

лидерами определились варианты ГГ 80 кг/га и ГГ 80 кг/га + $N_{20}P_{20}K_{20}$.

Таким образом, при достаточной обеспеченности влагой варианты с почвенным гидрогелем как при одином внесении, так и при совместном использовании с минеральными удобрениями $N_{20}P_{20}K_{20}$ значительно повышают показатели структуры урожая.

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов; 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Коданев И.М. Агротехника и качество зерна / И.М. Коданев – М.: Колос, 1970. – 232 с.
3. Остапенко А.П. Резервы повышения эффективности зернового производства [Текст] / А.П. Остапенко // Земледелие. – 2005. – №4. – С.18-20.

4. Тихонов Н.И. Совершенствование структуры урожая посевов ярового ячменя Ергенинский 2 / Н.И. Тихонов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2007. – №6. – С. 54 – 56.

5. Тибирьков А.П., Филин В.И. Влияние полиакриламидного гидрогеля на структурно-агрегатный состав пахотного слоя светло-каштановой почвы Волго-Донского междуречья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – №4. – С. 84-89.

6. Тибирьков А.П., Филин В.И. Оптимизация плотности пахотного горизонта при использовании полимерного гидрогеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья // Materials of the conference «Topical areas of fundamental and applied research II». – Vol. 3. – spc Academic.-P.88-91. (CreateSpace 4900 LaCross Road, North Charleston, SC, USA 29406 2013). (ISBN 978-1493631735-5).

7. Tibirkov A.P. Spring barley grain yield and quality at soil moisture sorbent using on light chestnut soils of the Lower Volga Region / Materials of the conference «Education and science without borders» // «International journal of applied and fundamental research». – Issue 2 for 2013 year. (Publishing house «Academy of Natural History») (ISSN 1996-3955).

«Проблемы экологического мониторинга»,

Италия (Рим), 11-18 апреля 2014 г.

Физико-математические науки

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Абдула Ж., Галагузова Т.А., Омарова А.Ж.

Таразский инновационно-гуманитарный университет, Тараз, e-mail: tamara5024@mail.ru

Проблемы охраны и управления качеством окружающей среды порождают широкий класс задач, связанных с поиском оптимальных решений при подготовке народнохозяйственных проектов, осуществление которых сопряжено с воздействием на природную среду, а также с планированием природоохранных мероприятий, требующих управления выбросами действующих промышленных объектов с учетом особенностей гидрометеорологического режима и ограничений санитарного и социально-экономического характера.

В связи с этим в практике хозяйствования все большее значение приобретают методы улучшения качества окружающей среды. К этим методам можно отнести:

- реконструкцию и усовершенствование действующих технологических линий, обеспечивающих снижение выбросов примесей и вредных отходов;

- разработку и внедрение малоотходных (замкнутых) технологических процессов, обеспечивающих комплексное использование всех компонентов и минимальное поступление выбросов в окружающую среду.

Выбор методов управлений, наиболее эффективных с точки зрения «природоохранных» и «производственных» критериев, является непростой задачей, решение которой вряд ли возможно без применения метода экономико-эколого-математического моделирования на ЭВМ.

В настоящее время в связи с увеличением возможностей компьютерного обеспечения ме-

тод математического моделирования экологических процессов является одним из наиболее перспективных, позволяющих учитывать особенности технической нагрузки на окружающую среду, рассматривать остроту экологической ситуации территории в зависимости от уровня заболеваемости проживающего населения.

Результаты подобного моделирования могут быть использованы при принятии решений в областях экологии, здравоохранения, отраслевой медицины, планирования инвестиций, градостроения и т.д.

Несмотря на отсутствие прямой связи между понятиями «экология» и «инвестиции», они тем не менее являются взаимодополняющими факторами. Предприятиям в настоящее время необходимо осуществлять инвестирование с постоянной оглядкой на экологию.

Общее ухудшение экологической обстановки, необходимость точно прогнозировать и принимать оперативные решения по преодолению последствий загрязнения требуют создания специальных математических моделей, в которых отражается оценка степени загрязнения атмосферы. Успешное решение задач прогноза основано на использовании математических моделей.

На изучаемом предприятии Таразский металлургический завод («ТМЗ») используются традиционные методы контроля, которые базируются на точечном апробировании основных природных компонентов территории: воздушной, водной, почвенной среды и биоты. Анализ полученных данных сопряжен со значительными трудностями, связанными с отсутствием оптимального метода обработки данных. Основные трудности, возникающие при оценке, прогнозе, контроле и других аспектах процесса регулирования уровня загрязнения, связаны с ее высокой динамичностью как во времени, так и в пространстве, что обуславливает необходимость

создания эффективных моделей, способов и методов, направленных на их научно-обоснованное решение.

