

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра общей экологии и методики преподавания биологии

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЛАРУСИ

Курс лекций

Для студентов биологического факультета
специальности «Н 1-33 01 01 - Биоэкология»

Минск
2006

УДК 504.062(476)
ББК 28.081

Р е ц е н з е н т ы:

доктор геолого-минералогических наук, профессор М.Г. Ясовеев
кандидат биологических наук, доцент Л.Д. Бурко

Рекомендовано

Ученым советом биологического факультета
15 марта 2006 г., протокол № 7

Куликов Я.К.

Экологические проблемы Беларуси: Курс лекций для студентов биологического факультета / Я.К. Куликов. - Мн.: БГУ, 2006.- с.

В учебном пособии представлены данные, характеризующие состояние и тенденции изменения различных природных сред: атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод почвенного покрова, растительного и животного мира Беларуси. Отражены проблемы использования и охраны минерально-сырьевых ресурсов, ликвидации последствия чрезвычайных ситуаций. Предназначено для студентов биологического факультета специальности «Н 1-33 01 01 - Биоэкология»

УДК 504.062(476)
ББК 28.081
Куликов Я.К., 2006

БГУ, 2006

ВВЕДЕНИЕ

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов относится к приоритетным направлениям государственной политики Республики Беларусь. Экологическая политика государства предусматривает последовательное проведение структурной перестройки производственной сферы и совершенствование технологического уровня производства.

Это обеспечит ресурсосбережение, применение малоотходных и безотходных технологий, сокращение объемов выбросов загрязняющих веществ в природную среду, утилизацию и переработку отходов.

Одной из наиболее острых экологических проблем республики продолжает оставаться проблема ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции, в результате которой 23 % территории страны было подвержено радиоактивному загрязнению.

Для городов Беларуси актуальной является проблема загрязнения атмосферного воздуха. Повышенные уровни загрязнения в последние годы отмечаются в таких промышленных центрах, как Могилев, Гомель, Витебск, Бобруйск, Полоцк, Мозырь, Гродно.

Не менее актуальна проблема загрязнения природных вод. По комплексному показателю загрязнения большая часть вод республики относится к классу умеренно загрязненных. Поступление в водные объекты загрязненных сточных вод за последние годы сократилось, однако, на отдельных участках рек уровень загрязнения остается высоким. В связи с этим наряду с внедрением прогрессивных технологий, направленных на снижение или прекращение сброса сточных вод, крайне важны мероприятия по реконструкции очистных сооружений.

Все большее значение приобретает проблема удаления и захоронения отходов, особенно токсичных. Хотя ежегодные их объемы уменьшились, накопление отходов продолжает возрастать, что влечет за собой увеличение объемов свалок и шламохранилищ. Особенно острой эта проблема является для г. Солигорска, где солеотвалы и шламохранилища занимают площадь около 1,4 тыс.га, а глубина заселения подземных вод превышает 100 м.

Сохраняют актуальность и другие характерные для Беларуси проблемы, связанные с истощением природно-ресурсного потенциала. К ним, в частности, относятся проблемы негативных изменений природных комплексов в районах крупномасштабной мелиорации, деградации и эрозии почв, загрязнения почвенного покрова городов и тер-

риторий размещения промышленных предприятий, рекультивации нарушенных земель.

Экологическая политика Республики Беларусь, ее нормативно-правовая база, экономические механизмы природопользования постоянно совершенствуются. Это создает предпосылки реализации права нынешнего и будущего поколений граждан страны на благополучную окружающую среду и экологически безопасные условия проживания.

1 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ БЕЛАРУСИ: ФОРМИРОВАНИЕ, ИЗМЕНЕНИЕ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Экологическую ситуацию на всей территории Беларуси, а также ее региональную специфику определяют несколько основных факторов. К их числу относятся, во-первых, неоднородность природных условий, а следовательно, и устойчивость природных комплексов к внешним воздействиям; во-вторых, различия в использовании территории и, соответственно, оказываемых на нее нагрузках; в третьих, особенности внешних поступлений загрязняющих веществ с воздушными и водными потоками.

Нагрузки на природную среду распределяются в соответствии с размещением населения и производства. Для их оценки по административным областям целесообразно использовать не абсолютные значения показателей тех или иных воздействий, а их удельные величины.

Всю совокупность показателей, характеризующих нагрузки, можно объединить в три группы. Первую из них составляют универсальные показатели, отражающие величину воздействия в целом. К таким относятся, прежде всего, показатели плотности населения, а также хозяйственной освоенности территории. Вторую группу формируют показатели, характеризующие загрязняющие воздействия на природную среду. Это показатели удельных выбросов и сбросов загрязняющих веществ, образования отходов. В третью группу входят показатели ресурсопотребления. К ним относятся, в частности, показатели забора вод, заготовки древесины и т.п.

Самой высокой сельскохозяйственной освоенностью отличаются Гродненская и Могилевская области. В таком размещении сельскохозяйственных угодий отражается присущая сельскохозяйственному

производству тенденция к концентрации в районах с более благоприятными условиями.

Мелиоративная освоенность территории характеризуется максимальной величиной в южных областях - Брестской, Гомельской и Минской. Эти области выделяются наибольшей заболоченностью. Соответственно, для развития в их пределах сельского хозяйства понадобилось проведение масштабной осушительной мелиорации.

Показатель застроенности территории имеет самые высокие значения в Минской области, далее в порядке его убывания следуют Гродненская и Брестская области. Тем самым прослеживается зависимость данного показателя от плотности населения.

В целом среди административных областей наивысшей суммарной величиной нагрузок с учетом всей совокупности показателей выделяется Минская область. Наименьшее ее значение - в Витебской области.

Уровень нагрузок на природную среду территории, а также ее устойчивость к оказываемым воздействиям являются важными, но не исключительными факторами, определяющими ее состояние. Существенное значение имеют и такие факторы, как степень концентрации оказываемых воздействий, а также наличие унаследованных неблагоприятных явлений, связанных с внешними причинами. В ряду последних для Беларуси выделяется, прежде всего, радиоактивное загрязнение местности.

Проблема радиоактивного загрязнения местности является приоритетной для Беларуси. Зона загрязнения имеет самую значительную площадь распространения. При этом она отличается большой контрастностью в распределении по территории. На долю двух административных областей - Гомельской и Могилевской - приходится 84 % общей площади радиоактивного загрязнения, а на долю Витебской - менее 0,05 %.

Напряженность проблем негативных изменений природных комплексов в связи с осушительной мелиорацией и добычей полезных ископаемых представлена в прямой зависимости от уровня мелиоративной освоенности территории и площади нарушенных разработками земель. Поскольку осушительная мелиорация получила наибольшее распространение в южной части страны, то именно для нее острота соответствующей проблемы отмечена как высокая.

Что касается размеров территорий, нарушенных в результате добычи полезных ископаемых, то максимальной величиной они отличаются, прежде всего, в Минской области; здесь же находится и самое

крупное по размерам влияния на природную среду предприятие - ПО «Беларуськалий».

Проблема разрушения почвенного покрова в связи с эрозией и дефляцией в значительной степени связана с природными условиями территории. Так, эрозия почв больше проявляется на возвышенных территориях с преобладанием связных пород (в Витебской, Минской и Могилевской областях).

Воздушный бассейн Беларуси испытывает антропогенную нагрузку как от региональных источников, так и вследствие трансграничного переноса. Основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на территории республики являются автотранспорт, объекты энергетики и промышленности. Например, в 2005 году перечисленными источниками выброшено в атмосферу 1 млн.300 тыс. тонн загрязняющих веществ. Большая часть из них произведена передвижными источниками (прежде всего автотранспортом) - 900 тыс. тонн (70 %). На долю стационарных источников пришлось около 30 % суммарных выбросов или 400 тыс. тонн.

В структуре выбросов преобладали оксиды углерода - 54 %, углеводороды - 18, оксид серы - 11 и оксиды азота - 10 %. Большая часть выброшенных в атмосферу оксидов углерода, углеводородов и оксидов азота обусловлено работой автотранспорта. Наоборот, вклад стационарных источников в суммарные выбросы диоксида серы и твердых частиц был значительно выше, чем передвижных.

Распределение выбросов по территории Беларуси неравномерно. Наибольшее количество загрязняющих веществ выброшено в атмосферу на территории Минской области (включая г. Минск) - 400 тыс. тонн, наименьшее - в Могилевской и Гродненской областях - 140 тыс. тонн.

Наибольший объем выбросов от стационарных источников имел место в Витебской области - 105 тыс. тонн, от передвижных источников - в Минской области (включая Минск) - 308 тыс. тонн или около 33 % от выбросов передвижных источников на территории Беларуси.

Среди предприятий наибольший объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу имел место на Новополоцком ПО «Нафтан», Мозырском нефтеперерабатывающем заводе и Новолукомльской ГРЭС. Среди городов Беларуси по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников выделяются Новополоцк (54 тыс. т), Минск (36 тыс. т). Новолукомль (15 тыс. т) и Гомель (14 тыс.

т). Более 10 тыс. т загрязняющих веществ было выброшено также в Гродно и Могилеве.

Суммарный объем выбросов от стационарных и передвижных источников в г. Минске составил 180 тыс. т. При этом 80 % объема выбросов образовалось за счет работы передвижных источников. Увеличение объема выбросов от передвижных источников по сравнению с предыдущим годом на 14 тыс. т произошло главным образом за счет роста количества транспортных средств в городе.

Выбросы оксидов азота, подконтрольных конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, остались на уровне предыдущего года, а выбросы диоксида серы возросли на 6 тыс. т. Однако, несмотря на это, Беларусь с большим «запасом» выполняет обязательства по конвенции: выбросы диоксида серы в 2005 г. по сравнению с 1980 г. уменьшилось в 6,7 раза, а оксидов азота - в 1,7 раза.

Мониторинг состояния атмосферного воздуха проводился в 16 промышленных городах республики, включая г. Минск, областные центры, а также города Полоцк, Новополоцк, Бобруйск, Орша, Речица, Пинск, Светлогорск, Мозырь, Новогрудок и Солигорск. Регулярными наблюдениями была охвачена территория на которой проживает около 65 % городского населения страны, в том числе большинство городов с численностью населения более 100 тыс. человек. По результатам наблюдений для каждого города рассчитан комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), учитывающий классы опасности, стандарты качества и средние уровни загрязнения воздуха.

Анализ данных измерений, выполненных на стационарной сети, показал, что по сравнению с предыдущим годом существенного изменения в загрязнении воздушного бассейна республики не произошло. Средние за год концентрации основных загрязняющих примесей (диоксида серы, оксидов углерода, взвешенных веществ, оксидов азота), а также некоторых специфических загрязнителей (сероводорода, фенола) сохранялись на прежнем уровне и были ниже санитарно-гигиенических норм.

В большинстве контролируемых городов загрязненность атмосферы определяют повышенные концентрации формальдегида. В 2005 г. уровень загрязнения воздуха формальдегидом увеличился на 20 %. Средняя за год концентрация его в городах республики в 2,3 раза превышала предельно допустимую. Основной вклад в загрязнение формальдегидом вносят передвижные источники, особенно автомобиль-

ный транспорт. Снижение индекса загрязнения воздуха отмечено только в Могилеве и Новополоцке.

Основной источник информации об атмосферных выпадениях на территории Беларуси в настоящее время - расчеты по моделям переноса и осаждения в рамках Программы ЕМЕП (Совместная программа наблюдения и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих воздух веществ в Европе). Дополнительную информацию позволяет получить сеть мониторинга химического состава атмосферных осадков.

Ежегодно на территории Беларуси осаждается 180 - 190 тыс. т серы, 60 - 70 тыс. т восстановленного азота, более 400 т свинца, около 5 т ртути. Особенности географического положения Беларуси обусловили резкое преобладание в составе атмосферных выпадений трансграничной составляющей: доля трансграничной серы в выпадениях составляет 84 - 86 %, окисленного азота - 89 - 94 %, восстановленного азота - 38 - 65 %. В поступлении на территорию Беларуси серы и окисленного азота основной вклад принадлежит странам - соседям - Польше, Германии, Украине. Восстановленный азот имеет в основном местное происхождение, существенный вклад вносят также Украина и Польша. Основные принципы стратегии Беларуси в области сокращения загрязнения воздуха и трансграничных потоков загрязнителей заключаются в следующем:

1. Установление ПДК для предприятий и административных единиц

2. Разработка стандартов выбросов для индивидуальных стационарных и передвижных источников, имея в виду технический прогресс

3. Энергосбережение

4. Рост доли природного газа в сжигании как на стационарных, так и на передвижных источниках

5. Установление и использование показателей критических нагрузок

Средняя минерализация осадков в Беларуси колеблется от 9,1 мг/дм³ (Березинский заповедник) до 81,7 мг/дм³ (Витебск) при среднем значении - 27,9 мг/дм³. Преобладают концентрации от 20 до 30 мг/дм³.

Проведенный анализ позволил выделить 6 категорий осадков:

1. Осадки маломинерализованные, кислые (среднее значение pH - 5,1). Значительна доля азота (особенно в составе катионов). Характерны для регионов с фоновым состоянием атмосферы, состав которого

формируется под влиянием регионального и трансграничного переноса. Зафиксированы лишь в Березинском биосферном заповеднике.

2. Несколько более минерализованные ($17,1 - 17,6 \text{ мг/дм}^3$), менее кислые осадки ($\text{pH } 5,7 - 5,4$). Характерны для малых городов и поселков (Нарочь, Березино).

3. Осадки среднеминерализованные ($22,2 \text{ мг/дм}^3$), кислые ($\text{pH } 5,3$). Характерны для г. Гомель.

4. Кислотность осадков несколько ниже равновесной ($\text{pH } 5,8-6,2$), минерализация близка к средней ($22,2 - 27,0 \text{ мг/дм}^3$). Отмечены в городах Брест, Мозырь, Бобруйск, а также на ст. Пружаны.

5. Кислотность осадков ниже равновесной ($\text{pH } 5,6 - 6,6$), минерализация в основном выше средней ($20,7 - 38,4 \text{ мг/дм}^3$). Осадки этой группы характерны для городов Минск, Могилев, Орша, Пинск, Полоцк.

6. Наиболее высокое значение pH ($6,9$) и наиболее минерализованные осадки ($81,7 \text{ мг/дм}^3$). Аномально высока доля магния. Характерны для г. Витебск.

Значение pH атмосферных осадков на большинстве станций наблюдения выше равновесной. Однако это связано в первую очередь с положением станций: основная их часть расположена в крупных городах, где кислотообразующие соединения нейтрализуются основаниями в составе пылевых выбросов. В фоновых условиях осадки кислые. Особенно это характерно для станции Березинского заповедника (среднее значение pH осадков - $5,1$, что существенно ниже равновесного значения для атмосферных осадков - $5,6-5,7$).

Анализ среднемесячных и среднегодовых изменений температуры и осадков на территории Беларуси за последнее столетие показал рост среднегодовой температуры во всех районах республики на величину около $0,5-1,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Особенно сильное потепление отмечалось в зимний период в последние три десятилетия. Рост температуры зимой в указанный период, особенно в январе-феврале и начале весны (марте), составил $2-3^\circ\text{C}$. В летние месяцы года не обнаружено роста температуры в последние десятилетия, а осенью наблюдалось даже падение температуры.

Современное изменение климата Беларуси определяется влиянием большого числа факторов естественного и антропогенного происхождения. Обнаруженное современное потепление зимой и похолодание летом обусловлены в значительной степени влиянием парниковых газов и аэрозолей естественного и антропогенного происхождения. Мелиорация южных районов республики и сопредельных стран при-

вела к региональным изменениям среднемесячных летних температур на несколько десятых градуса и осадков на 10-30 мм.

В Беларуси разработана Национальная климатическая программа. Достижение целей программы во многом позволит предотвратить опасные изменения климата и привести адаптацию различных отраслей экономики к изменяющимся климатическим условиям.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ

Количество водных ресурсов определяется зональными особенностями климата, а также почвенно-растительными, геоморфологическими и гидрогеологическими условиями территории. Влияние климата на формирование водных ресурсов проявляется через комплекс метеорологических элементов (осадки, температура, испарение), а показателем, отражающим особенности их взаимодействия с подстилающей поверхностью, является речной сток.

