

3. Wilhm J.L., Dorris T.C.//Bio. Sci. 1968. Vol. 18. № 6. P. 477.

4. Зарубов А.И., Бахрамов А.И.//Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. 2004. № 1.

Поступила в редакцию 18.02.2004.

*Александр Иванович Зарубов* - кандидат биологических наук, доцент кафедры географической экологии.

*Андрей Васильевич Курлович* - студент 4-го курса географического факультета.

УДК 911.2+577.4

А.П. ГУСЕВ

## ИНДИКАТОРЫ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ВОДОЕМОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

It is shown in the work how under the impact of chemical pollution in aqueous objects is transformed. We attempted to estimate affection various components of vegetation cover dependent on the level of chemical pollution (on example Gomel chemical plant). Plant indication-method of chemical pollution of water and ground is developed.

Техногенное химическое загрязнение оказывает значительное воздействие на природные ландшафты, вызывая трансформацию как биоты, так и абиотических компонентов. Эффективное изучение и оценка техногенных изменений возможны на основе методов фитоиндикации. Ландшафтный подход позволяет отделить влияние техногенеза от влияния совокупности природных факторов, которые обуславливают естественную вариабельность свойств фитоиндикаторов. Степень трансформации природных комплексов или их компонентов определяется сравнением эталонных (фоновых) геосистем с одноранговыми, находящимися под воздействием техногенного фактора [1, 2].

Задачей наших исследований являлось выявление фитоиндикаторов, позволяющих оценить трансформацию водных объектов в зоне влияния химического производства, в частности водоемов, расположенных вблизи Гомельского химического завода (ГХЗ). Завод является одним из крупнейших предприятий химической промышленности Беларуси и производит серную и фосфорную кислоты, минеральные соли (аммофос, суперфосфат, азотно-фосфорно-калийные удобрения), фтористый алюминий, криолит и т. д. Выбросы ГХЗ содержат аммиак, пары серной кислоты, аммофос, соединения фтора, сернистый ангидрид. Применяемая на предприятии технология обработки апатитового концентрата приводит к образованию твердых фосфогипсовых отходов, которые складываются на промплощадке. В настоящее время 15 млн т отходов занимают территорию свыше 80 га. Фосфогипс в отвалах содержит до 40 % влаги; в его составе около 97 % составляет гипс и 3 % - фосфаты железа и алюминия, ортофосфорная кислота, фторсиликаты калия и натрия, фториды кальция. Из отвалов фосфогипса сульфаты, фториды и фосфаты постоянно поступают в поверхностные и грунтовые воды, почву и грунт.

В ходе полевых работ была выполнена геоботаническая съемка растительного покрова (на пробных площадках 10x10 м), химическое опробование вод и грунтов, а также изучены факторы техногенного воздействия на водоемы вблизи ГХЗ (водоемы-отстойники, каналы, временные водотоки и др.), которые претерпевают трансформации различного уровня и генезиса, обусловленные прямым и косвенным влиянием химического производства. Все водоемы в зоне влияния ГХЗ можно классифицировать по уровню техногенной трансформации (по мере приближения к фоновым характеристикам): ТМ-0, ТМ-1, ТМ-3, ТМ-4. Для оценки индикационной пригодности тех или иных показателей растительности было проанализировано их распределение по градиенту химического загрязнения (табл. 1).

Зона максимальной химической трансформации ландшафта приурочена к действующему участку полигона (отвалы фосфогипса, имеющие возраст до 10 лет). Водные объекты, находящиеся в межотвальном пространстве, характе-

ризуются высокой минерализацией (10-50 г/л сульфатно-кальциевого состава), низким рН (1-3) и полным отсутствием какой-либо растительности (ТМ-0).

Водоемы на границе отвального комплекса, являющиеся приемниками вод, стекающих с отвалов фосфогипса, имеют минерализацию до 5 г/л и рН до 5,0 (ТМ-1). Дно этих водоемов, как правило, покрыто слоем фосфогипса (5-20 см). Водная растительность (погруженные и наводные гидрофиты) здесь отсутствует полностью. Прибрежно-водная растительность представлена рогозово-тростниковыми группировками (гидрофитами и мезогидрофитами), распространенными мозаично. Видовой состав отличается низким разнообразием (всего отмечено 6 видов) и характеризуется значительным преобладанием мегатрофных видов (83 % от всего числа видов). По берегам наиболее крупного водоема (глубина - до 1,5 м) локально отмечаются ивовые заросли с примесью березы повислой. Характерной особенностью этих ивняков является их угнетенное состояние - 15-50 % сухостой. Негативное воздействие среды может также индексироваться угнетенным состоянием ценопопуляции *Typha latifolia* L. (10-60% экземпляров - сухие).

Таблица 1

**Показатели прибрежно-водной растительности водоемов  
в зоне влияния химического производства**

| Показатель   | ТМ-0(10)* | ТМ-1 (5) | ТМ-2 (5) | ТМ-3 (5) |
|--|-----------|----------|----------|----------|
| Общее число видов высших растений                      | 0         | 6        | 13       | 16       |
| Число видов водных растений (гидрофитов)               | 0         | 0        | 2        | 4        |
| Видовое богатство, число видов на 100 м <sup>2</sup>   | 0         | 1,6      | 6,2      | 8,5      |
| Общее проективное покрытие береговой растительности, % | 0         | 20       | 55       | 80       |
| Общее проективное покрытие водной растительности, %    | 0         | 0        | 10       | 90       |
| Минерализация вод, г/л                                 | 10-50     | 2-5      | До 1     | До 1     |
| рН водной среды  | 1-3       | 3,5-5    | 6-7      | 6-7      |

Примечание.\* - число пробных площадок.