На практике часто за основу расчетов концентраций загрязняющих веществ в атмосфере берут «Методику расчета концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)». С момента разработки данной методики прошло более 20 лет, и многие коэффициенты, применяемые в расчетах, устарели. В настоящее время имеются несколько типов моделей, отражающих те или иные аспекты взаимодействия общества и среды с учетом загрязнения окружающей среды и его социально-экономических последствий.

В работах [1-5] сформулирован ряд математических моделей для решения такого рода задач.

В работах изложены исследования общего уровня загрязнения воздушного бассейна г. Тараз, выявлены источники загрязнения и их влияние на уровень заболеваемости населения. Так, значительный урон атмосфере города наносится транспортом, котельными и основными градообразующими предприятиями химической промышленности.

Основными компонентами загрязнения воздушного бассейна производства «ТМЗ» служат углерод оксида, азот оксида, древесная пыль, взвешенные вещества, значительную концентрацию составляют также фенол и формальдегид, метилбензол и оксид азота.

В данной работе мы рассматриваем математическую модель, основанную на численном решении уравнения переноса и диффузии загрязняющих примесей в химической промышленности. В качестве целевой функции выступает функционал стоимости ущерба от отдельных источников и затрат на их оптимизацию. Эти функции зависят от концентрации примесей и могут зависеть от входных параметров модели.

Пусть рассматриваемый регион расположен в ограниченной трехмерной области $D = \Sigma: [O, H]$ и на его территории имеется n промышленных предприятий, производящих выбросы вредных веществ в атмосферу.

Мы рассмотрим, модель основанную на понятии функции стоимости регулирования источников [3, 4, 5].

Введем, следуя [8], следующие обозначения: $G_m(l_m)$ – функция, характеризующая стоимость уменьшения интенсивности выбросов на $m - M$ предприятий на величину l_m , $m = 1, n$;

$G(l) = \sum_{m=1}^n G_m(l_m)$ общая стоимость регулирования источников в пределах данного региона.

Пусть S – стоимость всех средств, используемых для улучшения качества атмосферы. Тогда множество E можно считать заданным в виде

$$E = \{ \bar{l} : G(\bar{l}) \leq S, 0 \leq l_m \leq E_m \}, \quad (1)$$

Для построения зависимостей $G_m(l_m)$, $m = 1, n$ имеется несколько путей. Например, когда уменьшение выбросов производится за счет предварительной очистки исходного сырья или топлива, то стоимость регулирования может быть определена как функция от веса элементов, отделенных в результате очистки. Гораздо сложнее обстоит дело, когда для уменьшения выбросов используются такие методы, как модернизация и реконструкция существующего производства. В этом случае затраты на эти мероприятия могут дать одновременно и положительный производственный эффект. Даже такая сугубо атмосфероохранная мера, как повышение высоты трубы, увеличивает интенсивность процесса горения, что повышает эффективность производства за счет более полной утилизации сырья и топлива [1, 6].

Следуя [8], будем понимать под стоимостью противозагрязняющих мероприятий на предприятии ($G_m(l_m)$) сумму всех издержек, которые несет данное предприятие, при уменьшении объема вредных выбросов на величину e_m , $m = 1, n$ и неизменном объеме выпускаемой продукции. Основные статьи этих издержек связаны с закупкой других, более дорогих видов сырья и материалов, дополнительными капиталовложениями и эксплуатационными затратами на основания новых малоотходных технологий, увеличением себестоимости производимой продукции и, следовательно, уменьшением прибыли от ее реализации.

Для расчета этих элементов составляющих, стоимость предотвращения загрязнения, может быть успешно применен метод экономико-математического моделирования [3,4].

Рассмотрим далее метод построения функций $G_m(l_m)$, основанный на использовании одной из простейших и наиболее употребительных моделей- линейной производственной модели [188,189]. Будем исходить прежде всего из того, что рассматриваемой производственной единице (m -му предприятию) установлено плановое задание по выпуску J_m видов продукции в объемах за время T . Для выполнения этого задания предприятие располагает технологическими способами (r_m).

