

левобережной частей г. Воронежа показало значительное превышение в первой, что объясняется большей загруженностью автотранспортом и наличием суглинистых разностей почв с хорошо выраженным почвенно-поглощающим комплексом. В отдельных местах вблизи промышленных предприятий (Механический завод, Тяжмаш, "Тяжэкс" им. Коминтерна) наблюдаются аномальные зоны по содержанию цинка, в 2-4 раз превышающего ПДК.

Особенно сильно загрязнены металлами придорожные пространства, где наблюдается превышение по свинцу: ПДК – в 6-7 раз, в 26 раз фонового уровня – что отмечается и для подвижных, и для валовых форм. По цинку это превышение составляет: 2-3 раза – ПДК, 14 раз – фон. Отмечено загрязнение придорожных пространств медью в результате истирания контактных проводов трамваев и троллейбусов, а также выбросов автотранспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахтырцев Б.П. Почвенный покров г. Воронежа и его экологические функции / Б.П. Ахтырцев // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской ограды. – Воронеж, 1996. – С. 94-97.
2. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеивание / В.В. Добровольский. – М.: Мысль, 1983. – 269 с.
3. Джувеликян Х.А. Экология и человек / Х.А. Джувеликян. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1999. – 269 с.

4. Доклад о состоянии окружающей природной среды г. Воронежа в 1997 году. – Воронеж: Б.и., 1998. – 102 с.

5. Доклад о состоянии окружающей природной среды г. Воронежа в 2000 году. – Воронеж: Б.и., 2001. – 44 с.

6. Загрязнение воздуха и жизнь растений: Пер. с англ. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 535 с.

7. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе "почва-растение" / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. – 149 с.

8. Почвы, город, экология / Под ред. Добровольского Г.В. – М.: Фонд за экономическую грамотность, 1997. – 320 с.

9. Протасова Н.А. Редкие и рассеянные элементы в почвах Центрального Черноземья / Н.А. Протасова, А.П. Щербаков, М.Т. Копаева. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1992. – 165 с.

10. Рамад Ф. Основы прикладной экологии / Ф. Рамад. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 543 с.

11. Стороженко Н.В. Мониторинг земель г. Воронежа: первые результаты / Н.В. Стороженко, Т.А. Девятова // Экология городов: Инф. Сб. – 1995. – С. 32-35.

12. Федорова А.И. Кислотность почв под зелеными насаждениями г. Воронежа как индикационный признак состояния городской экосистемы / А.И. Федорова, Е.В. Шунелько // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. География и Геоэкология. – 2000. – №4. – С. 77-84.

13. Федорова А.И. Тяжелые металлы в поверхностных горизонтах почв городских ландшафтов / А.И. Федорова, С.А. Куролап // Геохимия биосферы: Тез. докл. совещ. – Ростов-на-Дону, 2001. – С. 274-276.

14. Щербаков А.П. Мониторинг земель города Воронежа / А.П. Щербаков, Т.А. Девятова // Природные ресурсы Воронежской области, их воспроизводство, мониторинг и охрана. – Воронеж, 1995. – С. 148-151.

УДК 502.31

В.Н. Жердев, С.Д. Беспалов

ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ ИХ СОСТОЯНИЯ

Оценка современного состояния природной среды как основы рекомендаций для различных типов хозяйственного использования территории достаточно актуальна во многих регионах. Выбор того или иного способа управления территорией зависит от разнообразия и

уровня организации территории, как с точки зрения ее ландшафтной структуры, так степени и характера освоенности в хозяйственно-экономическом плане. Под освоенностью в данном случае понимается глубина вовлечения объектов природы в технологический процесс.

Эти факторы взаимосвязаны, и на практике чаще всего первый из них оказывается доминирующим при выборе типа использования территории. Об этом объективно свидетельствуют исторически сложившиеся формы ведения хозяйства, примером может служить природно-сельскохозяйственное районирование [4]. Однако, это представляется справедливым на макро- и мезоуровне, когда выделяются обширные территории по степени однородности в каком либо одном отношении. Когда же появляется необходимость в изучении более дискретных пространств, характеризующихся комплексными показателями, сочетающими свойства как дискретных, так и фоновых параметров, локализованных на сравнительно небольшой территории, требующей более крупномасштабных исследований, решающее значение начинает приобретать социально-экономический фактор.