Речной сток, как известно, являющийся основой поверхностных водных ресурсов, в средний по водности год составляет $57,9 \text{ км}^3$. В многоводные годы общий речной сток увеличивается до $92,4 \text{ км}^3$, а в маловодные снижается до $37,2 \text{ км}^3$ в год. Большая часть речного стока (34 км^3 или 59 %) формируется в пределах страны. Приток воды с территории соседних государств (России и Украины) равен $23,9 \text{ км}^3$ в год (41 %).

Около 55 % годового стока приходится на реки бассейна Черного моря (Днепр, Сож, Припять) и, соответственно, 45 % - Балтийского (западная Двина, Неман, Вилия, Западный Буг). Величина водного стока, как известно, непостоянна во времени и пространстве и зависит от условий возобновления его ресурсов. Реки Беларуси относятся к смешанному типу питания с преобладанием снегового, но со значительной долей грунтового питания. Неравномерность внутригодового распределения стока рек вызвана, в первую очередь, характером их питания. Основное количество ресурсов водного стока приходится на весенний период.

Естественные ресурсы подземных вод составляют $15,9 \text{ км}^3$ в год ($0,043 \text{ км}^3/\text{сут}$), прогнозные $18,1 \text{ км}^3$ в год ($0,049 \text{ км}^3/\text{сут}$). Величина естественных и прогнозных ресурсов зависит от условий формирования подземных вод, которые наиболее благоприятны в центральной, северо-восточной и западной частях страны.

В настоящее время в стране разведано 257 месторождений и участков подземных вод с общими эксплуатационными запасами $2,3 \text{ км}^3$ в год, или 13 % от суммы прогнозных ресурсов. Наиболее крупные месторождения подземных вод с разведанными запасами более 40 - 50 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$ расположены в районах крупных промышленных центров и населенных пунктов Минской, Гомельской, Витебской и Гродненской областей. Эксплуатируются в основном неглубоко залегающие (50 - 200 м) водоносные горизонты, имеющие тесную гидравлическую связь с вышележащими горизонтами подземных вод и поверхностными водными объектами.

Начиная с 90-х годов прослеживается тенденция к снижению объемов забора воды, как из поверхностных, так и подземных источников. Наибольшее сокращение характерно для забора поверхностных вод, за счет которых в основном обеспечиваются нужды промышленности, особенно теплоэнергетики. **Величина забора воды из поверхностных источников по сравнению с 1990 годом уменьшилось более чем в два раза и составила в 2005 г. 800 млн. м^3 . В структуре общего водозабора в последние годы доминируют подземные воды, на долю которых в 2005 г. пришлось около 60 % забранной воды.**

Подземные воды используются в стране главным образом для удовлетворения коммунально-бытовых потребностей городского и сельского населения, а также для нужд пищевой и легкой промышленности (более 30 тыс. артезианских скважин и 400 тыс. шахтных колодцев).

За последнее десятилетие произошли существенные изменения в структуре использования воды, что отразилось в первую очередь в увеличении социальной составляющей водопотребления. Так, удельный вес расходов воды на хозяйственно-питьевое водоснабжение вырос с 25 до 46 %, одновременно снизилась доля расхода воды на производственные нужды - с 36 до 30 %. Доля воды, используемой в рыбном прудовом хозяйстве в период с 1990 по 1994 гг., составляла 25 - 29 %, в последние годы на нее пришлось не более 13 %.

В начале 90-х годов расходы на орошение достигали 2 % от общего водопотребления, а в настоящее время они снизились до 0,3 %.

Самыми крупными потребителями воды являются г. Минск и Минская область, на долю которых приходится треть всего водопотребления в республике. Причем в Минске около 80 % всей израсходованной воды направляется на удовлетворение хозяйственно-питьевых потребностей.

Водоснабжение городского населения осуществляется в основном из подземных водных источников. Так, для централизованного водоснабжения 85 городов и промышленных центров Беларуси используются 147 водозаборов. Из поверхностных водозаборов обеспечивают питьевой водой полностью только жители г. **Полоцк, частично - городов Гродно, Минск и Гомель.**

Важнейшим отраслевым потребителем воды в стране является жилищно-коммунальное хозяйство, в системе которого в последние годы расходуется более 40 % общего объема водопотребления. На промышленность и сельское хозяйство приходится соответственно 31 и 26 %.

Потребление питьевой воды на душу населения по городам республики составляет 180 - 370 л/сут., что существенно выше, чем в большинстве стран Европы (120 - 150 л/сут.). Наибольшее удельное водопотребление на хозяйственно - питьевые нужды в Минске, Бресте, Гродно, Бобруйске и Могилеве. В целом по республике на хозяйственно - питьевые нужды используется 214 л в сутки на одного жителя. Поэтому перспективной программой мер в области рационального использования и охраны водных ресурсов предусматривается реализация мероприятий, направленных на экономию воды и сокращение потерь при ее транспортировке.

Как известно, воды отработанные в отраслях экономики, отводятся в поверхностные водные объекты, подземные горизонты, а также на поля фильтрации и различного рода накопители. В Беларуси основное количество сточных вод (89 - 93 %) всегда сбрасывалось в реки и озера. Высокие показатели удельного веса стоков, отводимых в водные объекты, сохранились в период с 1990 г. по 2005 г., в то время как абсолютные величины ежегодно снижались.

Так, в 2005 г. объем стоков, поступающих в водные объекты, уменьшился на 40 % по сравнению с 1990 г. Основное количество сточных вод проходит через очистные сооружения, подвергаясь биологической, механической и, частично, физико-химической очистке.

Самым мощным локальным источником техногенного пресса на поверхностные воды региона, как по объему сбрасываемых сточных вод, так и по количеству содержащихся в них загрязняющих веществ, является г. Минск. Здесь формируется более четверти суммарной химической нагрузки, что оказало существенное влияние на экологическое состояние р. Свислочь. В целом по Республике Беларусь количество загрязняющих веществ в составе сбрасываемых сточных вод по

основным ингредиентам за последние пять лет практически не изменилось.

Поверхностные воды страны испытывают химическую нагрузку не только от сбрасываемых сточных вод, но и вследствие смыва загрязняющих веществ с сельскохозяйственных и урбанизированных территорий, а также от автотранспорта, складов хранения отходов и загрязнения выпадающих осадков. Суммарное влияние рассредоточенных источников загрязнения сопоставимо с нагрузкой от сброса сточных вод, однако учет этих источников пока затруднителен как по экономическим причинам, так и вследствие отсутствия приемлемых методов расчета.

Согласно данным мониторинга поверхностных вод, осуществляемого Госкомгидрометом Республики Беларусь, в соответствии с индексом загрязнения воды, в основу которого положены такие параметры, как растворенный кислород, азот аммонийный и нитритный, нефтепродукты и цинк, большинство рек Беларуси отнесены к категории умеренно - загрязненных.

К категории загрязненных относятся Свислочь ниже Минска и Припять ниже Пинска. Самой загрязненной рекой на территории республики продолжает оставаться р. Свислочь на участке ниже выпуска сточных вод Минской станцией аэрации. Однако по сравнению с 2004 годом уровень ее загрязнения несколько снизился.

Результаты наблюдений за состоянием рек и водоемов свидетельствуют о том, что качество поверхностных вод в последние годы остается стабильным. В значительной степени это является следствием проводимой работы по сокращению сброса в водные объекты загрязненных сточных вод, объем которых по сравнению с 1995 г. сократился почти в 3 раза. Лимитирующими показателями загрязнения поверхностных вод являются азот аммонийный, азот нитратный, нефтепродукты, цинк, фосфаты, железо, медь, марганец, молибден и фенолы.

Среднегодовое содержание азота аммонийного, превышающее предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 1,3 - 4,7 раза, было установлено в воде практически всех крупных рек Беларуси. Его максимальные концентрации достигали 10 ПДК в воде р. Свислочь. Загрязнение речных вод азотом нитритным и нефтепродуктами было менее выражено; их среднегодовые концентрации не превышали, соответственно, 0,2 - 4,4 и 0,6 - 3,4 ПДК. Однако максимальные разовые содержания азота нитритного в воде рек бассейна Днепра повышались до 10 ПДК (р. Свислочь) и 20 ПДК (р. Березина). Количество нефтепро-

дуктов в речной воде не превысило 4 - 6 ПДК (бассейны Западной Двины и Припяти).

На входе в республику качество вод рек Западная Двина и Днепр по некоторым показателям хуже качества вод на выходе за пределы республики, что свидетельствует о трансграничном загрязнении.

С 1987 г. в Беларуси проводится систематический контроль за радиоактивным загрязнением поверхностных вод и донных отложений на пяти реках страны, дренирующих загрязненные радионуклидами территории: Днепр (г. Речица), Сож (г. Гомель), Припять (г. Мозырь), Ипуть (г. Добруш) и Беседь (с. Светиловичи). Анализ данных за 1988 - 2005 гг. показал, что концентрация цезия - 137 и стронция - 90 в рассматриваемых реках по сравнению с 1987 г. значительно снизилась, но все еще остается выше доаварийных уровней. В настоящее время основная доля цезия - 137 в воде рек переносится на взвесах во время паводков, стронций - 90 мигрирует преимущественно в растворенном состоянии.

Продолжает оставаться актуальной проблема сохранения качества подземных вод. К региональному загрязнению территории приводит сельскохозяйственное использование земель. Применение удобрений и ядохимикатов вызывает рост в грунтовых водах содержания хлоридов в 4-6 раз превышающий их фоновые концентрации, сульфатов - в 2-4 раза, нитратов - в 6-10 раз. В районах животноводческих комплексов, полях орошения их стоками, местах складирования минеральных удобрений и ядохимикатов загрязнение подземных вод имеет очаговый характер. Здесь отмечается превышение ПДК по хлоридам и сульфатам в 2-3 раза, нитратам в 4-5 раз, аммиаку до 200 раз, нитритами в 2-3 раза.

В промышленно-городских агломерациях загрязнение подземных вод происходит, прежде всего, на промплощадках, в местах хранения промышленных отходов, в районах очистных сооружений, свалок и утечек из очистных сооружений, свалок и утечек из промышленных и бытовых канализаций. Сохраняется критическая ситуация в районе Солигорских калийных комбинатов. Здесь продолжается засоление подземных вод под солеотвалами, распространившееся уже на глубину более 100 м в местах просадки поверхности земли в районах шахтных полей. В результате ветровой эрозии солеотвалов происходит площадное загрязнение почвогрунтов и подземных вод хлоридами.

В районах водозаборов для подземных вод характерно достаточно высокое содержание марганца, которое составляет 0,1-0,3 мг/дм³ (ПДК=0,1 мг/дм³), увеличиваясь в воде отдельных скважин до 0,5

мг/дм³. Высокое содержание нитратов в воде (45,6-75,1 мг/дм³) единичных скважин на некоторых водозаборах Минска объясняется их распространением в пределах городской застройки и несоблюдением санитарных норм при эксплуатации водозаборов.

На качество питьевой воды, подаваемой населению, значительное влияние оказывают санитарно-гигиенические условия участков водозаборных сооружений, специфика очистных сооружений, а также санитарно-техническое состояние водозаборов. В республике значительное количество водозаборных скважин (14 %) не обеспечено водоохранной зоной строгого режима и около 80 % коммунальных водопроводов не имеет необходимого комплекса очистных сооружений.

Обследование лабораториями санитарно-эпидемиологической службы республики 15000 источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения показало, что почти 30 % проб воды из этих источников не соответствует санитарным нормам. Основная причина отклонения от стандарта на питьевую воду - повышенное содержание в воде железа и связанное с этим превышение норм по мутности и цветности. В целом по республике 52 % исследованных проб воды не соответствует стандарту.

Качество питьевой воды является серьезной проблемой в сельских районах, где население пользуется неглубокими колодцами. В масштабах всей страны 30-40 % колодцев не отвечает стандартам.

По данным лабораторий санэпидемслужбы в 2,5 % исследованных проб санитарно-химические нормативы в воде были превышены в 5 и более раз. Основное количество проб не отвечало требованиям по содержанию нитратов (45 %), органолептическим свойствам (15 %), общей жесткости (7 %), повышенным концентрациям железа (5 %) и аммиака (3 %).

Загрязнение воды в колодцах обусловлено, как правило, нарушениями условий водопользования: отсутствием необходимого благоустройства прилегающих территорий, близким расположением выгребных ям и помещений для содержания скота, складированием навоза.

Правовую основу управления водными ресурсами составляет водный кодекс Республики Беларусь, который охватывает широкий круг вопросов, направленных на рациональное использование и охрану водных ресурсов. Политика государства в отношении водных ресурсов ориентирована на улучшение сложившейся в стране ситуации с использованием и охраной поверхностных и подземных вод. Принимаются шаги, направленные на строительство и улучшение сис-

тем водоснабжения и установок по очистке сточных вод, а также другие меры в области водных ресурсов.

3 ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД БЕЛАРУСИ

Обеспеченность территории республик водными ресурсами играет важную роль в ее социально-экономическом развитии. Однако, принцип “достаточности” ресурсов весьма уязвим в условиях техногенного пресса, когда использование природных вод может быть ограничено их качеством. В этой связи контроль за химическим составом природных вод приобретает первостепенное значение.

Первые единичные сведения о химическом составе поверхностных вод Беларуси получены в 30-х годах прошлого столетия, в связи с созданием Водного Кадастра СССР. Новой вехой в изучении речных вод страны стала организация Гидрометслужбой БССР в конце 40-х - начале 50-х годов стационарных гидрохимических наблюдений на гидрологических постах, которые охватывали 13 водных объектов. Начало систематической, но ограниченной по масштабам, регистрации загрязняющих веществ, присутствие которых в воде было обусловлено сбросом в речную сеть сточных вод, относится к 1964 году. С 1972 г. естественные колебания и антропогенные изменения химического состава поверхностных вод фиксируются на стационарной гидрохимической сети Департамента гидрометеорологии.

В настоящее время наблюдения за гидрохимическим состоянием водных объектов на территории республики проводят в 106 пунктах в бассейнах Западной Двины, Немана, Западного Буга, Днепра и Припяти. Режимный гидробиологический контроль осуществляют на 68 водных объектах. Всего регулярными наблюдениями охвачено 58 рек, 13 озер и 8 водохранилищ.

Стационарная сеть мониторинга поверхностных вод охватывает все гидрологические районы республики.

Качество природных вод определяется, как известно, их химическим составом, формирование которого в настоящее время обусловлено как природными, так и техногенными факторами. Природный гидрохимический фон страны преобразован в природно-техногенный. Это означает, что содержание в речной воде таких макрокомпонентов, как хлориды, сульфаты, натрий и калий, в настоящее время выходят за

пределы их природных колебаний, превышая в 2 - 3 и более раз фоновые концентрации этих компонентов.

Установлено, что максимальная концентрация нитратов возросла в речных водах Беларуси с 1,6 до 3,9 мг/дм³ при фоновых значениях 0,1 - 0,2 мг/дм³. С позиции защиты водоемов от эвтрофирования, содержание нитратов не должно превышать 0,3 - 0,5 мг/дм³. Таким образом, судя по ее возросшим величинам, в реках региона появились условия для развития процессов эвтрофирования.

Включение в состав природных вод не свойственных им веществ, соединений и элементов различного техногенного происхождения сопровождается процессом загрязнения воды, который обусловлен, как правило, сбросом сточных вод в речную сеть.

Поверхностные воды республики в настоящее время загрязнены в основном легко окисляемыми органическими веществами, соединениями азота и фосфора, тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Загрязняющие вещества поступают в водные объекты не только с выпусками промышленных и коммунальных сточных вод, но и с ливневыми стоками с территорий предприятий и городов, стоянок автотранспорта и дорожных магистралей, со сбросом загрязнений с животноводческих комплексов и с выносом не ассимилированных растениями химических компонентов удобрений с сельскохозяйственных угодий.

Загрязнение рек цинком, медью, железом, марганцем и отчасти никелем обнаружено практически для всех контролируемых водных объектах, однако при оценке качества воды названные элементы не учитываются. Кроме того, следует иметь в виду, что высокое содержание в воде рек железа и марганца обусловлено, главным образом, природными процессами и не вызывает опасений с точки зрения средовоспроизводящей функции водных систем. Однако, этого нельзя сказать с позиции использования речной воды для различных хозяйственных нужд.