Водные объекты, находящиеся на существенном удалении от отвального комплекса (более 200 метров), имеют фоновые для сельскохозяйственного ландшафта химические характеристики (минерализация - до 1 г/л, рН - более 6), лишь незначительно отражающие специфику зоны влияния ГХЗ (содержание иона фтора в 1,5-3 раза выше средних значений для фоновых объектов). В искусственных прудах-отстойниках и канавах наблюдаются сукцессионные смены биоты: от пионерных стадий до образования болотного комплекса. На ранних стадиях зарастания (ТМ-2) гидрофитная растительность имеет невысокое разнообразие (отмечены только 2 вида - *Lemna trisulca* L., *Callitriche palustris* L.). Относительно развита прибрежная растительность, представленная тростниково-рогозовыми зарослями, местами доминирует *Bidens tripartitus* L. Заросшие водоемы (ТМ-3) характеризуются высоким обилием гидрофитов (*Lemna trisulca* L., *Callitriche palustris* L., *Ceratophyllum demersum* L.), имеющих покрытие свыше 90 %. В прибрежной зоне образуются тростниково-рогозовые сообщества, общее проективное покрытие которых составляет 80 %. В целом эти водоемы имеют более низкое разнообразие прибрежно-водной растительности по сравнению с находящимися вне зоны влияния химического производства. Особенно отчетливо это видно по группе гидрофитов, видовое разнообразие и обилие которых в водоемах зоны влияния химического производства в 5-10 и более раз ниже, чем в водоемах г. Гомеля.

Основным фактором, ограничивающим заселение водоемов ценопопуляциями растений в зоне влияния ГХЗ, является рН поверхностных вод и почвогрунтов. Так, распределения ценопопуляций различных видов растений по градиенту этого фактора позволили выявить следующие закономерности. Из табл. 2 видно, что уже при рН 4-5 происходит значительное снижение встречаемости ряда видов (*Phragmites communis* Trin., *Lythrum salicaria* L.), а некоторые (*Lemna trisulca* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Bidens tripartitus* L.) полностью исчезают. Общее проективное покрытие в прибрежной полосе резко снижается, и на освобожденные местообитания поселяется иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.). По мере снижения величины рН из всех растений остается только иван-чай, отдельные экземпляры которого отмечают-

ся даже при pH водной среды менее 3. Таким образом, установлена четкая связь между величиной pH воды и встречаемостью различных видов прибрежно-водных растений.

Результаты, полученные на основе выполненных исследований, показывают, что индикаторами химической трансформации водоемов служат следующие показатели прибрежно-водной растительности: видовое разнообразие, общее проективное покрытие, изменения обилия и встречаемости отдельных видов, чувствительных к загрязнению.

Таблица 2

**Изменение встречаемости некоторых видов прибрежно-водной растительности в водоемах зоны влияния ГХЗ в зависимости от pH водной среды, %**

| Вид  | Кислотно-щелочные условия водной среды (pH) |      |      |         |
|--|---|------|------|---------|
|  | Более 6                                     | 5-4  | 4-3  | Менее 3 |
| <i>Phragmites communis</i> Trin.             | 75,0  | 30,0 | 0    | 0       |
| <i>Typha latifolia</i> L.                    | 45,0  | 37,5 | 5,0  | 0       |
| <i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop. | 5,0   | 40,0 | 10,0 | 5,0     |
| <i>Bidens tripartitus</i> L.                 | 27,5  | 0    | 0    | 0       |
| <i>Lemna trisulca</i> L.                     | 80,0  | 0    | 0    | 0       |
| <i>Ceratophyllum demersum</i> L.             | 50,0  | 0    | 0    | 0       |
| <i>Lythrum salicaria</i> L.                  | 12,5  | 5,0  | 0    | 0       |

Фитоиндикационный метод прост и эффективен. Он позволяет получить информацию об экологическом состоянии водоемов без длительных и трудоемких исследований, с минимумом затрат, поэтому может быть рекомендован для решения широкого круга природоохранных задач.

1. Дончева А.В., Казакова Л.К., Калущков В.Н. Ландшафтная индикация загрязнения природной среды. М., 1992.

2. Гусев А.П. Ландшафтно-экологическая индикация техногенных нарушений лесных геосистем. Гомель, 2000.

Поступила в редакцию 10.12.2004.

*Андрей Петрович Гусев* - кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры экологии ГГУ им. Ф. Скорины.

УДК 911.375 (4/6)

Ж.А. ЧИЖЕВСКАЯ

## К ВОПРОСУ О ТИПОЛОГИИ МАЛЫХ ГОРОДСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ БЕЛАРУСИ

The basic functions of small city settlements are considered, the analysis of the most known typological schemes of a grouping of cities of Belarus on their functions were lead. Dynamic functional-quantitative typology of small city settlements of Belarus were offered. It analysed an opportunity of transition of small city settlements of Belarus to sustainable development, recommendations on perfection of their functional structure were given.

Функции, выполняемые малыми городскими поселениями, значительно отличаются от тех, которые характерны для сельских населенных пунктов и более крупных городов (свыше 20 тыс. жителей). От сельских поселений, в частности, они отличаются большим удельным весом в структуре экономики несельскохозяйственных отраслей, разнообразием производственной структуры, достаточно высоким уровнем развития сферы услуг; от крупных городов - масштабами производства и размерами предприятий, а также меньшим разнообразием функционального профиля, более низким уровнем развития промышленности. Изучение основных функций и выявление типов малых городских поселений необходимо для разработки управленческих решений, прогнозирования и планирования их дальнейшего развития.

В Беларуси проблемами функциональной типологии городских поселений занимались А.В. Богданович и П.А. Сидоров, которые по сочетанию нескольких ведущих народнохозяйственных функций и на основании данных о распределении городского населения по отраслям хозяйства разработали типологию го-