Таким образом, для выбора наиболее рационального способа ведения хозяйственной деятельности, необходим учет как природных, так и экономических факторов, причем на локальном уровне эти факторы приобретают равный вес.

Кроме того, необходимо отметить что на современном этапе развития производства, в значительной мере затронувшего структуру и облик природных экосистем, особую важность приобретает задача сохранения комфортности среды обитания человека и природно-ресурсного потенциала ландшафтов. Это положение занимает одно из основных мест в концепции устойчивого развития общества. В этой связи особенно важным является получение объективной информации о состоянии окружающей среды, представленной в комплексной оценке ее состояния в разрезе отдельных видов использования земель.

Понятие о типе использования земель достаточно полно представлено в научной литературе [3,5]. Он характеризует собой территорию, которая по причине природных особенностей, либо по причине своего положения отличается от других территорий, что делает

ее объектом, вовлекаемым в материальное производство. Причем характер производства будет являться лишь внешним проявлением “синтеза” природных условий (физико-географические условия), экологического состояния (удовлетворительное состояние сред по физическим, геохимическим и санитарно-гигиеническим показателям) и социально-экономических показателей (наличие трудовых ресурсов, уровень развития техники и технологии, рентабельность производства).

Таким образом, тип использования земель – совокупность физико-географических, экологических и социально-экономических условий характеризующих определенную территорию, и обеспечивающих стабильное и рентабельное функционирование природно-технического комплекса [1].

Критерием эффективности функционирования природно-технического комплекса может выступать обобщенный показатель вида $E=I/Y$, показывающий величину ущерба от изменения состояния природных систем, вызванного хозяйственной деятельностью, где Y – величина ущерба.

Определение данного критерия представляется возможным путем реализации модельного подхода, учитывающего многообразие взаимодействий в цепи “природный ландшафт – природно-технический комплекс”.

Принимая за основу схему эколого-экономической модели регулирования качества природной среды региона [2], попытаемся создать аналогичную модель, ориентированную на решение задач функционирования природно-технического комплекса.

Модель оптимального функционирования природно-технических систем строится как задача линейного программирования большой размерности с блочной структурой.

В модели примем следующие обозначения:
 j – индекс технического объекта или системы ($j=1, \dots, J$);

i_j – индекс производительности технической системы, определенный показатель “мощности”, ($i_j=1, \dots, m_j$);

p_j – индекс вида ресурса, используемого j -м предприятием ($p_j = 1, \dots, n_j$);

p – фоновый индекс вида ресурса ($p = 1, \dots, n$);

k_j – индекс вида негативного производственного фактора j -ой технической системы ($k_j = 1, \dots, l_j$);

k – индекс производственного фактора, оказывающего воздействие на экосистемы региона ($k = 1, \dots, l$);

X_j – вектор производительности j -ой природно-технической системы размерностью $m_j \times l$;

B_j – вектор лимитов ресурсов p_j вида, потребляемых j -ой технической системой, размерностью $n_j \times l$;

\bar{B} – вектор лимитов природных ресурсов территории p вида размерностью $n \times l$;

D_j – вектор норм отходов k_j вида на j -м предприятии размерностью $l_j \times l$;

\bar{D} – вектор норм производственных выбросов k -го вида, оказывающих необратимое воздействие на экосистемы, размерностью $l \times l$;

P_j – вектор удельной прибыли, рентабельности j -ой технической системы размерностью $l \times m$;

C_j – вектор удельных затрат, связанных с ликвидацией последствий воздействия производственных факторов j -ой технической системы на экосистемы, размерностью $l \times m$;

A_j – матрица коэффициентов (норм) затрат ресурсов на функционирование j -ого объекта размерностью $n_j \times m_j$;

\bar{A}_j – матрица коэффициентов (норм) затрат ресурсов на выпуск продукции на j -ом объекте размерностью $n \times m_j$;

H_j – матрица удельных показателей негативных производственных воздействий сопровождающих производство, размерностью $n \times m$;

\bar{H}_j – матрица удельных показателей негативных производственных воздействий отмеченных на территории (как прямых, так и косвенных), размерностью $k \times m_j$.