Нефтепродукты в воде рек страны в конце 80-х годов являлись наиболее распространенными и опасными веществами, загрязняющими поверхностные воды региона. Концентрация нефтепродуктов, как правило, превышающая ПДК в несколько раз, прослеживается в этот период в воде всех крупных рек страны и их притоков. В последнее десятилетие загрязнение рек нефтепродуктами имеет тенденцию к снижению, хотя на этом благоприятном фоне не раз отмечены всплески загрязнения, выявленные для отдельных рек. Ежегодно выявляются случаи высокого загрязнения речных вод отдельными веществами,

концентрация которых более 10 ПДК. Так, в 2005 г. зафиксировано более 40 случаев высокой концентрации в воде рек железа, главным образом, в бассейнах Припяти, Днепра и Муховца. Причем его содержание изменяется от 10 до 17 ПДК, а максимальная концентрация (62 ПДК) отмечена в воде р. Цна - с. Дятловичи (бассейн Припяти). Высокий уровень загрязнения поверхностных вод марганцем (выше 10 ПДК) выявлен в бассейне Западной Двины.

В естественных условиях на территории Беларуси формируются подземные воды преимущественно гидрокарбонатного кальциево-магниевого состава с минерализацией от 0,1 до 0,8 г/дм³. Пресные подземные воды, содержащиеся в разновозрастных геологических формациях, являются основным и наиболее надежным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории Беларуси. На протяжении десятилетий они, как и поверхностные воды, испытывают отрицательные и, как правило, неконтролируемые антропогенные воздействия.

В большинстве случаев качество подземных вод основных эксплуатационных водоносных горизонтов и комплексов соответствует санитарно-гигиеническим требованиям. Вместе с тем, пресные подземные воды характеризуются повышенным содержанием железа до 5-10 мг/дм³ (ПДК - 0,3). **На территории Беларуси до 60 % всех скважин на воду характеризуются превышением ПДК на железо, а в Полесье количество таких скважин достигает 80 %, что требует создания систем обезжелезивания вод.**

На качество питьевых вод отрицательное влияние может оказывать не только избыток, но также и недостаток в них некоторых компонентов. К таким компонентам относятся фтор и йод. В Беларуси известны районы зубной эндемии, связанные с дефицитом йода в пищевых продуктах и питьевой воде. Что касается фтора, то верхний предел его допустимых концентраций (1,5 мг/дм³) в условиях Беларуси превышает лишь в единичных случаях. Неблагоприятны для здоровья человека и слишком низкие концентрации этого элемента в питьевых водах, содержание которого в воде не должно быть менее 0,7 мг/дм³. Однако в большинстве артезианских скважин (до 80 %) на территории Беларуси содержание фтора в воде ниже этой величины.

Усиливающееся техногенное воздействие на окружающую среду отрицательно влияет и на качество подземной воды. Ухудшение химического состава подземных вод выражается в увеличении общей минерализации, содержания соединений азота, хло-

ридов, тяжелых металлов, в появлении в воде нефтепродуктов, фенолов и других веществ.

В зависимости от характера источника загрязнения различают промышленное, коммунально-бытовое, сельскохозяйственное и другие виды загрязнений. Промышленное и коммунально-бытовое загрязнения отличаются очень высокими уровнями трансформации качества подземной воды, но имеют в целом относительно локальный характер. Сельскохозяйственное загрязнение отличается меньшей интенсивностью, но охватывает значительные площади и является региональным.

К исключительно мощным источникам загрязнения подземной воды первых от поверхности водоносных горизонтов относятся, к примеру, отвалы фосфогипса на территории химического завода в Гомеле, шламонакопители и поля фильтрации ПО “Азот” (г. Гродно).

Большую тревогу вызывает тенденция к ухудшению качества подземных вод в районах водозаборов. В районах некоторых водозаборов отмечено загрязнение подземных вод тяжелыми металлами: хромом (водозабор “Ледище”, г. Борисов), мышьяком и свинцом (скважина агропромтехники, г. Могилев), цинком (водозабор “Гожка”, г. Гродно).

Потенциально опасным источником загрязнения подземных вод являются территории, загрязненные радиоактивными выбросами в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Площадь поверхностного загрязнения в пределах Беларуси составляет в настоящее время 43,5 тыс. км² (с плотностью загрязнения свыше 1 Ки/км² по цезию - 137). На этой территории проживает более 1,5 млн. человек.

Анализ материалов по химическому составу грунтовых вод свидетельствует о том, что практически на всей площади сельскохозяйственных угодий нарушен естественный гидрогеохимический фон. В грунтовой воде этих территорий резко возрастают (нередко в десятки раз) концентрации нитратов, хлоридов, сульфатов, калия, натрия, кальция, магния). Проникновение компонентов сельскохозяйственного загрязнения прослеживается на глубину до 14-16 м, а вниз по потоку грунтовых вод - до 1,5 км от зоны загрязнения.

Важную роль в формировании речного стока играют болотные экосистемы. В пределах радиоактивно загрязненных территорий юго-восточной Беларуси в реки бассейна Днепра ежегодно поступает около $4,2 \times 10^9$ м³ болотных вод, что соизмеримо с месячным расходом этой реки. Кроме того, болотные воды контролируют ресурсы и режим грунтовых вод, играющих важную роль в формировании речного

стока. Болотные воды представляют собой мощные резервуары радионуклидов с высоким содержанием подвижных форм C_3-137 в растительно-болотных почвах. Этим определяется специфический характер поведения C_3-137 как внутри болотной системы, так и за ее пределами.

Проблема качества пресных подземных вод не ограничивается только случаями их антропогенного загрязнения. Совокупность физико-географических и геолого-гидрогеологических условий региона обуславливает формирование здесь подземных вод, характеризующихся повышенным содержанием железа. Наиболее высоким содержанием железа (до 20-30 мг/дм³), присутствующего в подземных водах преимущественно в закисной форме, отличаются грунтовые воды, связанные с болотными массивами. Однако и для напорных водоносных горизонтов прослеживается прямая корреляционная связь между степенью заболоченности территории и уровнями ожелезненности подземных вод. Высокому содержанию железа в водах часто сопутствует и повышенные концентрации марганца (до 0,5-0,8 мг/дм³ при ПДК 0,1 мг/дм³).

В условиях слабой защищенности подземных вод от техногенного загрязнения проблема их качества в настоящее время стоит достаточно остро. Воздействие на них не ограничивается объектами аграрного комплекса. Например, в пределах Полесья выделяются участки с высоким уровнем техногенных нагрузок: объекты горнодобывающей и химической промышленности, нефтедобычи, магистральные нефте- и газопроводы, нефтехранилища, теплоэлектростанции. Наблюдения за качеством подземных вод в слабо - и ненарушенных условиях в бассейнах Западного Буга и р. Припять показало, что хорошее качество грунтовых вод характерно для территории Беловежской пуши, а на остальной территории наблюдается очаговое их загрязнение, которое выражается в повышенном содержании ионов хлора, сульфатов, нитратов.

Особо следует отметить низкое качество пресных подземных вод в сельских населенных пунктах, которое связано как с широкомасштабным химическим загрязнением окружающей среды, так и с последствиями катастрофы на Чернобыльской АЭС. Особенно сильно загрязнены химическими веществами пресные подземные воды в Речицком районе, где 98 % населенных пунктов имеют постоянно высокую степень загрязнения.

Серьезную экологическую опасность для подземных и поверхностных вод оказывают разведка и разработка нефтяных месторожде-

ний, а также других полезных ископаемых. Так, например, разработка месторождения гранита “Микашевичи” с водоотливом 50 тыс. м³/сут. изменила естественные гидрогеологические условия в радиусе 10 км и вовлекла в нарушенный режим территорию в несколько сот километров.

Первоочередными задачами в области улучшения качества поверхностных и подземных вод являются:

1. Оценить современное состояние загрязнения поверхностных и подземных вод, выполнить его прогноз на ближайшую перспективу.

2. Совершенствовать методы и способы очистки природных и сточных вод.

3. Разработать методику оценки ущерба от загрязнения вод с учетом экологической безопасности для человека и окружающей среды.

4. Разработать модель функционирования бассейна малых рек и на ее основе оптимизировать комплексное использование водных ресурсов.

Водные ресурсы едины в пределах водосборной площади, поэтому для их управления следует использовать бассейновый подход, позволяющий поддерживать режим поверхностных и подземных вод, обеспечивающий биосферное функционирование природных экосистем и комплексное решение народохозяйственных задач.

4 АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОСФЕРНЫХ ФУНКЦИЙ ПОЧВ

Почвенный покров является одним из важнейших видов природных ресурсов окружающей среды любого региона мира. Его следует рассматривать как невозобновимый природный ресурс, обеспечивающий 98 % получения человеком продуктов питания и многих видов продовольствия. Не менее важна общая экологическая роль почвы в качестве основной среды обитания и жизнедеятельности всего разнообразия живых существ на Земле. **Именно с почвой связано 92 % видов растений и 93 % видов животного мира. Биологическая масса растений, животных и микроорганизмов, связанная с почвенным покровом земной суши, составляет 2,5 триллиона тонн и почти в тысячу раз превышает биомассу океана.**

Почва является центральным звеном глобальной биосферной системы, планетарным узлом экологических связей, объединяющим в единое целое другие структурно-функциональные составляющие этой системы: гидросферу, атмосферу, биомир планеты, земную кору. Поэтому, если человечество планирует сохранить естественную среду своего обитания - биосферу, оно должно экстренно прекратить дальнейшее разрушение и деградацию почвенного покрова.

Все более актуальной становится разработка с единых позиций программ по сбережению биологического и почвенного разнообразия, тем более что основная часть видов живых организмов на Земле пока не описана. Из общего числа 5-30 млн. видов охарактеризовано только 2 млн. Причем слабо изученными в таксономическом отношении оказались микроорганизмы - 80-90 % их видов не имеют научного описания. Если не предпринимать реальных действенных мер по сохранению почв и их географо-генетического разнообразия, то многие из числа неизученных организмов исчезнут, так и не дождавшись таксономического определения.

Широкомасштабные воздействия на окружающую среду вызвали разнообразные, в первую очередь негативные изменения биосферных функций почв.

Почва благодаря своей огромной активной поверхности в состоянии поглощать многие вредные соединения на пути их миграции в водные экосистемы, а также снижать избыточное поступление биофильных элементов, которое может привести к эвтрофированию водоемов. Эта роль почв исключительно важна, поскольку, например, радиоактивные изотопы из водной среды поглощаются организмами гораздо активнее, чем из почвы, что может привести к быстрому нарушению в них обмена веществ. Почва представляет собой сильный природный сорбент, благодаря чему оказывается мощным барьером для многих элементов и соединений на пути их миграции в водоемы стока.

Возможности сорбционной функции почв, к сожалению, не беспредельны. В настоящее время в связи с резко возросшими антропогенными нагрузками она уже во многих случаях не справляется со своими "задачами". В результате в речные воды и водоемы поступают избыточные количества многих соединений. В результате возникает явление эвтрофирования водоемов: острый дефицит растворенного кислорода вследствие его расхода на окисление органических веществ, избыточное минеральное и азотное питание водорослей и микроорганизмов; денитрификация и десульфирование с образованием

сероводорода, метана, этилена, что приводит к гибели рыбы и других животных, населяющих водоемы, заболеванию людей и животных в случае потребления загрязненной воды.

Почвы, загрязненные вредными соединениями и элементами, становятся непригодными. Так, от загрязнения рек часто страдают очень плодородные пойменные земли. На сорбционных почвенных барьерах может в десятки раз увеличиваться содержание различных канцерогенных соединений и тяжелых металлов. Например, в верхней части профиля аккумулируется свинец, особенно в гидроморфных условиях. Часть свинца вступает в биологический круговорот, что может вредить растениям.

Став фактором глобального масштаба, человеческая деятельность существенно отразилась и на атмосферных функциях почвенного покрова. В настоящее время можно достаточно надежно констатировать ослабление и изменение атмосферных функций почвы, что тесно связано с деградационными процессами в биосфере.

Особенно серьезные негативные последствия возникают при нарушении нормального газообмена в системе почва-атмосфера в результате ухудшения физического состояния почв. Это сказывается прежде всего на составе почвенной атмосферы. Наибольшие изменения в почвенном воздухе производят мелиоративные мероприятия. Важным показателем воздушного состояния почв является коэффициент аэрации - отношение концентраций O_2 к CO_2 , показывающее степень отличия состава почвенного воздуха от атмосферного. Для атмосферного воздуха коэффициент аэрации равен 700. Для обычного состояния черноземов оптимальная аэрация достигается при коэффициенте аэрации 20-50, что оптимально для развития растений.

Серьезные изменения и нарушения атмосферных функций почвы происходят при химизации сельскохозяйственных угодий. Наряду с положительными изменениями почв при использовании удобрений происходит ослабление ряда их важных атмосферных функций. Так, в результате широкого применения азотных удобрений в почвах сильно снижается естественная азотфиксация. Почвы ежегодно недополучают миллионы тонн азота, усвояемого почвенными микроорганизмами.

Применение агрохимикатов, обработка полей тяжелыми сельскохозяйственными орудиями приводят к уменьшению численности и разнообразия почвенной биоты и, как следствие, к ослаблению газовых функций почв в целом. Это, в частности, прослеживается по изменению скорости газообмена у беспозвоночных животных почвы. Отмечено, что газообмен дождевых червей даже на полях с посевами

трав, благоприятствующих их размножению, ниже, чем в продуктивных зональных экосистемах.

В результате антропогенного изменения почвенного покрова происходит трансформация его газовых функций. Наиболее наглядным примером может служить потеря гумусовой оболочки углерода, накопленного в ходе эволюции Земли. В результате распашки земель, недостаточного внесения органических удобрений, осушения заболоченных почв происходит минерализация гумусовых запасов планеты, вследствие чего в атмосферу вновь возвращается углекислый газ, изъятый из нее для образования живого и гумусового вещества. Масштабы этого процесса весьма ощутимы. Подсчеты показали, что в результате уничтожения естественной растительности и минерализации гумуса антропогенно измененных почв в атмосферу поступило около 20 % CO_2 от общей прибавки углекислого газа в воздушной оболочке за техногенный период.

Ученые с тревогой отмечают сокращение углерода на суше. При этом установлено, что сокращение массы органического углерода суши происходит в основном за счет разрушения почвенного гумуса. Ускоренное окисление гумуса в результате распашки почв и использования их под пастбища привело к уменьшению в них углерода на 20-50 % и значительному, в связи с этим, пополнению поступления CO_2 в атмосферу. Эти процессы имеют тенденцию к усилению в ближайшем будущем.

Сокращение содержания фиксированного углерода на суше, особенно в почвенном покрове, и, как следствие этого, возрастание концентрации CO_2 в атмосфере свидетельствуют о явной антропогенной редукции и трансформации некоторых важнейших газовых функций почвенной оболочки Земли. Так, очевидно, что на современном этапе изменений хозяйственной деятельности почвенный покров не в состоянии эффективно выполнять функцию поглотителя и консерватора избытка CO_2 атмосферы. Более того, налицо трансформация углеродонакопительной функции почвенной оболочки в противоположную – углеродовыделительную. Это естественно, не может не вызвать озабоченности за будущее биосферы. Очевидно, что трансформация эволюционно сложившихся газовых функций почвы в глобальном масштабе - явление негативное со многими дополнительными осложнениями и отрицательными последствиями в будущем.

Особое беспокойство вызывает продолжающееся наступление человека на почвенно-растительный покров Земли, сопровождающееся

дальнейшей деградацией органогенных горизонтов многих почв, в том числе торфяных - эффективных поглотителей CO_2 .

Необходимо также отметить региональное и глобальное усиление функции почв как источника и приемника твердого вещества и микроорганизмов атмосферы. Активизация данной функции вызвана всевозрастающим хозяйственным процессом на Землю. Почвы оказались лишенными защитного растительного покрова на обширных пространствах пахотных угодий, а также в районах интенсивного строительства, добычи полезных ископаемых, в районах чрезмерного выпаса скота и высокой рекреационной нагрузки. Во всех этих случаях поверхность почвы в течение значительной или большей части года, а то и круглый год, непосредственно соприкасается с воздушными слоями тропосферы и подвергается эрозионному разрушению.

Поступление в атмосферу почвенных частиц и адсорбированных ими микроорганизмов суммируется с попаданием в воздух агрохимикатов с поверхности обрабатываемых почв. Это стало одним из факторов, сильно ухудшающих санитарно-гигиеническое состояние атмосферы. Так, сдуваемые с поверхности почв пестициды наносят значительный ущерб и здоровью людей, страдают или гибнут многие животные.

В эпоху техногенеза почва начала выполнять еще одну антропогенно обусловленную функцию: стала служить своего рода противогазом - поглотителем твердых, а также газообразных загрязнителей атмосферы. Механизм данного процесса достаточно сложен.

