со случаем незначительных протечек. Обобщение результатов методом подобия позволило получить формулы для давления около уплотнения P_u со стороны дисков колеса, коэффициента дискового трения K и эшоры радиального распределения давления около дисков с учетом гидродинамики рас-