В этих обозначениях производственно-экономический блок модели природно-технической системы будет иметь следующий вид.

кой системы будет иметь следующий вид.

Стабильное функционирование природно-технических систем должно следовать выражению:

$$A_j X_j \leq B_j; \quad (1)$$

Таким образом, для стабильной природно-технической системы справедливо:

$$\sum \bar{A}_j X_j \leq \bar{B}; \quad (2)$$

Функционирование производственно-экономического блока сопровождается поступлением в природную среду определенного количества вещества, энергии и информации. Обобщенный количественный учет этого процесса можно представить уравнением:

$$H_j X_j \leq D_j; \quad (3)$$

Для определенной природно-технической системы, включающей несколько производственно-экономических элементов, указанное выше уравнение имеет вид:

$$\sum \bar{H}_j X_j \leq D_j; \quad (4)$$

В данном выражении вектор D_j имеет смысл нормированного значения каждого параметра (ПДК, ВСС, ВСВ, ПДУ).

При соблюдении указанных выше условий и при $P \geq C_j$, функционирование природно-технической системы будет иметь максимальную производительность.

Решение задачи симплекс-методом или методом графов позволяет определить вектор оценок региональных ресурсов (\bar{V}) и вектор оценок производственных выбросов или, так называемый, вектор ущербов (\bar{Y}). Используя оптимальные оценки региональных ресурсов, оптимальные оценки ущербов и учитывая условия A_j , B_j , H_j , полученные в результате решения задачи варианты развития каждого j -го предприятия обеспечивают $\max(P_j - VA_j - YH_j)X_j$. Таким образом, формируется оптимальный план развития народнохозяйственного комплекса [2].

Как правило, типы использования земель в сельском хозяйстве приурочены к определенным, достаточно различимым природным комплексам (типам местности).

Перспективы моделирования природно-технических систем в целях оценки их состояния

В условиях городских и сельских поселений, в целях оценки также необходимо выделять аналогичные в таксономическом отношении единицы. В данном случае целесообразно использовать не приуроченность типа использования земель к природным комплексам, а характер и целевое назначение застройки. В этом отношении наиболее интересны земли городов и поселков. Причем под оценкой качественного состояния городских земель подразумевается определение соответствия фактического состояния земель требованиям к их освоению, основывающегося на ряде сведений, включающих градостроительные и иные характеристики степени пригодности земель для использования в интересах города, сведения об инженерно-геологических условиях, экологическом состоянии земель и городской среды, о природно-технологических свойствах земельных участков, об улучшениях земель и др. Главный принципиальный критерий оценки состояния городских земель – соответствие их состояния интересам развития города. Основными требованиями к освоению земельного фонда города являются сохранение нормативного качества окружающей среды обитания человека и устойчивость ландшафтов, а также геологической среды при различных формах освоения и эффективного использования. Соответствие земельного фонда требованиям городского освоения служит исходной оценкой его состояния [4].

При оценке интегрального состояния земель особое место следует отводить нарушенным землям, представляющим собой территории, вовлекаемые в добычу подземных ископаемых, и уже отработанные выработки, подвергнутые рекультивации или брошенные. В каждом из этих случаев на месте ранее существовавших природных комплексов в результате их коренной перестройки образуются антропогенные комплексы, совершенно нетипичные для исследуемой природной зоны по структуре и генезису. Эти земли представлены следующими типами современных ландшафтов: карьерно-отвальными, торфяно-карьерными, драж-

но-отвальными, шахтными просадочно-терриконниковыми и экстрактивные комплексы [5].

При оценке их состояния особое значение следует уделять глубине промышленной разработки полезных ископаемых, глубине залегания подземных вод, диаметру диффузионных воронок, виду и стадии рекультивации.

Еще один вид использования земель, имеющий много особенностей в изучении и оценке их состояния – группа, так называемых, линейно-транспортных ландшафтов. Их существование связано с отчуждением земель вдоль полос отвода согласно принятым нормативам.

Этот тип использования земель в значительной степени подвержен техногенным воздействиям физико-химического характера. Об этом свидетельствуют многочисленные факты неудовлетворительного состояния территории вдоль крупных автомобильных магистралей, железнодорожных линий, аммиакопроводов и т.д., при этом не учитываются различного рода аварийные ситуации на транспортных магистралях, затрагивающие все компоненты природной среды [7].