Установлено весьма значительное накопление многими почвами свинца. Источники его поступления в атмосферу многочисленны. Фактически на Земле нет ни одного региона, не испытывавшего в той или иной мере воздушного загрязнения свинцом и многими другими техногенными компонентами. Определенное антропогенное загрязнение через атмосферу отмечено даже в наиболее удаленных от населенных пунктах районах ледовой зоны и Сибири.

Кроме свинца, почвы поглощают цинк, кадмий, медь, никель, марганец, ртуть, селен, железо и др. элементы. Кадмий, никель, фтор, таллий, ртуть и ряд других микроэлементов потенциально фитотоксичны.

Особенно в значительных размерах почвы накапливают атмосферные антропогенные примеси вблизи городов, промышленных объектов, шоссе и дорог. Так, в 10 м от шоссе уровень свинца может быть выше фонового (10 - 20 мг/кг почвы) в 5 - 15 раз, а на расстоянии в несколько метров ино-

гда в 30 раз. Накопление экосистемами металлов из техногенных воздушных примесей усугубляется еще и тем, что загрязненные почвы освобождаются от них в ходе естественного самоочищения, как правило, значительно медленнее, чем незагрязненные.

Антропогенное воздействие на систему атмосфера - почвенная оболочка Земли привело также к неоднозначному изменению климатообразующей функции почвы. Выделяется несколько аспектов этой проблемы.

Заметное воздействие на глобальный климат может оказывать дополнительное поступление CO_2 из почвы в результате усиления минерализации почвенного органического вещества при хозяйственном использовании земель.

Отмечаются также определенные изменения местных климатических условий в связи с антропогенной трансформацией почв. Эти изменения могут иметь различный, в том числе противоположный, характер. Так, например, в результате широкомасштабных осушительных мелиораций без двойного водорегулирования в районах их проведения стали отмечаться более частые атмосферные засухи. Причины этого понятны. Главная из них - снижение поступления в атмосферу водяного пара местного происхождения в связи с осушением почвенного покрова, что затрудняет процесс образования дождевых осадков.

В районах широкого распространения оросительных мелиораций местные климатические изменения носят уже другой характер. В таких районах нередко отмечается увеличение облачности, а также годовой суммы осадков. Изменяется также и температурный режим нижних слоев тропосферы и самой почвы.

Воздействие на климат может оказать и увеличившаяся антропогенная запыленность атмосферы, обусловленная, в частности, возрастанием содержания твердых частиц почвенного происхождения.

В последние годы обсуждается также возможное негативное воздействие некоторых газов почвенного покрова на озоновый экран. Хотя, по существующему мнению, основными разрушителями озонового экрана являются техногенные загрязнители атмосферы, в первую очередь фреоны, нельзя сбрасывать со счетов и другие источники, среди которых оказывается закись азота, которая может, в частности, попадать в атмосферу в результате недоиспользования сельскохозяйственными культурами азота минеральных удобрений.

Поскольку сельскохозяйственные растения используют азот минеральных удобрений в среднем лишь на 30-50 %, загрязнение атмосферы закисью азота может представлять серьезную опас-

ность, особенно если учесть, рост производства азотных удобрений мировой промышленностью. Опасность загрязнения атмосферы N_2O заключается в том, что закись азота, являясь вполне устойчивой в тропосфере, при попадании в стратосферу вступает в реакцию с озоном, что может способствовать нарушению сложившегося в атмосфере равновесия.

5 ОХРАНА ПОЧВ И ПУТИ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

При рассмотрении влияния антропогенных изменений почвы на литосферу Земли возникает вопрос: может ли воздействие человека на тонкую почвенную пленку планеты ощутимо сказаться на состоянии и развитии подстилающей ее земной коры, в тысячи раз превосходящей по мощности современные почвы. Анализ данного вопроса свидетельствует об отчетливом взаимодействии почвы и литосферы, что позволяет прийти к однозначному выводу: крупномасштабные антропогенные трансформации почвенного покрова далеко не безразличны для литосферы: особенно для ее развития.

Причина в том, что эволюция и состав литосферы тесно сопряжены с процессами, которые происходили в ее верхней части, переходящей в почвенный слой - “крышу” земной коры. Качественные изменения, вносимые человеком в жизнь и эволюцию почвенной оболочки, не могут в конце концов не сказаться в отдаленном будущем на судьбе литосферы.

На самом деле безразлично ли в перспективе для литосферы то, что почвенно-растительный покров сейчас все более и более перестает выполнять такую важную литосферную функцию, как связывание газов атмосферы и аккумуляция солнечной энергии с последующей их передачей в глубокие горизонты земной коры в местах формирования мощных осадочных пород.

Крупномасштабное осушение болот и потери гумусового вещества пахотных почв приводят к нарушению почвенного механизма связывания атмосферного углекислого газа, который постоянно теряется планетой в результате его частичного отлета в космическое пространство. Если допустить, что фиксация почвенно-растительным покровом углекислого газа прекратится полностью и одновременно будет нарушен механизм возврата атмосферного углекислого газа в литосферу, то легко представить те общие тяжелые последствия для биосферы Земли, которые со временем непременно проявят себя.

В настоящее время связывание углекислого газа почвами и растительностью Земли продолжается. Но уже в сильно ослабленной форме, что не может не внушать серьезных опасений. Не может не внушать обоснованной тревоги и продолжающееся широкомасштабное освоение болотных почв, которые превратились в дополнительный источник углекислого газа для атмосферы.

Не менее значительные антропогенные изменения претерпевают и другие литосферные функции почвенной оболочки. Среди них следует отметить функцию защиты литосферы от чрезмерной эрозии и функцию обеспечения условий для ее нормального развития. Наблюдается локальное и региональное ослабление этих функций. Главная причина деградации почвенной функции защиты литосферы - всевозрастающая эрозия почв, которая за техногенный период увеличилась в несколько раз. Среди видов деградации функции почвенно-биохимической трансформации верхнего слоя литосферы выделяются: глобальное ослабление биохимического преобразования литосферы, появление очагов с новым типом трансформации поверхностного слоя земной коры и др.

Известно, что одной из ярко выраженных тенденций антропогенного преобразования природы являются сведение лесов и замена их пахотными угодьями. В литературе уже неоднократно отмечалось, что это отрицательно сказывается на кислородном режиме планеты, приводит к уничтожению ценных видов растений и животных, вызывает деградацию многих почв из-за усиления процессов эрозии. Но исчерпываются ли только этим последствия уничтожения лесных ландшафтов. Оказывается, что нет, поскольку при этом начинают испытывать существенную трансформацию многие геохимические глобальные круговороты.

Для того, чтобы определить сущность этой трансформации, необходимо выявить главные планетарные функции лесов и лесных почв. В число таких функций входит прежде всего биохимическое преобразование верхних слоев литосферы в ходе которого происходит высвобождение и мобилизация элементов, законсервированных в кристаллических решетках, и включение их в глобальный геохимический круговорот.

Сведение лесов сопровождается не просто изменением естественного почвообразования и выветривания на огромных пространствах, но и качественным их преобразованием, в ходе которого они часто приобретают противоположную направленность под воздействием агротехнических мероприятий.

Подавляющая часть антропогенных изменений биосферы отличается разрушительной направленностью, что ведет к структурно-функциональной разбалансировке и деградации биосферной системы и почвенной оболочки Земли. В связи с этим крайне важно при определении путей охраны почв найти перспективные подходы к ее реализации. Эта задача - одна из наиболее сложных. До последнего времени она воспринималась явно упрощенно, и когда речь заходила об охране почв, в основном имелась в виду их защита от ветровой и водной эрозии, а также от химического загрязнения.

Анализ проблемы охраны почв показывает, что это весьма многоплановая задача. Различают несколько уровней и видов охраны почв.

Первый уровень - защита почв от прямого уничтожения и полной гибели. Сюда входят: ограничение отведения новых земель под строительство различных объектов; ограничение и запрещение открытых и нерациональных разработок полезных ископаемых: максимальное использование для промышленных и других объектов ранее выведенных из биосферы территорий и участков; своевременное проведение рекультивации в полном объеме и др.

Особенно слабо контролируемые потери почв отмечаются при добыче, разведке и транспортировке полезных ископаемых. Добыча полезных ископаемых часто осуществляется нерационально, приводя к неоправданно большим потерям земель.

В связи с этим особое значение приобретают почвовосстановительные рекультивационные работы, являющиеся важнейшим направлением реального сохранения разрушаемого почвенного покрова. Налицо явное недопонимание всей серьезности грозящей беды, могущей обернуться не только региональными, но и общенациональными бедствиями. Такой тревожный вывод подтверждается многочисленными фактами.

В настоящее время свыше 8 % тундры и не менее 15-20 % лесотундры и северной тайги нарушено в процессе индустриального освоения, 20 % (из 100000 тыс. га) оленьих пастбищ подверглось деградации, более 40 млн. га северных земель испытывают химическое воздействие: запыление, кислотные дожди и др.

Следует обратить внимание на то, что почвы и экосистемы различных территорий, в том числе особо охраняемых, могут подвергнуться глубокой деградации, вплоть до полного разрушения, не только вследствие прямого воздействия техники, но и опосредованно через воздушное загрязнение.

Второй уровень охраны почвенного покрова - защита освоенных и используемых почв от качественной деградации. Уже многие столетия главным фактором деградации почв является эрозия, ею поражена большая часть пахотных земель, которые в связи с этим остро нуждаются в противоэрозионных мероприятиях. Но далеко не все хозяйства предпринимают необходимые усилия по борьбе с эрозией, не везде понимают выгоду от ее предотвращения, которая весьма значительна.

Но для того, чтобы добиться ощутимых достижений в борьбе с водной и ветровой эрозией, необходимо знать ее основные закономерности и сформулировать принципиальные положения системы противоэрозионных мероприятий.

Первое - противоэрозионные мероприятия должны быть комплексными и в полной мере учитывать специфику местных условий. Второе - следует ясно представлять главные задачи мероприятий по защите почв от эрозии. Эти задачи следующие: 1) уменьшение силы воздействия факторов эрозии почв и предотвращение их действия; 2) максимальная защита растительностью и другими противоэрозионными покрытиями поверхности почв от эрозирующих агентов и сокращение времени взаимодействия с ними; 3) увеличение противоэрозионной стойкости почв; своевременное и полное восстановление эродированных земель.

Другой фактор качественной деградации почв, которому долгое время не уделялось должного внимания, - нерациональное осуществление водных мелиораций. Печальный пример - осушение торфяных болотных почв.

При проведении водных мелиораций необходимо соблюдение определенных требований по охране ландшафтов и почв. В числе этих требований называют следующие: 1) при строительстве осушительных систем и регулировании речного стока часто целесообразен отказ от спрямления русел рек; 2) недопустимо сплошное осушение заболоченных земель. Так, весьма нежелательно осушение верховых болот, питающих истоки рек, по этой же причине целесообразно максимально сократить добычу торфа на них.

Не отрицая в принципе целесообразность развития водных мелиораций при соблюдении, конечно, всех природно- и почвоохранительных требований, необходимо подчеркнуть важность комплексности их осуществления с соответствующим выделением средств на другие виды мелиораций.

Для предотвращения качественной деградации необходима защита почв от химического, биологического и радиоактивного загрязнения. Последнее - грозная опасность для почвы, поскольку многие попадающие в нее радиоактивные изотопы вследствие мощных сорбционных сил почвы могут сохраняться в ней десятилетиями. Чернобыльская трагедия заставила по-новому взглянуть на последствия радиоактивного заражения почв - наиболее поздно освобождающегося от радиации компонента экосистемы. Остро встал вопрос охраны почв на основе изучения закономерностей пространственно-временного распределения в почвенном покрове радиоактивных выпадений и механизма освобождения от них почвенного профиля. Уже сейчас выявляются повышенная пестрота этого распределения и наличие отдельных участков почв, радиоактивность которых многократно превышает средний уровень радиоактивного загрязнения данной местности. Такие участки, в частности, прилегают к домам и другим строениям, с крыш которых смывались в почву радиоактивные выпадения. Активными аккумуляторами радионуклидов оказались почвы геохимических барьеров, а также подстилки и гумусовые горизонты всех почв, испытавших радиоактивное заражение.

К третьему уровню охраны относится предотвращение негативных структурно-функциональных изменений освоенных почв.

К сожалению, в работах по охране земель явно недооценивается важность профилактики их негативных изменений. Эта профилактика должна представлять собой целую систему опережающей защиты почв от деградации. Важными компонентами этой системы являются: регулирование пищевого, водного, теплового и газового режима почв, поддержание на должном уровне их биохимической активности и сохранение полноценной почвенной биоты, оптимизация физического состояния почв и предотвращение их обесструктурирования и уплотнения.

Существует еще один важный аспект недопущения функционального расстройства почв при использовании агрохимикатов - предотвращение отравления почвообитающих организмов, работающих на урожай.

Разумная система применения удобрений и пестицидов способствует поддержанию на должном уровне не только пищевого режима, но и активности биоты почв. Поэтому защита почв от загрязнения агрохимикатами - важное условие сохранения здоровья почв и окружающей среды. Стало ясно, что одно из основных условий охраны почв и ландшафтов от загрязнения пестицидами - это создание менее

токсичных и менее стойких соединений, уменьшение доз их внесения и др. Но, к сожалению, требования по рациональному использованию пестицидов во многих случаях нарушаются, что ведет к функциональным расстройствам и болезням почв и биоценозов и загрязнению окружающей среды.

Для обоснования необходимости своевременного предотвращения негативных структурно-функциональных изменений основных земель весьма важно знание масштабов их загрязнения экотоксикантами. Установлено, что около 60-90 % гербицидов, 97-99 % инсектицидов и фунгицидов, используемых в качестве средств защиты растений, попадают в почву, водотоки и водоемы. Ощутим масштаб загрязнения почв тяжелыми металлами в результате внесения их с удобрениями в качестве примесей. Повышенной загрязненностью отличаются фосфорные удобрения, с которыми в почвы попадает: меди - 127 г/т действующего вещества, цинка - 164 г/т д.в., кадмия - 3 г/т д.в., свинца - 34 г/т д.в., никеля - 92 г/т д.в., хрома - 121 г/т д.в. Понятно, что в связи с действием сорбционных механизмов почвы попавшие в нее тяжелые металлы имеют тенденцию к накоплению, особенно в почвенных разностях со слабо промывным водным режимом, что со временем может привести к существенному снижению почвенного плодородия и ослаблению почвенных экофункций. Обязательным звеном действенной охраны земель является своевременное восстановление деградированных освоенных почв. Оно должно проходить в несколько этапов: 1) точное диагностирование патологии почв; 2) снятие дальнейшего действия факторов, вызвавших их деградацию; 3) временное исключение деградированных земель из активного хозяйственного использования; 4) очищение почв от загрязнений; 5) биологизация почв и восстановление устойчивости их плодородия с последующим включением в сельскохозяйственное использование при условии строгого контроля за их состоянием и др.

Каковы основные пути возвращения почве утраченной силы? В общем виде можно выделить два главных направления - комплексное агротехническое и естественно - природное. В первом случае “лекарем” почв выступает заботливый хозяин, во втором - сама природа.

Самостоятельным направлением охраны почв является сохранение и восстановление естественных почв, включающее: 1) резервирование целинных почв; 2) полное соблюдение требований охраны почв особо охраняемых территорий; 3) исключение части освоенных редких и эталонных почв из хозяйственного использования и восстановление их естественного состояния; 4) со-

хранение особого режима использования и охраны высокобонитетных “опытных” почв; 5) организация новых комплексных и почвенных заказников, заповедников, памятников природы.

6 ПОЧВЫ БЕЛАРУСИ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

Формирование современного почвенного покрова территории Беларуси определяется совместным проявлением целого ряда факторов, основными из которых являются: состав и свойства почвообразующих пород территорий, особенности климата, характер растительного покрова и животного мира, рельеф земной поверхности, геологический возраст поверхностных отложений, характер производственной деятельности человека.

Особенности вышеперечисленных факторов в условиях Беларуси обусловили развитие в основном подзолистого, дернового и болотно-го почвообразовательных процессов и формирование следующих основных типов почв: дерново-подзолистых, дерново-подзолисто-заболоченных, дерновых и дерново-карбонатных, дерновых и дерново-карбонатных заболоченных, торфяно-болотных, пойменных дерновых.