Обозначим через h_{ml} интенсивность использования 1-й технологии на предприятии, $m - M, l = 1, r_m; h_m = \{h_{m1}, h_{m2}, h_{mj}\}$ – вектор интенсивного (план) функционирования m – го предприятия. Представим экономико-математическую модель работы данного предприятия следующим образом:

$$P_m(h_m) = \sum_{l=1}^{rm} P_e^m h_{me} \rightarrow \max hm \text{ (прибыль)}, \quad (2)$$

При ограничениях:

$$\sum_{l=1}^{rm} a_{ja} h_{me} = A_{mj} \quad j = 1, J_m \text{ (плановое задание)}, \quad (3)$$

$$\sum_{l=1}^m b_e^m h_{me} = \theta_m (1 - l_m) \quad (\text{предельно допустимые выбросы}), \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{J_m} \sum_{l=1}^m S_{je}^m a_{je}^m h_{me} \leq S_0^m \quad (\text{себестоимость}), \quad (5)$$

$$\sum_{l=1}^m K_e^m h_{me} \leq K_0^m \quad (\text{капиталовложения}), \quad (6)$$

$$\sum_{l=1}^m V_e^m h_{me} \leq V_0^m \quad (\text{эксплуатационные затраты}). \quad (7)$$

Здесь используются следующие обозначения:

P_e^m – прибыль m -го предприятия при использовании e -й технологии с единичной мощностью;

a_{je}^m – объем выпуска продукции вида j на m -м предприятии по способу производства; b_e^m – мощность выброса примеси на m -м предприятии по e -й технологии с единичной мощностью; S_{je}^m – себестоимость производства единицы продукции e -го вида для m -го предприятия по технологическому способу; K_e^m – капитальные вложения на предотвращение загрязнения атмосферы в e -ю технологию на m -м предприятии ($k_e^m \neq 0$ для вновь осваиваемых и реконструируемых технологий); V_e^m – затраты на эксплуатацию и содержание газоочистных установок и других очистных сооружений в связи с применением e -го технологического способа на m -м предприятии; K_0^m – лимит капиталовложений для e -го предприятия; V_0^m – лимит эксплуатационных затрат на m -м предприятии; S_0^m – предельная величина себестоимости выпускаемой m -м предприятием продукции.

Оптимальный план функционирования m -го предприятия определяется с помощью решения задачи линейного программирования (5.17) – (5.22). Переменная e_m участвует в этой задаче как параметр. Величина E_m в рамках принятой

модели может быть определена из решения задачи линейного программирования:

$$e_m \rightarrow \max_{h_m, l_m}$$

при ограничениях (5.12)–(5.17). Если e_m^* – оптимальное решение этой задачи, то $E_m = l_m^*$.

Пусть $h_m^*(l_m)$ – вектор оптимального решения задачи оптимизации (2) – (7), зависящий от параметра. Используя введенные обозначения, вычислим следующие величины:

$$P_m(l_m) = \sum_e P_e^m h_{me}^*(l_m) \quad \text{– прибыль } m\text{-го предприятия при оптимальном плане } h_m^*(l_m);$$

$$S_m(l_m) = \sum_{j,e} S_{je}^m a_{je}^m h_{me}^*(l_m) h_m^*(l_m) \quad \text{– себестоимость продукции на } m\text{-м предприятии при оптимальном плане } h_m^*(l_m)$$

$$K_m(l_m) = \sum_e K_e^m h_{me}^*(l_m) \quad \text{– объем капиталовложений на оздоровление атмосферы, требуемый } m\text{-му предприятию при данном режиме работы};$$

$$V(l_m) = \sum_e V_e^m h_{me}^*(l_m) \quad \text{– стоимость всех эксплуатационных затрат, связанных с работой очистных сооружений и установок при плане работы } m\text{-го предприятия.}$$

Определим суммарные издержки m -го предприятия (функцию $G_m(l_m)$), возникающие вследствие уменьшения выбросов на l_m . Тогда

$$G_m(l_m) = (P_m(0) - P_m(l_m)) + (S_m(l_m) - S_m(0)) + (K_m(l_m) - K_m(0)) + (V_m(l_m) - V_m(0)). \quad (8)$$

Отметим, что $G_m(l_m)$ как функция l_m является кусочно-линейной функцией на $[0, E_m]$. Это следует из общего свойства решения задач линейного программирования, – вектор-функция $h^*(l_m)$ «склеена» из кусков линейных отрезков в R^m . Поэтому для построения функции стоимости $G_m(l_m)$ достаточно иметь решения нескольких задач линейного программирования вида (5.17) – (5.22), которые последовательно принимают значения, равные точкам излома графика вектор – функции $h_m^*(l_m)$.

Город Тараз является типичным представителем городов Казахстана с населением около 400 тыс. человек, с экологическими проблемами, свойственными для районных городов с умеренным промышленным потенциалом.

Безусловно, разработка моделей атмосферной диффузии в их связи с предельным уровнем заболеваемости, используемых для решения широкого круга прикладных задач, в том числе связанных с подготовкой природоохранных мероприятий, оценкой риска для здоровья населения и др., имеет большое научное и практическое значение.