Особое место занимают особо охраняемые территории, играющие эталонную роль при определении техногенной нагрузки на остальные территории.

Изучение отмеченных выше типов использования земель, имеющих свою природно-хозяйственную уникальность, требует применения специфических методов, причем результатом подобного исследования должна являться карта эколого-хозяйственного состояния территории. Основными контурами подобной карты, по нашему мнению, должны выступать виды использования земель как основы хозяйственного использования территории.

Выбор методов исследования должен определяться следующими положениями.

1. Дифференцированный подход к оценке состояния земель различных видов использования.

2. Использование объективной и достоверной качественной информации. Опора на современные планово-картографические матери-

алы и координатные привязки. Достоверность должна обеспечиваться погрешностью измерительных приборов и методик измерений.

3. Максимальное использование дистанционных методов получения информации.

4. Применение ГИС технологий, с использованием модельных и расчетных блоков.

В соответствии с вышеизложенным выбирается следующая схема получения оценочных данных о комплексном состоянии территории.

На первом этапе проводится обобщение информации о хозяйственном разнообразии территории, уделяется особое внимание вредным факторам производства, ландшафтно-экологическим условиям, социально-экономическим показателям, санитарно-токсикологическому состоянию с целью выделения основных видов использования земель. Применительно к условиям Центрального Черноземья целесообразно отметить: земли сельскохозяйственного использования, земли населенных пунктов, нарушенные земли, земли линейно-транспортных объектов, особо охраняемые территории.

Далее по каждому виду использования земель осуществляется сбор и структурирование информации с использованием статистических показателей и получаемых при инструментальных полевых исследованиях.

Третий этап связан с нанесением на планово-картографическую основу контуров отдельных видов использования земель, привязки к ним соответствующих параметров, при помощи графических редакторов (использование элементов ГИС). Математическая и статистическая обработка данных с использованием расчетных блоков ГИС может сводиться к проведению факторного и кластерного анализов с целью получения комплексных критериев ряда показателей, описывающих отдельную сторону какого-либо вида использования земель.

Результатом следующего этапа должно являться получение серии схематических карт, отражающих состояние земель по каждому виду использования земель, а также схемы комплексного характера, показывающей общее состояние территории.

На заключительном этапе, на основании полученных результатов дается ряд рекомендаций по рациональному использованию территории, с выделением потенциально-опасных и перспективных территорий для каждого вида деятельности.

В заключение необходимо отметить круг вопросов, решение которых представляется возможным при осуществлении подобной оценки состояния территории.

1. Выявление типов использования земель, наиболее экономически и экологически эффективных на данной территории.

2. Инвентаризация и учет основных вредных факторов на данной территории.

3. Выявление неиспользуемых и недостаточно эффективно используемых территорий.

4. Учет основных категорий земель территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте / Д.Л. Арманд. – М.: Мысль, 1975. – 287 с.
2. Виноградова Н.М. Модельный подход к оценке экономического ущерба для экосистем региона / Н.М. Виноградова, М.О. Никанорова // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л., 1988. – Т. 11. – 296 с.
3. Гвоздецкий Н.А. Основные проблемы физической географии / Н.А. Гвоздецкий. – М.: Высш. шк., 1979. – 222 с.
4. Земельные ресурсы СССР: Природно-с.-х. районирование территории обл., краев, АССР и респ. / Гос. НИИ земельн. Ресурсов. – М.; Майкоп: Изд.-полигр. и книготорг. произв. объединение “Адыгея”, 1990. – Ч. 1. – 261 с.
5. Ракитников А.Н. Природное и сельскохозяйственное районирование Самаркандской и Бухарской областей / А.Н. Ракитников, Н.А. Гвоздецкий, Т.В. Звонкова // Вопросы географии. – 1961. – №55.
6. Сизов А.П. Мониторинг городской среды с элементами охраны / А.П. Сизов. – М., 2000. – 156 с.
7. Федотов В.И. Техногенные ландшафты: теория, региональная структура, практика / В.И. Федотов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1985. – 189 с.