По степени увлажнения 45,3 % общей площади пахотных угодий представлено автоморфным (нормально - увлажненными) почвами, 40,3 - полугидроморфными (длительно избыточно увлажненными) и 14,4 % гидроморфными (постоянно избыточно увлажненными).

Дерново-подзолистые почвы (особенно легкого гранулометрического состава) в целом не отличаются высоким естественным плодородием вследствие низкого содержания гумуса и других питательных веществ в перегнойном горизонте и его маломощности, повышенной кислотности, плохой аэрации и непрочности структуры, а также зава-луненности и подверженности эрозии. Плодородие дерново-подзолистых переувлажненных почв кроме того снижается вследствие неблагоприятных водно-физических свойств.

Дерновые и дерново-карбонатные почвы имеют ограниченное распространение на территории Беларуси (0,2 % площади сельхозугодий), однако в условиях региона обладают наиболее высоким естественным плодородием, в особенности почвы, развивающиеся на породах суглинистого состава. Они характеризуются хорошо выраженным и достаточно мощным перегнойным горизонтом, нейтральной или близкой к нейтральной реакцией среды, высокой насыщенностью ос-

нованиями, большой объемной массой. Однако достаточно высокое плодородие этих почв снижается из-за постоянного переувлажнения.

Торфяно-болотные почвы приурочены к пониженным элементам рельефа и формируются в условиях постоянного избыточного увлажнения атмосферными и грунтовыми водами. Они занимают около 13 % площади сельхозугодий республики и в зависимости от генезиса, условий залегания, водного питания и характера растительности представлены торфяно-болотными низинными (78 % их общей площади), верховыми (4 %) и пойменными (18 %). По мощности торфа они подразделяются на торфянисто-глеевые (мощностью до 30 см), торфяно-глеевые (мощностью 30-50 см), торфяно-болотные маломощные (50-100 см), среднемощные (100-200 см) и мощные (более 200 см). Эти почвы (в первую очередь низинные и пойменные) обладают значительным потенциальным плодородием вследствие высокого содержания органического вещества, определяющего их важнейшие физические, физико-химические и агрохимические свойства. Однако его реализация возможна только после оптимизации водно-воздушного режима и проведения других мелиоративных мероприятий.

Пойменные дерновые заболоченные почвы занимают немногим более 5 % площади сельхозугодий региона и приурочены к поймам рек. Они также характеризуются достаточно высоким естественным плодородием и используются преимущественно под сенокосы и пастбища.

Различные виды хозяйственной деятельности человека в том числе и не связанные напрямую с почвенным покровом или сельскохозяйственным производством, зачастую сопровождаются разрушением, трансформацией, деградацией или загрязнением почв. В условиях Беларуси наиболее масштабной и серьезной проблемой в этом плане является проблема радиоактивного загрязнения почв в результате Чернобыльской катастрофы. Также весьма существенной трансформации или деградации подверглись почвы территории республики (особенно торфяно-болотные) в результате широкомасштабной осушительной мелиорации, проведенной на площади около 3,4 млн. га. Экологическое состояние почв сельскохозяйственных угодий в значительной степени может определять продуктивность и качество урожая возделываемых культур. **Следует отметить, что загрязнение почв в процессе их сельскохозяйственного использования может происходить только в результате нарушения действующих регламентов, инструкций и рекомендаций по агротехнологиям возделывания сельскохозяйственных культур. В основном это может быть из-**

быточное применение средств химизации - минеральных макро- и микроудобрений, известковых удобрений, жидких органических удобрений, нарушение сроков их внесения и др.

К негативным явлениям, связанным с применением минеральных удобрений, относится загрязнение почв, грунтовых и поверхностных вод нитратами. Передозировка и нарушение сроков внесения азотных удобрений вызывают повышенное накопление нитратов в почвах и растениях и вымывание их в нижележащие горизонты. **Для предотвращения избыточного накопления нитратов в природной среде в республике разработаны регламенты, ограничивающие дозы внесения азотных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур, гарантирующие получение качественной продукции и снижающие возможность загрязнения почв.**

Источником загрязнения почв в зонах крупных животноводческих комплексов может быть использование жидкого бесподстилочного навоза. Поэтому его применение под сельскохозяйственные культуры на минеральных почвах ограничено.

Значительную опасность представляет загрязнение почв тяжелыми металлами, такими как свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, цинк, медь. Основными загрязнителями почв сельхозугодий этими элементами являются осадки сточных вод и твердые бытовые отходы, а также применение необоснованно высоких доз бесподстилочного навоза.

Химическое загрязнение почв приводит к частичной или полной их деградации вследствие нарушения почвенных процессов, разрушения органических и коллоидных компонентов, замедления микробиологических циклов, угнетения роста и развития растительности.

В настоящее время осуществляется картографирование содержания некоторых микроэлементов, относящихся к тяжелым металлам, прежде всего цинка и меди. Как показывают результаты агрохимического картографирования почв, около 23 % сельхозугодий Беларуси имеют повышенное содержание цинка и меди. Больше всего почв с избыточным содержанием меди отмечено в Брестской и Гомельской областях, цинка - в Минской, Гомельской и Брестской областях. На указанных почвах необходимо полностью исключить применение медных и цинковых микроудобрений. Особую опасность представляют загрязненные почвы с низким уровнем плодородия (кислые почвы с низким содержанием гумуса). На таких почвах резко увеличивается токсичность тяжелых металлов и их миграционная способность. Всего в республике выявлено около 10 тыс.га низкоплодородных почв с избыточным содержанием цинка и меди.

В пойменных почвах, особенно ниже крупных и средних городов формируются линейно-вытянутые или локальные полиэлементные загрязнения. Наиболее контрастное полиэлементное загрязнение почв выявлено в пойме р. Свислочь в зоне влияния г.Минска, протяженность которого вниз по течению реки составляет более 120 км. Канализованный участок реки, длиной до 90 км, характеризуется наличием низкоконтрастной аномалии, где основными загрязнителями выступают никель, хром и медь. На участке поймы от 90 до 120 км ниже Минска сформировалась высококонтрастная полиэлементная геохимическая аномалия, включающая цинк, медь, олово, никель, хром и ряд других элементов. При этом содержание меди здесь превосходит фоновые природные условия в 26 раз, хрома - в 8 раз, никеля - в 5 раз. Среднее содержание цинка, хрома, меди в 2-3 раза превышает предельно-допустимые концентрации.

Линейное распространение загрязнения тяжелыми металлами характерно для почв, расположенных вблизи автомагистралей. Вдоль дорог формируется экологически опасная полоса шириной до 50 м, основным загрязнителем которой является свинец. Концентрация этого металла в почвах придорожных полос, в большинстве случаев, превышает фоновые значения в 1,7-3,8 раза. Особенно это характерно для почв легкого гранулометрического состава. В этой полосе почв отмечается локальные накопления цинка и меди. Наиболее интенсивное загрязнение почв придорожных полос наблюдается в зоне до 15-30 м от дорог. Линейные зоны опасных концентраций тяжелых металлов прослеживаются вдоль автострад более чем на 42 тыс. км² и вдоль железных дорог - на 5,5 тыс. км².

Моно- и полиэлементные локальные аномалии, имеющие мозаичное распространение с содержанием тяжелых металлов выше фона или предельно допустимых концентраций, сформировались в почвах сельхозугодий, где в качестве органических удобрений в конце 80-х начале 90-х годов бесконтрольно использовались осадки сточных вод и твердые бытовые отходы. Содержание кадмия, свинца, цинка, меди, никеля, хрома в этих почвах и в растениеводческой продукции в основном выше средних фоновых значений, а в отдельных случаях превышают предельно допустимые концентрации для почв и растений.

Основным элементом-загрязнителем природных территорий является свинец. Повышенное его содержание наблюдается в пригородных зонах Минска, Гомеля, Могилева. Загрязнение почв на уровне ПДК (32 мг/кг) и выше отмечено локально, по направлению господствующих ветров. На отдельных полях Минской овощной фабрики,

где использовались в качестве удобрений твердые бытовые отходы, содержание свинца достигает 57 мг/кг почвы. Содержание подвижных форм цинка и меди составляет соответственно 65 и 11 мг/кг почвы при предельно допустимом уровне по цинку 23 и меди 5 мг/кг.

Площадь почв в республике с повышенным содержанием свинца от всех источников загрязнения оценивается в 100 тыс.га, кадмия - 45 тыс. га.

На сельскохозяйственных землях содержание тяжелых металлов по сравнению с городскими значительно ниже. Например, среднее содержание подвижной меди в пахотных почвах составляет 2,1 мг/кг, улучшенных сенокосов и пастбищ - 2,4 мг/кг. В то же время на площади 260 тыс. га (3,3 % территории сельскохозяйственных земель) отмечается избыточное (более 5 мг/кг) количество меди. Опасное загрязнение медью отмечается на 5,5 тыс. га (более 15 мг/кг), преимущественно в Гомельской, Гродненской и Минской областях. Аналогичная картина наблюдается и по содержанию цинка. При наличии в республике более половины пахотных почв, слабо обеспеченных цинком (менее 3 мг/кг), выявлено почти 180 тыс. га земель, где его количество избыточно для растений.

Выборочные исследования почв в городах и пригородных зонах Беларуси свидетельствуют о появлении очагов загрязнения тяжелыми металлами. Особое беспокойство вызывают городские территории, структура и степень загрязнения которых определяется спецификой расположенных в городах промышленных предприятий. Так, для Новополоцка, Светлогорска, Бреста, Речицы, Волковыска характерно загрязнение почв свинцом; Гродно, Витебска, Бобруйска, Борисова - цинком; Бреста, Лунинца, Орши, Полоцка, Светлогорска - кадмием; Минска и Орши - медью.

Главным направлением защиты земель от загрязнения остается локализация и устранение источников поступления тяжелых металлов в почву. В этом плане особую значимость имеет организация общегосударственной системы мониторинга состояния почв и земель. **Обращает на себя внимание тот факт, что система нормирования тяжелых металлов в почвах республики слабо разработана. В настоящее время при определении уровня загрязнения почв этими элементами используются нормативы, установленные для различных почв в других странах. Это не всегда позволяет объективно оценить степень влияния техногенных нагрузок на почву и опасность их деградации в связи с загрязнением тяжелыми металлами применительно к условиям Беларуси.**

В результате Чернобыльской аварии загрязнено радиоактивными веществами 23 % территории республики, где проживали 2,2 млн. человек. Это по существу радиационная катастрофа, негативно влияющая на все сферы жизни. Колоссальный ущерб нанесен аграрному сектору. **В настоящее время сельскохозяйственное производство ведется на 1,3 млн. га земель, загрязненных цезием-137 с плотностью более 1 Ки/км². Из этих земель 555 тыс. га загрязнено стронцием-90 с плотностью более 0,15 Ки/км². Особую сложность представляет производство нормативно чистой продукции на землях с содержанием цезия-137 с плотностью загрязнения 5-40 Ки/км², площадь которых составляет 415,6 тыс. га, из них 35,7 тыс. га загрязнено и стронцием-90 с плотностью 1-30 Ки/км².**

Основные площади загрязненных сельскохозяйственных земель сосредоточены в Гомельской (58 %) и Могилевской (27 %) областях.

Совершенно очевидно, что сельское хозяйство республики в целом, функционирует в условиях радиоактивного загрязнения земель и этот фактор должен определять стратегию их использования во всех регионах, причем не только на загрязненных территориях.

Учитывая исключительную сложность преодоления последствий аварии на Чернобыльской АЭС в сельскохозяйственном производстве, научное обеспечение в этой области нуждается в развитии и углублении.

7 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СВЯЗИ С ДОБЫЧЕЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В БЕЛАРУСИ

В недрах Беларуси, еще до недавнего времени считавшейся страной бедной минерально-сырьевыми ресурсами, на современной стадии геологической изученности выявлено более 4-х тысяч месторождений минерального сырья, представляющих около 30 различных видов полезных ископаемых. Это стало возможным благодаря осуществлению более масштабных и целенаправленных геологических, геофизических и других исследований не только поверхностных, но и более глубоких слоев земной коры.

Значительная часть месторождений разведана детально и включена в баланс запасов полезных ископаемых Беларуси.

Разведанные в настоящее время запасы минерально-сырьевых ресурсов позволяют полностью обеспечить потребности страны в калийных и поваренных солях, доломитовом, известко-

вом и цементном сырье, керамических и тугоплавких глинах, песках строительных и формовочных, песчано-гравийных материалах, строительном камне, торфе и сапропеле, пресных и минеральных подземных водах и ряде других видов сырья.

Однако в связи с ограниченностью минерально-сырьевой базы, недостаточной разведанностью некоторых месторождений или неосвоенностью подготовленных республика ввозит из других регионов значительное количество сырья, в частности нефть, уголь, газ, горючие сланцы, стекольные пески, глины формовочные, трепел, гипс, каолин, кальцинированную соду, сырье для производства минеральных удобрений, блочный камень для облицовочных плит, высокопрочный щебень.

Из горючих полезных ископаемых на территории республики выявлены месторождения нефти, природного газа, торфа, бурых углей и горючего сланца. Начальные извлекаемые ресурсы нефти оценены в 338,3 млн. т., 52 % которых относятся к категории промышленных. Несмотря на рост числа эксплуатируемых месторождений нефти объемы ее годовой добычи в последние годы несколько сократилось. Разведанные запасы природного газа, добываемого попутно, оцениваются в 8,1 млрд. м³, а объемы годовой добычи составляют около 252 млн. м³.

Прогнозные запасы бурых углей в республике оценены в более чем 1,3 млрд. т., промышленные составляют 124,4 млн. т.

Одним из наиболее распространенных и эксплуатируемых видов горючих полезных ископаемых региона являются торф, широко используемый для нужд сельского хозяйства и в качестве коммунально-бытового топлива. Известно, более 9 тыс. месторождений торфа, из которых около 100 находятся в эксплуатации с объемом газовой добычи около 5,0 млн. т. Однако в последние годы объемы добычи торфа постоянно снижаются. Запасы сапропелей выявлены более чем в 500 озерах республики, а также под торфяными залежами, и составляют около 3 млрд. м³.

Прогнозные запасы горючих сланцев на территории Беларуси превышают 10 млрд. т и образуют крупный сланцевый бассейн в пределах Припятского прогиба площадью более 20 тыс. км². Предварительно изучены Любанское и Туровское месторождения.

В Беларуси выявлены месторождения железных руд, прогнозные запасы которых до глубины 700 м составляют около 500 млн. т. В Припятском прогибе обнаружены бокситовые руды, являющиеся сырьем для получения алюминия и соды. Кроме перечисленных по-

лезных ископаемых, недра Беларуси перспективны на обнаружение фосфоритов, медной руды, титана, циркония, алмазов, ртути, янтаря, графита, гипса, каолинов, редкоземельных элементов.

Калийные соли являются одним из важнейших видов минерально-сырьевых ресурсов Беларуси. Общие запасы двух детально разведанных месторождений - Старобинского и Петриковского составляют 6,7 млрд. т. сырых солей или более 1 млн. т оксида калия. Разрабатывается Старобинское месторождение с запасами 5,7 млрд. т сырых солей, на базе которого работает ПО "Беларуськалий", с годовой производительностью 2,3 млн. т калийных удобрений в пересчете на действующее вещество.

Разведано также три месторождения поваренной соли - Мозырское, Давыдовское и Старобинское, суммарные запасы которых превышают 22 млрд. т, т.е. практически неисчерпаемы.

В районе г.Витебск разведано крупное месторождение доломитов с промышленными запасами свыше 750 млн. т, являющееся сырьевой базой ПО "Доломит" по производству доломитовой муки для известкования кислых почв. Перспективные площади на залежи доломита выявлены в Дубровенском и Сенненском районах Витебской области.

Всего на территории республики разведано и включено в баланс запасов полезных ископаемых около 600 месторождений нерудных материалов, примерно половина из которых эксплуатируется, а остальные являются резервными сырьевыми базами. Разрабатываются также сотни мелких, не учтенных балансом, запасов месторождений строительных материалов, используемых для местных нужд.

Важным видом природных ресурсов Беларуси являются подземные воды: пресные питьевые и технические, а также минеральные воды, среди которых наиболее широко представлены сульфатные, смешанные сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные, хлоридные. Разведанные запасы минеральных вод, превышают 14300 м³/сут. На их базе функционирует ряд санаторных учреждений республики.

Богата Беларусь и минеральными рассолами, из которых можно получать йод, бром, калий, магний, стронций и другие редкие и рассеянные элементы. Есть перспектива на открытие радоновых вод.