Анализ результатов моделирования показывает, что при регламентном решении работы предприятия и одновременно работающих источников выбросов экологические характеристики атмосферного воздуха в районе расположения ТМЗ лишь по некоторым загрязняющим компонентам находятся в пределах нормативных величин, а в целом происходит значитель-

ное влияние на изменение уровня загрязнения атмосферы города и на здоровье населения.

Таким образом, построенная экономико-математическая модель управления используется для описания процессов распространения загрязнителей в численных моделях. Это позволяет получить оценку уровней загрязнения в точках рассматриваемого региона, которые далее могут быть использованы для формирования критерия качества воздушного бассейна области. Целевая функция представлена в виде свертки кусочно-линейной функции.

Список литературы

1. Охрана окружающей среды. Модели управления чистой природной Среды / Под ред. К.Г. Гофонова, А.А. Гусева. – М.: Экономика, 1977.

2. Gorr W.K., Gistafson S.A., Kortonen R.O. optimal control strategies and regulatory policy. – Environment and Planning, 1972, И4.

3. Гмурман В.И. Вырожденные задачи оптимального управления. – М.: Наука, 1987.

4. Пененко В.В., Шпак В.А. Некоторые модели управления качеством воздушного бассейна. – Новосибирск, 1986. (Препринт / АН СССР Сиб.отд-е. 682).

5. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей Среды. М.: Наука, 1981.

6. Балацкий О.А. Экономика чистого воздуха. – Киев: Наукова думка, 1979.

7. Пененко В.В., Рапутова В.Ф. Некоторые модели оптимизации режима работы источников загрязнения атмосферы. // Метеорология и гидрология, 1985, №2, с.59-67

8. Багриновский А.Г., Бусыгин В.П. Математика плановых решений. – М.: Наука, 1990.

9. Базара М., Шетти К. Нелинейное программирование. Теория и алгоритмы. – М.: Мир, 1982.

Экология и рациональное природопользование

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ ВОД

Вертинский А.П.

*Национальный исследовательский Иркутский
государственный технический университет,
Иркутск, e-mail: vertin@bk.ru*

Экологический мониторинг представляет собой долгосрочные наблюдения за состоянием окружающей среды, ее загрязнением и происходящими в ней природными явлениями, а также оценку и прогноз состояния природной среды. Термин «мониторинг» появился в 1972 году перед проведением Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде, в переводе с латинского означает «наблюдение».

Главной целью мониторинга является выделение антропогенной составляющей воздействия на биоту, экосистемы и здоровье человека, оценка эффективности природоохранных мероприятий и прогнозирование экологической ситуации для своевременного предупреждения о возможных неблагоприятных последствиях [1].

Мониторинг включает в себя три основных направления деятельности:

1. наблюдение за факторами воздействия и состоянием среды; прогноз состояния окружающей природной среды и оценку прогнозируемого состояния

2. оценку фактического состояния среды;

3. прогноз состояния окружающей природной среды и оценку прогнозируемого состояния.

Мониторинг можно проводить с использованием специальных приборов, а также средств биологической индикации.

Основными задачами мониторинга являются:

1. Постоянное слежение за состоянием окружающей среды и природных ресурсов, а также источниками антропогенного воздействия на них;

2. Анализ, оценка фактического состояния окружающей среды, природных ресурсов на всей территории страны и территории отдельных регионов, а также прогноз его изменений и влияния на здоровье населения;

3. Сохранение и накопление информации о состоянии окружающей среды и природных ресурсов.

Считается, что до 80% химических соединений, поступающих во внешнюю среду, рано или поздно попадут в природную воду с промышленными, бытовыми или ливневыми стоками.

Качество воды определяется совокупностью примесей минеральных и органических веществ, газов, коллоидов, взвешенных веществ и микроорганизмов. Значительное число болезней человека связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушением санитарно-гигиенических норм водоснабжения. Прежде всего это инфекционные болезни, вызываемые патогенными бактериями, вирусами и простейшими, которые представляют наиболее типичный фактор риска для здоровья, связанный с питьевой водой.

Проблемы, обусловленные химическими компонентами питьевой воды, возникают главным образом из-за способности химических веществ оказывать неблагоприятный эффект на здоровье при длительном воздействии [2].

Как известно, ПДК промышленных выбросов в окружающую природную среду по своим численным значениям находится на границе или даже ниже порогов чувствительности методов современного химического анализа. Указанное замечание относится, прежде всего, к высокотоксичным веществам, например ионам тяжелых металлов (Hg, Pb, Zn и др.), содержащихся в стоках и выбросах многих, преимущественно химических промышленных предприятий. Поэтому на практике оценку загрязнения среды осуществляют по анализу конечных звеньев трофических цепей экосистем.