В последние годы получены новые данные, позволяющие предположить возможность выявления месторождений цветных металлов и золота.

Горнопромышленная деятельность оказывает существенное трансформирующее воздействие на природную среду. Горнопромышленные ландшафты достаточно широко распространены на террито-

рии республики и являются специфическим видом деградированных геосистем, формирующихся в результате локального источника воздействия. В процессе добычи и переработки полезных ископаемых трансформации подвергаются практически все компоненты исходных ландшафтов: существенно трансформируется исходный рельеф территории, сменяется литологический состав пород, разрушается и загрязняется почвенный покров, изменяются состав и режим поверхностных и грунтовых вод, полностью или частично уничтожаются растительный покров, животные и микробные сообщества, изменяются микроклиматические параметры нарушенной поверхности. Кроме того, негативное воздействие горнодобывающих и горноперерабатывающих производств распространяется на прилегающие территории, значительно превышающие площади непосредственного нарушения. Изменения природных ландшафтов являются необратимыми, так как связаны с добычей и изъятием из природных геосистем невозобновимых ресурсов, а нарушенные ландшафты на длительное время теряют свои средосохраняющие и хозяйственные функции.

Существенному негативному воздействию подвергаются природные ландшафты при проведении геологоразведочных работ. В частности, при разведке и эксплуатации месторождений нефти на территории республики более 600 га земель в различной степени нарушено и загрязнено. Основными источниками загрязнения при этом являются отработанные буровые растворы, сточные воды и буровой шлам, значительное количество которых попадают в местную гидросеть, а также другие отходы бурения, складированные в амбарах.

В Беларуси числится 43 тыс. га нарушенных земель, более половины из которых расположены на территории Минской и Витебской областей. Около 70 % общей площади нарушенных земель составляют выработанные торфяники. Хотя в последние годы объемы добычи торфа значительно снизились, однако площади земель, трансформированных в результате торфодобычи, достаточно обширны. Всего за последние 50 лет в Беларуси торфоразработками нарушено более 1,3 тыс. месторождений торфа общей площадью около 300 тыс. га.

Сохраняется тенденция увеличения площади земель, отводимых для строительства дорог, промышленных и жилищных объектов, трубопроводов. При этом также происходят трансформация и разрушение почвенного покрова.

С целью снижения негативных последствий горнопромышленной деятельности на природную среду, восстановления природного и хозяйственного потенциала нарушенных земель осуществляется ком-

плекс мероприятий по их рекультивации. Рекультивация является обязательным мероприятием для предприятий и организаций, осуществляющих разработку полезных ископаемых. Она получила свое законодательное выражение в целом ряде нормативных документов, касающихся вопросов охраны окружающей среды и природопользования.

Наиболее распространенными направлениями рекультивации нарушенных ландшафтов являются: 1) сельскохозяйственное (создание на нарушенных землях пашни, лугов, пастбищ, садов и ягодников); 2) лесохозяйственное (создание лесонасаждений эксплуатационного и хозяйственного назначения); 3) озеленительное и санитарно-гигиеническое (создание зон отдыха, парковых насаждений, консервация и озеленение отвалов и т.д.); 4) водохозяйственное (создание водоемов различного целевого назначения); 5) строительное (жилищное, капитальное, дачное и др. виды строительства). Отдельные, как правило, наиболее крупные по площади горнопромышленные ландшафты могут сочетать несколько вышеперечисленных направлений рекультивации.

При выборе оптимального направления восстановления горнопромышленных геосистем следует учитывать то обстоятельство, что какими бы ни были глубокими техногенные изменения, они не могут изменить природную сущность трансформированных ландшафтов, ликвидировать коренные природные связи и зональные особенности. Поэтому горнопромышленные ландшафты необходимо рассматривать как сложные природно-техногенные комплексы, генетически обусловленные совместным проявлением двух взаимосвязанных и взаимообусловленных факторов - природного и техногенного. Опыт свидетельствует, что анализ природно-техногенных взаимосвязей, возникающих при рекультивации, целесообразно осуществлять в два этапа: дотехногенный - при разведке месторождения и подготовке его к эксплуатации и посттехногенный - при взаимодействии горнопромышленных ландшафтов с сопредельными ненарушенными ландшафтами.

Целью первого этапа являются выяснение зависимости свойств и параметров формирующихся горно-промышленных ландшафтов от особенностей исходных, естественных ландшафтов.

Анализ природно-техногенных взаимосвязей позволил установить, что в качестве ведущих природных факторов, обуславливающих особенности горно-промышленных ландшафтов, в первую очередь выступают: вид добываемого сырья, горно-геологические и гидрогео-

логические условия его залегания, характер исходного рельефа территории, мощность и литологический состав вскрышных пород.

Главной целью второго, посттехногенного этапа исследования горно-промышленных ландшафтов является изучение последствий горнопромышленного воздействия, включающее комплексную характеристику карьерно-отвальных комплексов и их взаимодействие с сопредельными природными ландшафтами.

За последнее десятилетие произошло более чем трехкратное сокращение площадей ежегодно рекультивируемых земель - с 12 тыс. га до 3 тыс. га. Особенно резкий спад объемов рекультивации отмечен в первой половине 90-х годов прошлого столетия. Произошло это по причине экономического кризиса и других негативных процессов, происходящих в эти годы в республике. В последние три года площади рекультивируемых земель относительно стабильны и даже несколько увеличиваются, но по-прежнему находятся на очень низком уровне.

Выбор направления рекультивации конкретного карьерно-отвального комплекса и последующего целевого использования восстанавливаемых ландшафтов зависит от целого ряда факторов и, в первую очередь, от характера и особенностей нарушенной территории: 1) состава и свойств формирующихся на поверхности субстратов (гранулометрического состава, водно-физических свойств, химического состава, агрохимических свойств, содержания органического вещества; 2) характера исходного почвенного покрова (тип почв, оценка их плодородия, мощности гумусового горизонта, гранулометрического состава, агрохимических свойств); 3) местоположения объекта относительно населенных пунктов, транспортных коммуникаций; 4) скорости и направленности самовосстановления почвенно-растительного покрова нарушенной территории.

Для выработанных торфяников в условиях Беларуси наиболее распространенными являются сельскохозяйственное, лесохозяйственное и природоохранное направление рекультивации.

Для разработок нерудных полезных ископаемых преобладающим является лесохозяйственное направление (создание лесонасаждений эксплуатационного и целевого назначения), которое проводится более чем на половине общей площади рекультивируемых земель, а также сельскохозяйственное и водохозяйственное направления рекультивации. В частности, для нарушенных ландшафтов, связанных с разработкой месторождений глинистого сырья, наиболее целесообразным представляется сельскохозяйственное направление рекультивации.

Относительно несложный техногенный рельеф такого рода объектов, не требующих больших объемов горнопланировочных работ; более благоприятный состав и свойства грунтовых смесей, относящихся к категории потенциально-плодородных пород, а также скорость регенерации почвенно-растительного покрова свидетельствуют в пользу их сельскохозяйственной рекультивации.

Основными объектами лесохозяйственной рекультивации в условиях Беларуси следует считать разработки песков и песчано-гравийных материалов.

На карьерных выработках, где имеются предпосылки для формирования значительных по площади и объему водной массы, биологически здоровых и устойчивых искусственных водоемов, перспективными являются водохозяйственное и рекреационное направления рекультивации, которое в ряде случаев является единственным технологически обеспеченным видом рекультивации.

Нарушенные земли, находящиеся на территории населенных пунктов или примыкающие к ним, целесообразно использовать для строительных целей. При соблюдении соответствующих экологических условий и санитарно-гигиенических норм карьерные выработки можно также использовать для складирования нетоксичных отходов.

8 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЛИГОРСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА

С открытием Старобинского месторождения калийных руд в начале 60-х годов прошлого столетия возник источник трансформации природной среды, исключительный как по масштабам, так и по интенсивности своего освоения.

Как известно, калийные производства сопровождаются перемещением больших объемов горных пород и поступлением в окружающие госистемы чуждых им веществ с воздушными выбросами, твердыми и жидкими отходами. **За время разработки и эксплуатации Старобинского месторождения на земной поверхности в 4-х солевых отвалах накопилось около 600 млн. т галитовых отходов высотой до 100-120 м на площади около 5 км² и более 65 млн. т глинисто-солевых шламов в шламохранилищах площадью свыше 7 км².**

В результате функционирования калийных производств произошла перестройка ландшафтной структуры исследуемого района. Выведены из сельскохозяйственного использования тысячи гектаров зе-

мель. По степени техногенной трансформации земной поверхности район Солигорских калийных производств относится к числу наиболее преобразованных в Беларуси.

Однако воздействие калийных производств на природную среду не ограничивается изъятием земель и преобразованием поверхности. К негативным последствиям техногенеза на рассматриваемой территории необходимо отнести также и интенсивное загрязнение подземных вод, воздушной среды, почв, угнетение растительности, заболачивание и подтопление территории в результате просадок и т.д.

Сложившаяся ситуация в Солигорском горно-промышленном районе обусловлена рядом природных и техногенных факторов. Среди природных прежде всего необходимо отметить принадлежность территории к Солигорской моренной водно-ледниковой равнине. Относительные превышения до 15-20 м при крутизне склонов от 0,5 до 3,5⁰ и их длине до 1 км благоприятствуют вертикальному перераспределению загрязняющих веществ и их накоплению в ландшафтно-геохимических системах. Преобладание в южной и юго-восточной частях рассматриваемой территории низинных ландшафтов и близкое от поверхности залегание грунтовых вод способствуют заболачиванию территории в зонах техногенных просадок.

На рассматриваемой территории существуют природные предпосылки для потенциальной экологической угрозы местным ландшафтам, речным и пойменным экосистемам таких рек как Случь, Припять и Днепр. Техногенные и техногенно-обусловленные процессы, связанные с добычей и переработкой калийных солей, делают эту угрозу реальной.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на территории Солигорского горно-промышленного района являются промышленные предприятия и автотранспорт. Стационарные источники здесь выбрасывают около 10 тыс. т загрязняющих веществ в год. Около 98 % этой величины приходится на долю ПО “Беларуськалий”. В составе выбросов преобладает диоксид серы. Специфическими загрязнителями воздушной среды в зоне воздействия калийных производств являются калийная пыль и хлористый водород.

В последнее десятилетие имеет место тенденция к снижению объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, что связано как со снижением объемов производства калийных удобрений, так и с реализацией воздухоохраных мероприятий.

Несмотря на большие объемы выбросов, загрязнение воздуха в Солигорске по большинству показателей не достигает уровней пре-

дельно допустимых концентраций. Это связано прежде всего с удаленностью калийных производств от города и распределением источников выбросов по четырем промышленным площадкам рудоуправлений. Исключение составляет хлористый водород, концентрация которого нередко при северных и северо-восточных направлениях ветра превышает допустимый уровень.

В 10 км от калийных заводов поступление солей из атмосферы на подстилающую поверхность в 1,5 раза выше фоновое. Выпадение солей (по сумме хлоридов натрия и калия) на подстилающую поверхность в северо-восточной части Солигорска составляет 100 - 200 г/га в сутки, что в 2 - 3 раза выше фоновых величин.

Поступление техногенных веществ воздушным путем в местные ландшафты и миграция солей на пониженные участки с боковым внутрипочвенным стоком обусловили засоление почв на значительной площади. При этом содержание водорастворимых веществ в почве в ряде случаев превышает 1,5 %, в том числе хлоридов - 0,7 %.

Засоление почв по площади неравномерно. Наибольшее содержание солей характерно для пониженных участках, где их количество в почве в 1,5 - 2,5 раза выше, чем на рядом расположенных возвышенных элементах рельефа. Повышенное содержание солей в почве отрицательно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур, выращиваемых в зонах воздействия калийных производств.

Формирование гидрохимического режима поверхностных вод на территории Солигорского горно-промышленного района происходит под влиянием калийных производств и города. Воздействие осуществляется путем воздушного переноса и последующего осаждения выбросов калийной пыли и продуктов ветровой эрозии солеотвалов на водосборах рек и водохранилища, поверхностного и подземного стока фильтратов из шламохранилищ и солеотвалов.

Загрязнение подземных вод в зонах воздействия калийных производств обусловлено прежде всего миграцией солей при инфильтрации высокоминерализованных рассолов из накопителей глинисто - солевых шламов. Уже в первые годы эксплуатации месторождения калийных руд выявлено засоление подземных вод на глубину до 20-30 м, в отдельных скважинах в подземном водоносном горизонте минерализация вод достигает 37,0 г/дм³. Анализ проведенных в настоящее время наблюдений свидетельствует о том, что загрязнение вод высокоминерализованными растворами имеет локальный характер. Глубина проникновения рассолов составляет до 100-120 м, т.е. на всю мощность зоны активного водообмена. Максимальная концентрация солей

в подземных водах фиксируется скважинами, расположенными в непосредственной близости от источников засоления, или на удалении 100-300 м от них. Границы ореолов засоления с минерализацией около 1 г/дм³ прослеживаются на удалении 0,5-0,7 км, максимум до 1 км. Скорость продвижения ореолов засоления оценивается здесь от нескольких метров до десятков метров в год и увеличивается на порядок в зонах влияния водозаборов подземных вод.

В течение более чем 40 лет в Солигорском горно-промышленном районе над подработанными калийными горизонтами имеют место процессы деформации и сдвижения грунтов. Зона обрушения покрывающих пород над выработанным пространством достигает 30 м.

Оседание земной поверхности проявляется на большей площади, чем отработанные части месторождения. При отработке двух калийных горизонтов конечная величина оседания земной поверхности достигает 4,0-4,5 м. Эти процессы вызывают деформацию зданий и сооружений. В местах оседания земной поверхности изменяется первоначальный рельеф, инженерно-геологические свойства грунтов и динамика грунтовых вод. Следствием просадок являются процессы заболачивания, подтопления и затопления.

Указанные процессы проявляются на значительных площадях в различных ландшафтных условиях. Наиболее ощутимые негативные последствия имеют место при оседании грунтов в пределах пониженных участков рельефа.

Влияние газопылевых выбросов калийных производств на лесные фитоценозы проявляется в возникновении морфо-анатомических дефектов листовых пластинок и крон, снижении активности плодоношения, снижении показателей прироста биомассы большинства исходных видов, перестройке состава и структуры растительных сообществ.

В зоне влияния ПО «Беларуськалий» выделены три зоны воздействия на растительность:

1. Зона сильного воздействия на растительность (до 700-1000 м). Отмечена гибель от 80 до 100 % древостоя сосны. Уцелевшие деревья угнетены и не плодоносят. У березы гибнет от 30 до 50 % древостоя. Налицо хронический токсикоз древесных пород. В растительных сообществах возрастает доля кустарников (ивы, ежевики) и трав (вейника наземного, бескильницы расставленной и др.)

2. Зона среднего воздействия (от 700-1000 м до 2 км). Большинство экземпляров сосны имеют до 50 % сухих ветвей, наблюдается засыхание и искривление вершин. У березы и осины отмечена тенден-

ция к усыханию вершин, измельчению листа, причем последние покрываются желтоватыми и бурыми некротическими пятнами. Сухих ветвей практически нет. Угнетение и усыхание сосны способствует повышению удельного веса травянистых растений в напочвенном покрове.

3. Зона слабого воздействия (дальше 2 км). Дефекты выражены только у сосны и то очень слабо. У наименее устойчивых к техногенным воздействиям деревьев отмечено усыхание отдельных хвоинок и снижение прироста общей биомассы. Структурной перестройки фитоценозов не отмечено.

В недавнем прошлом Солигорский ГП район развивался преимущественно как сельскохозяйственный и лесохозяйственный. Более чем за 40 лет горнопромышленного воздействия район подвергся существенной техногенной трансформации, что породило целый комплекс экологических проблем.

Масштабность и острота их проявления дают основание утверждать, что в экологическом отношении этот район является одной из самых “горячих точек” на территории Беларуси. Возникшие экологические проблемы и их пространственные сочетания территориально дифференцированы. Для их пространственного анализа использовано понятие “экологическая ситуация”. Это понятие принято за основу экологического картографирования техногенных ландшафтов в зоне воздействия калийных производств. **На территории Солигорского горно-промышленного узла выделено несколько зон экологических ситуаций. Различают следующее соотношение площадей зон, на которых доминирует та или иная экологическая ситуация по отношению к общей площади горно-промышленного района: катастрофическая - 9,1 %, кризисная - 8,5 %, критическая - 23,4 %, напряженная - 19,7 %, конфликтная – 21,4 %, благоприятная - 17,9%. Из приведенных данных видно, что лишь пятая часть территории горно-промышленного района характеризуется благоприятной экологической ситуацией.** Как правило, это лесные и естественные (не затронутые мелиорацией) болотные экосистемы. Остальные же территории в той или иной степени затронуты процессами техногенеза. Примерно на десятой части рассматриваемой территории требуется проведение восстановительных мероприятий.

Экологические проблемы Солигорского горно-промышленного района порождены прежде всего большими объемами образующихся отходов. Как известно, возможны два пути решения проблемы отходов. Первый - уменьшение их объемов

или недопущение образования путем изменения существующих технологических процессов или внедрения безотходных технологий. Второй - создание дополнительных технологических линий по очистке, обезвреживанию или переработке и утилизации отходов. Так как возможности совершенствования технологий по уменьшению образования отходов имеют определенные ограничения, на практике чаще используются оба направления одновременно.

Недопущение или уменьшение образования отходов на ПО «Беларуськалий» возможны путем внедрения методов селективного извлечения сильвинитовой руды с максимально возможной закладкой отходами отработанного пространства рудников. Закладка является многоцелевым природоохранным мероприятием: сводит до минимума складирование отходов на поверхности земли (до 5-10 %) и дает возможность экранирования небольших солеотвалов от воздействия атмосферных осадков; предотвращает засоление почв и водных источников; резко снижает величину оседания земной поверхности (менее 1 м) и процессы заболачивания и затопления угодий и др. Вторая составляющая решения проблемы отходов калийных производств как вновь образующихся, так и накопленных, - комплексное многоцелевое использование отходов в качестве вторичных ресурсов в различных отраслях народного хозяйства. Учеными и специалистами разработан целый комплекс предложений по использованию отходов и глинисто-солевых шламов. Среди них - производство поваренной и кормовой соли, каустической и кальцинированной соды, хлора и натрия, получение медленно-растворимых удобрений из солевых шламов. Последние могут также использоваться в качестве буровых растворов, для приготовления противопожарных красок в литейном производстве, для сокращения расхода цемента при производстве бетона, дорожных бетонных покрытий и т.д.

В то же время отходы продолжают накапливаться на поверхности, и эта тенденция сохранится в ближайшей перспективе. В этой связи, наряду с технологическими мероприятиями, требуются разработка и реализация комплекса средозащитных мер, направленных на предотвращение или ограничение распространения загрязняющих веществ в окружающей среде, а также ландшафтно-планировочных, предусматривающих ландшафтную и хозяйственную организацию территории с учетом степени загрязнения природной среды и изменения ландшафтных условий в результате просадочных явлений.

9 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ЛЕСА БЕЛАРУСИ

Леса - национальное богатство Беларуси, один из основных природных ресурсов государства. Третья часть территории республики покрыта лесами.

В состав природной флоры Беларуси входят 28 видов деревьев, 42 вида кустарников, свыше 820 видов травянистых растений. Лесные фитоценозы представлены 203 типами.

Леса в республике являются центральным звеном охраны природной среды. Среди всех природных комплексов они обладают максимальной способностью стабилизации и выравнивания природных процессов. Поэтому лес является той основой, тем природным каркасом, который способствует выживанию человечества, сохранению его при условии бережного отношения к лесу, улучшению состояния природного потенциала. Такая оценка подтверждается активной позицией и участием Беларуси в Хельсинском процессе, ряде международных конференций, комиссий, работающих под эгидой ООН, других акциях международного сообщества, относящихся к сохранению и приумножению богатства лесов.

В управлении лесным комплексом страны достигнуты позитивные результаты: улучшается структура и повышается продуктивность лесов, сделаны реальные шаги по сохранению биологического и ландшафтного разнообразия. Практические подходы к обеспечению устойчивого ведения лесного хозяйства и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия лесов заложены в Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь, Стратегическом плане развития лесного хозяйства Беларуси, разработанном в 1997 г. группой белорусских специалистов в содружестве и при финансовой поддержке партнеров из Швеции и Финляндии.

Стратегический план предусматривает обеспечение стабильного функционирования лесных экосистем, сохранение их биологического, генетического, видового и ландшафтного разнообразия, повышение экологического и ресурсного потенциала, устойчивое использование настоящим и будущим поколениями граждан Беларуси многообразных ценных древесных и недревесных лесных ресурсов, усиление роли леса в биосферной охране окружающей среды.

Сложившиеся природные и социальные условия Беларуси благоприятствуют формированию и сохранению на ее территории ряда редких и находящихся под угрозой уничтожения в Европе экосистем

и видов животных и растений. По сравнению с соседними странами, в республике велика сохранность естественных ландшафтов. Все леса в Республике Беларусь - собственность государства.

Многообразие целевых функций лесов отражено в распределении их на группы и категории защитности. К первой группе относятся леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях (заповедники, национальные парки, заказники, памятники природы республиканского значения), леса особо ценных участков, имеющие генетическое, научное, историко-культурное значение, а также леса, выполняющие водоохранные, защитные, санитарно-гигиенические и оздоровительные функции.

Остальные леса, которые предназначены преимущественно для выращивания и промышленной заготовки древесины, относятся ко второй группе.

В составе обеих групп лесов могут выделяться особо защитные участки с ограниченным режимом лесопользования, на долю которых приходится около 10 % покрытых лесом земель. Вне зависимости от групп и категорий защитности лесов, создаются также заказники и памятники природы местного значения, играющие значительную роль в сохранении биоразнообразия лесов.

Распределение лесов по территории страны весьма неравномерно, лесистость отдельных административных районов варьирует от 10 % (Несвижский район) до 62 % (Лепельский район). Это определяет необходимость по дальнейшему увеличению площади лесов. Кроме того создаются новые леса на землях, вышедших из - под сельскохозяйственного пользования вследствие их низкой продуктивности и загрязнения в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. К 2015 году планируется довести лесистость страны до 40 % (сейчас - 37,8 %).

Леса Беларуси сформированы следующими основными породами: сосной обыкновенной, елью европейской, дубом черешчатым, ольхой черной и серой, березой повислой и пушистой, осиной, ясенем. Кроме того в лесах встречаются вяз шершавый, вяз гладкий, граб обыкновенный, клен остролистный, липа мелколистная и другие древесные породы. Средний возраст древостоев леса - 44 года, средний запас на 1 га - 175 м³. Около 25 % лесов страны создано искусственно - это лесные культуры, главным образом, из сосны обыкновенной и ели европейской.

Огромное влияние на леса оказывает деятельность человека вне лесных территорий и даже за пределами Беларуси. Чернобыльская ка-

тастрофа, произошедшая на территории соседней Украины, привела к загрязнению радионуклидами около 25 % площади лесов Беларуси, нанесла огромный социально - экономический ущерб. Существенное влияние на леса оказывают промышленные выбросы. Ежегодно на леса страны выпадает до 400 тыс. т промышленных эмиссий. Осушение, проведенное на 230 тыс. га лесов, само по себе сказалось на их состоянии не столь серьезно, как осушение сельскохозяйственных земель на площади свыше 3 млн. га, приведшее к изменению водного режима и климата целых регионов страны.

Оценка состояния лесных экосистем в масштабе страны осуществляется в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды, а также в ходе ведомственного контроля службами Министерства лесного хозяйства.

Динамика состояния лесов на территории Беларуси в последние годы неоднозначна. Состояние сосновых лесов, формирующих основу лесного покрова Беларуси, в целом продолжает улучшаться. Особенно значительное улучшение отмечено в молодых (до 60 лет) сосняках. Существенно возросла доля неповрежденных деревьев. Количество погибших учетных деревьев уменьшилось. Территориально сосна сильнее повреждена в юго-западном, северном и восточном регионах страны.

Наоборот, состояние ельников продолжает ухудшаться: сокращается численность неповрежденных деревьев, особенно в древостоях старше 60 лет. При этом, однако, количество средне- и сильноповрежденных особей несколько снизилось. Вместе с тем вновь наметилась тенденция роста числа погибших деревьев, особенно среди елей старше 60 лет, наиболее поврежденных влиянию короеда-типографа. В целом по стране отмечено существенное снижение устойчивости популяции ели в регионе. В результате деятельности типографа темпы гибели высоковозрастных деревьев ели превысили критический предел в 3-13 раз в лесах всех областей Беларуси, кроме Витебской. **Лесопатологической службой Министерства лесного хозяйства отмечена резкая активизация очагов массового размножения короеда-типографа и формирование новых очагов практически во всех лесхозах Беларуси, где произрастает ель. К числу территорий, вызывающих особое опасение, продолжает относиться Национальный парк “Беловежская пуща”, где высоковозрастные (старше 160 лет) древостои сосны и ели обладают пониженной устойчивостью к неблагоприятным воздействиям внешней среды. Пострадали и леса Национального парка “Припят-**

ский”, хотя на его территории гибель лесов связана прежде всего с проблемой их затопления или повторного заболачивания.

Состояние всей совокупности лиственных пород на территории Беларуси в последние годы можно считать удовлетворительным: в их составе преобладает группа слабо-поврежденных деревьев. Однако в ряде регионов имеют место и негативные моменты: в высоко-возрастных древостоях дуба и черной ольхи значительна доля деревьев высокой степени повреждения и периодически отмечается гибель большого числа деревьев. Леса с доминированием ольхи черной, наряду с дубравами и ельниками принадлежит к числу наиболее проблемных лесных формаций. Произрастая в условиях высокой водообеспеченности, они весьма чувствительны к изменениям водного режима территорий, в особенности на ранее осушенных площадях, где неустойчив режим почвенно-грунтовых вод. Наиболее чувствительны к изменениям водного режима высоко-возрастные черноольшаники. Заметно улучшилось состояние ольхи в возрасте до 60 лет, а в высоко-возрастных черноольшаниках получил дальнейшее развитие процесс их деградации. Если в молодых черноольховых лесах доля неповрежденных особей выросла с 78 до 92 %, то в старых черноольшаниках она, напротив упала с 79 до 74 % при заметном росте количества сильноповрежденных и погибших деревьев.

Лесопатологическая обстановка в лесах республики в последние годы характеризовалась устойчивой тенденцией к ухудшению. Негативное воздействие комплекса факторов среды нарушило стабильность и механизмы саморегуляции лесных экосистем и вызвало ослабление насаждений, снизило их биологическую устойчивость к воздействию вредных организмов. Создались благоприятные условия для массового размножения и развития различных видов вредителей и болезней.

Произошло увеличение площадей погибших древостоев с 8 тыс. га (с учетом пожаров) до 10,5 тыс. га. При анализе сезонной динамики гибели насаждений выявляются большие объемы усыхания еловых насаждений во второй половине года, обусловленные жаркой погодой, создавшей возможность успешного развития стволовых вредителей ели. От воздействия неблагоприятных погодных условий утратили устойчивость и погибли насаждения на площади более 9 тыс. га.

Анализ данных лесопатологического мониторинга в лесах республики указывает на рост площадей очагов вредителей и болезней со 164 тыс. до 200 тыс. га. Изменились соотношения площа-

дей очагов размножения вредителей в хвойных и лиственных насаждениях с резким увеличением масштабов в пользу первых.

Зеленые насаждения играют важную роль в формировании оптимальной среды обитания на урбанизированных территориях, выполняя санитарно-гигиенические, рекреационные, эстетические, почвозащитные, водоохранные и другие функции. **Древесные растения обладают высокими газопоглотительными и аккумулялирующими способностями: в среднем за день 1 га лесных насаждений поглощает до 220-280 кг CO₂ и выделяет 180-200 кг кислорода. В зеленых зонах микрорайонов запыленность воздуха снижается на 40-50 %, при этом улавливается до 70-80 % вредных аэрозолей.** Линейные посадки деревьев и кустарников вдоль дорог снижают концентрацию пыли в транспортной зоне на 10-15 %. Кроме того они обладают высокими шумозащитными свойствами, что используется при организации противозумовых барьеров на магистралях, улицах и в жилых кварталах. Анализ реестров зеленых насаждений показывает, что в городах Беларуси насчитывается более 50 парков культуры и отдыха, около 200 городских и районных парков, более 60 лесопарков, около 1000 садов и скверов. Необходимо отметить незначительное количество таких интересных форм озеленения как дендрарии, ботанические и зоологические сады. Удельный вес крупных лесных массивов в общей площади озелененных пространств городов Беларуси составляет в среднем для малых городов - 17 %, средних - 3,3 %, больших и крупных - 32 %. Эти показатели сильно отличаются от рекомендуемых (80 %).

Роль лесного хозяйства как базовой отрасли лесного комплекса в обозримой перспективе должна возрасти. Уже к 2010 году лесное хозяйство будет в состоянии не только полностью обеспечить внутренние потребности в древесине и других продуктах леса, но и поставить на внешний рынок в виде продукции переработки от 2,5 до 3,0 млн. м³ древесины.

Стратегическими целями в части развития лесной экологии являются обеспечение стабильного функционирования лесных экосистем, сохранение биологического и генетического разнообразия лесов, повышение эколого-экономического потенциала лесного сектора экономики, устойчивое использование настоящим и будущим поколениями граждан Беларуси многообразных древесных и недревесных лесных ресурсов, усиление роли леса в сохранении биосферы.

Устойчивость лесных экосистем определяется спецификой и уровнем их биоразнообразия. Структура биологического разнообразия лесов Беларуси в значительной мере обусловлена их расположением на стыке двух зон растительности: хвойных и лиственных лесов.

Генетическое разнообразие, определяемое через индивидуальное и межпопуляционное разнообразие, в лесах Беларуси исследовано только для двух основных лесообразующих видов: сосны обыкновенной и ели европейской. Установлено, что уровень генетического разнообразия сосны не ниже, а ели - выше, чем в сопредельных странах. Для сохранения наиболее ценных в хозяйственном отношении популяций созданы лесные генетические резерваты на площади более 4 тыс. га.

Сохранение биологического и генетического разнообразия лесов Беларуси является приоритетной задачей. Для этого необходимо:

1. Реализовать узаконенный в Лесном кодексе Республики Беларусь принцип сохранения и рационального использования биологического разнообразия как обязательного элемента лесной политики, включающего экологизацию лесохозяйственной деятельности, сертификацию систем лесовыращивания, формирование эколого-экономического механизма управления лесным хозяйством.

2. Осуществить оптимизацию сети особо охраняемых природных территорий путем создания в перспективе заповедников и национальных парков во всех геоботанических округах и инвентаризации существующих заказников, преследуя в первую очередь цели поддержания и возобновления жизнеспособных популяций видов в их естественных условиях произрастания.

3. Обеспечить сохранение лесных генетических ресурсов путем организации лесных генетических резерватов на основе прямой оценки генетического разнообразия, используя методы молекулярной генетики.

10 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В БЕЛАРУСИ

Проблема вымирания видов, замена либо вытеснение одних видов другими - естественный эволюционный процесс, который всегда имел место в природе. Однако процессы вымирания видов (уменьшения

биоразнообразия) приобрели в настоящее время угрожающие масштабы как результат мощного антропогенного воздействия человека на природу. По мнению ученых, происходит наиболее интенсивное за последние 65 млн. лет исчезновение видов, и если не предпринять никаких мер к спасению, то к 2020 году пятая часть видов растений и животных могут исчезнуть с лица земли. Эта общая тенденция подтверждается ситуацией в Беларуси. Так, изменения абиотических факторов и воздействие человеческой деятельности, особенно в последнее столетие, привели к тому, что только с начала 17 века на территории Беларуси исчезло более 20 видов наземных позвоночных. Среди них два вымерших на Земле вида: лесной бык-тур и дикая лошадь- лесной тарпан. Перестали встречаться соболь, песец, россомаха, лань, лесной кот, выхухоль, дрофа, стрепет, каравайка, колпица, розовый пеликан, 11 видов рыб (белуга, русский осетр, балтийский осетр и др.). За последние 80 лет нет подтверждения находок 238 ранее обитавших видов почвенных беспозвоночных животных. Из флоры Беларуси за последние 100-120 лет под влиянием комплекса антропогенных факторов выпало 46 видов аборигенных сосудистых растений и примерно столько же - из состава флоры мхов.

Почему же так важно сохранять все виды, в чем их ценность по отношению к природе и человеку?

Во-первых, - биологические ресурсы (ягоды, грибы, древесина и т.д.) - единственные ресурсы, которые могут воспроизводить себя бесконечно, а поскольку общество движется в сторону устойчивого развития, сохранение биоразнообразия станет для будущего развития человечества одним из ключевых факторов.

Во-вторых, сельское хозяйство (как основа питания человека) зависит от биоразнообразия (во всем мире для производства сельскохозяйственной продукции используется не многим более 100 видов растений), которое является потенциалом для дальнейшего развития сельского хозяйства.

В-третьих, существует определенная зависимость между уровнем биоразнообразия и стабильностью существования систем. Высокий уровень биоразнообразия - основа стабильного существования биоценозов, экосистем, поскольку каждый вид существует лишь как часть экосистемы с ее сложными внутренними связями. Нельзя сохранить отдельный вид, не сохранив всю совокупность сопровождающих его взаимодействий, в том числе и с другими видами (то есть исчезновение какого-то одного вида может привести к необратимым последствиям внутри данной экосистемы).

Человечество не сразу оценило возможные масштабы катастрофы, которая могла бы произойти, не осознав мы своевременно своей роли (как негативной, так и позитивной) в вопросах сохранения биоразнообразия. Поэтому в 1986 году на научном форуме в США впервые была подробно обсуждена проблема биологического разнообразия, а спустя 6 лет в Рио-де-Жанейро подписана соответствующая международная конвенция. На протяжении 15 лет данная концепция является ведущей парадигмой в ботанических, зоологических и экологических исследованиях, а также в широком спектре природоохранной деятельности. Беларусь в числе 145 стран подписала конвенцию о биологическом разнообразии в ходе конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года). В 1993 году она была ратифицирована республикой, а в 1997 году принята Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь.

В классическом понимании биологическое разнообразие определяются как разнообразие видов сообществ и природных комплексов (ландшафтов). Биологическое разнообразие означает вариабельность живых организмов из всех источников, в том числе наземных, морских и иных водных экосистем и экологических комплексов, частью которых они являются. Это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем.

Структурные уровни биологического разнообразия включает в себя:

- 1. Разнообразие организмов (как таксономическое - вид, род, и т.д., так и типологическое - по определенным признакам);**
- 2. Разнообразие сообществ;**
- 3. Разнообразие территориальных сочетаний организмов, т.е. флоры и фауны определенных территорий;**
- 4. Разнообразие экосистем и природных комплексов (ландшафтов).**

Основной опорной единицей является вид. Биологическое разнообразие Беларуси постоянно сокращается и трансформируется. Антропогенные факторы могут вызвать изменения, не совпадающие с характером, и темпами природного исторического развития растительного и животного мира, с направлением естественного эволюционного процесса. Следствием этого можно выделить две группы факторов, влияющих на уровень биоразнообразия: факторы, связанные с

хозяйственной деятельностью человека, и факторы естественной угрозы.

К факторам, связанным с хозяйственной деятельностью человека, можно отнести следующие:

1. Прямая антропогенная элиминация видов. В первую очередь это относится к животным, являющимся объектами охоты;

2. Исчезновение или сокращение числа местообитаний, особенно специфических (низинных болот, пойм рек, высоковозрастных широколиственных лесов и т. д.). Характерный пример - вертлявая камышовка, занесенная в Международную Красную книгу. Это единственный вид, наибольшая ответственность за сохранение которого находится в руках белорусов: 60 % мировой популяции вертлявой камышовки гнездится на остатках наших низинных болот в Полесье;

3. Опосредованное исчезновение видов в результате воздействия человека и в первую очередь загрязнения природной среды. Ряд видов (например, многие лишайники и мхи) являются высокочувствительными к такому загрязнению и погибают уже при относительно небольших концентрациях вредных веществ в воздухе, воде и почве;

4. Вытеснение аборигенных видов интродуцированными и заносными (чужеродными видами). В Беларуси в 20 веке были акклиматизированы американская норка и енотовидная собака, которые вызвали непредвиденные перестройки животного мира белорусских экосистем. В результате практически вымерла аборигенная европейская норка, а лесной хорек, горностай и водяная полевка остались только в местах, которые этим хищникам не подходят по экологическим характеристикам. Аналогичная ситуация и с интродуцированным в Беларуси для хозяйственного использования (как корм для крупного рогатого скота) борщевиком Сосновского. Это мощное с широкими сочными листьями растение, чем-то напоминающее лопух, которое буквально, где бы не поселилось, вытесняет травянистые растения, образует сплошные заросли почти в человеческий рост.

На фоне антропогенной составляющей уменьшения биоразнообразия существуют и естественные виды угроз:

1. Глобальные изменения состояния окружающей среды - за последние 100 лет в Беларуси наблюдается устойчивый рост температуры воздуха в различных районах республики и увеличение годовой нормы осадков более, чем на 100 мм (около 20 % нормы). Примером явного прямого влияния глобального потепления климата на фауну служит быстрое сокращение ареала и численности белой куропатки, появление на территории Беларуси новых видов птиц, типичных для

степной и лесостепной зоны. В результате глобальных климатических изменений и трансформации экосистем многие реликтовые виды и виды, находящиеся на границе ареала (например, королевский древо-видный папоротник), не выдерживают конкуренцию, вытесняются другими видами и способны существовать лишь в экотонах (промежуточных участках) и нарушенных местообитаниях.

2. Естественная эволюционная смена видов флоры и фауны. Меняются условия, происходит естественное отступление на север лесов, на смену им все активнее проникают на территорию Беларуси степная растительность и сопутствующие виды.

Конкурентные взаимоотношения между видами могут приводить к вытеснению определенных видов из экосистем и замещению одних видов другими.

В процессе исторического развития природы Беларуси наибольшее разрушающее влияние на нее стали оказывать два антропогенных процесса:

1. **Вырубка и изменение структуры лесов.**

2. **Осушение болот.**

В результате мелиорации около половины видов птиц, предпочитающих околотоводно-болотные местообитания, стали редкими и занесены в Красную книгу Республики Беларусь. Полное исчезновение на территории республики грозит и реликтовым видам степного комплекса. Что касается флоры, то наибольшие ее потери характерны для видов, произрастающих на болотах и водоемах, а также видов, приуроченных к тенистым широколиственным лесам, заболоченным лугам, ключевым и приручейным участкам.

Основой сохранения биоразнообразия вообще является разнообразие видов. **В настоящее время в Беларуси известно около 12 тыс. видов растений, а также около 30 тыс. видов животных. Почти 80 % видового богатства растений составляют грибы и водоросли. Более 90 % видового разнообразия животных приходится на насекомых.** Следует отметить, что степень изученности таксономических групп крайне неравномерна. Наименее изученными, как у нас, так и в Европе, являются насекомые, водоросли, грибы, лишайники.

Основным документом, в соответствии с которым, осуществляется юридическая охрана редких и исчезающих видов в республике является Красная книга. На данный период на национальном уровне охраняются 214 видов растений и 182 вида животных, включенных во второе издание Красной книги Республики Беларусь (1993г.).

Одним из основополагающих показателей для изучения и сохранения биоразнообразия для любой территории является его пространственное распределение. Крайне важно знать, много или мало данного количества видов на определенной территории. Накопленный фактический материал по пространственному распределению отдельных популяций редких и охраняемых видов животных и растений огромен. На основе анализа местонахождений 5700 популяций редких видов животных и растений по материалам Красной книги составлены предварительные схемы распространения разнообразия редких видов на территории республики, которые могут послужить основой для дальнейшего развития концепции о центрах биоразнообразия.

Помимо редких и исчезающих видов в сохранении нуждается все многообразие организмов в каждом районе, ландшафте, природном комплексе. Для этого на Западе широко применяется концепция ключевых биотопов. Например, территория Финляндии разбита примерно на 40 тыс. ключевых участков, каждый из которых важен для сохранения биоразнообразия. Основополагающим в этой концепции является утверждение о том, что для устойчивого и длительного существования экологических систем крайне необходимо исторически определенное максимальное видовое разнообразие слагающих эти системы элементы (микроэкоотопы, сообщества и др.). Для выявления этих составляющих требуется длительная работа специалистов высокой квалификации. Шаг за шагом необходимо создание нормальных условий для существования каждого вида в каждом районе.

Ключевые биотопы - это участки, характеризующиеся повышенным уровнем биологического и биотопического разнообразия. Они предназначены для сохранения в полном объеме существующего видового разнообразия, создания условий для его воспроизводства и увеличения, а также для его распространения на сопредельные территории. Совокупность таких участков образует экологический каркас лесной территории.

В связи с сохранением биоразнообразия в Беларуси уделяется повышенное внимание проблеме инвазийных и интродуцированных видов. Сейчас инвазийных (заносных) видов растений в флоре республики насчитывается около 3304 и число их постоянно увеличивается. Это подтверждается и тем, что наибольшее разнообразие инвазийных видов растений наблюдается в зонах крупных промышленных городов, где сконцентрированы транспортные узлы, крупные перерабатывающие предприятия.

На территории Беларуси интродуцировано около 1,5 тыс. видов и форм древесных, кустарниковых и более 5 тыс. видов, форм и сортов травянистых растений. Эти растения распределяются на 5 групп: пищевые, кормовые, технические, лекарственные и декоративные. Отдельные интродуцированные растения как дичающие расселились не только в антропогенных, нарушенных, но и в естественных фитоценозах. Некоторые из них (например, борщевик Сосновского, клен американский, элодея канадская), не встречая значительной конкуренции среди аборигенных видов в соответствующих местообитаниях, могут представлять реальную угрозу для естественной флоры. При этом происходит не только вытеснение экологически и ценотически близких видов естественной флоры, но и изменение структуры, свойств растительных сообществ. Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь выделяют проблему интродукции и инвазии (интервенции) чужеродных видов как одну из существенных угроз естественному биологическому разнообразию.

11 СОСТОЯНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ЖИВОТНОГО МИРА БЕЛАРУСИ

Животный мир - неотъемлемый компонент живой природы - важнейший биологический ресурс, наше национальное и мировое достояние. Исключительно велико средообразующее значение многочисленных представителей животного мира, обеспечивающих формирование плодородия почв, биологическую очистку вод, опыление цветковых растений, трансформацию органического вещества в природных и антропогенных экосистемах, а также само существование и функционирование всех типов природных экосистем. Общеизвестна и велика роль животных как источника продуктов питания, сырья для легкой промышленности, производства лекарственных препаратов, материала для селекции домашних животных.

Потенциально все представители животного мира могут рассматриваться как экологический ресурс, однако на практике к ресурсным принято относить диких животных уже сейчас используемых для различных целей.

В настоящее время разнообразие животного мира Беларуси представлено 462 видами позвоночных животных и более 30 тыс. видов беспозвоночных животных различных групп. Млекопи-

тающие представлены 73 видами. Среди них одним из уникальных является беловежский зубр, численность которого сейчас достигла более 470 особей. В лесах северной части республики обитает не менее 100 медведей. В отличие от большей части территории Европы, где волк истреблен, в Беларуси насчитывается около 2 тыс. особей. Наибольшим разнообразием среди позвоночных животных отличается фауна птиц. Она включает 307 видов, из которых 225 гнездится на территории республики. Фауна птиц в два раза превышает число видов млекопитающих, пресмыкающихся и земноводных вместе взятых. Так как географическое положение и климатические условия обусловили преобладание на территории Беларуси лесных и околоводных экосистем, фауна птиц представлена в основном лесными видами и обитателями влажных территорий - по бережиям рек и озер, верховых и низинных болот.

Фауна пресмыкающихся и земноводных представлена соответственно 7 и 13 видами. Из пресмыкающихся встречается 1 вид черепах, 3 вида ящериц и 3 вида змей. Из амфибий в Беларуси обитает 2 вида тритонов и 11 видов отряда бесхвостых (лягушки, жабы, жерлянка, чесночница, квакша). Границу ареала, проходящего на территории Беларуси, имеют краснобрюхая жерлянка, обыкновенная квакша и камышовая жаба. В составе ихтиофауны 59 видов рыб, из которых 45 относится к аборигенным, остальные завезены для акклиматизации и разведения.

Фауна беспозвоночных животных Беларуси характеризуется намного большим числом видов по сравнению с фауной позвоночных, но исследована в значительно меньшей степени. Особенно выделяется разнообразием класс насекомых, что вполне понятно, так как они составляют более 90 % всех видов животных, населяющих Землю.

Ряд представителей фауны республики имеют ресурсное значение и используются в хозяйственной деятельности. На территории Беларуси к ресурсным видам животных из позвоночных относятся 20 видов млекопитающих, 32 вида птиц, 1 вид рептилий, а из беспозвоночных - виноградную улитку, которую, начиная с 90-х годов, заготавливают в существенных количествах. Огромное ресурсное значение в хозяйстве республики имеют рыбы, более 50 % видов которых являются объектами промысла.

Из млекопитающих Беларуси наибольшее ресурсное значение имеют лось, кабан, косуля, зайцы (русак и беляк), белка, лисица, бобр, ондатра, куница, американская норка, олень и др. Контроль за состоянием популяций и планирование изъятия в системе охот-

ничьего хозяйства осуществляется на основе учетов численности наиболее ценных видов охотничьих животных. Однако по большинству видов точность результатов этих учетов пока невелика, к тому же они не охватывают всю территорию республики.

Состояние и тенденции изменения численности парнокопытных и бобра обусловлены главным образом изменениями местообитаний, а также браконьерством и сильным прессом волка. По понятной причине невозможно точно установить количественные показатели незаконной добычи лицензионных видов животных, но, несомненно, они очень велики и по расчетам приблизительно в 2-3 раза превосходят официальные показатели разрешенной добычи. Для предупреждения нарушения популяционной структуры и восстановления численности животных с 1996 г. введены ограничения на добычу основных охотничьих видов млекопитающих (лося, бобра, кабана), что отразилось на динамике численности этих видов в последующие годы.

Наблюдаемая в последние годы тенденция роста численности зайцеобразных, в основном зайца-русака, обусловлена резким снижением внесения минеральных удобрений, пестицидов и гербицидов в агроценозы. Численность лисицы, несмотря на достаточно высокий процент изъятия (30-34 %), держится на относительно стабильном, высоком уровне. Численность ряда других видов млекопитающих (особенно пушных - ондатра и др.) резко снизилась вследствие браконьерства, некоторых (крот, белка, горностай, куница) - увеличилась, поскольку охота на них в последние годы стала нерентабельной.

Наиболее массовой группой птиц, используемых для спортивной охоты, являются водоплавающие. Заметное сокращение численности большинства видов водоплавающих в Беларуси и во всех соседних регионах происходило в 1950-1960 гг. В последние годы численность основных охотничьих видов утиных птиц начала стабилизироваться, а редких охраняемых видов и некоторых мало популярных объектов охоты даже возрастать. Основными причинами этого считаются:

1. Развитие в Беларуси сети охраняемых водно-болотных территорий и усиление общих мер охраны птиц.
2. Улучшение системы ведения охотничьего хозяйства, регламентация сроков охоты и размеров добычи дичи.
3. Повышение степени адаптации птиц к хозяйственно изменяемой среде.
4. Расширение области зимовок водоплавающих птиц на территории республики, приведшее к быстрому возрастанию видового разнообразия зимующих птиц и их численности.

Для видов водоплавающих птиц характерно неравномерное распределение на территории в соответствии с расположением водно-болотных угодий. Больше половины видов водоплавающих птиц находится на болотах и поймах рек, соответственно 28,5 и 21,8 %.

Особенно это становится заметным в послегнездовой период, когда выводки объединяются в стаи и образуют в наиболее предпочитаемых местах значительные скопления. Выявление таких мест концентраций и их охрана являются одной из важнейших мер по сохранению и рациональному использованию ресурсов охотничьих птиц.

Среди всех видов боровой дичи глухарь имеет особое значение и является наиболее желанным охотничьим трофеем. С середины 60-х годов в Беларуси произошло заметное снижение численности глухаря, затронувшее и заповедные территории. К 90-м годам негативные тенденции замедлились, численность вида стабилизировалась, а к концу 90-х годов увеличилась, достигнув 8,0-8,5 тыс. особей. Это объясняется тем, что охватывающие значительные территории послевоенные посадки сосны достигли оптимального для глухаря возраста - что увеличило площадь пригодных для него угодий.

В южных районах республики крупномасштабная мелиорация Полесья и последовавшая за ней интенсификация хозяйственного освоения территорий привели к значительным изменениям условий обитания глухаря и вызвали быстрое сокращение его численности. Среди ведущих факторов определены такие, как ускорение сукцессионных изменений местообитаний из-за нарушения гидрорежима в заболоченных и пограничных с болотами лесных массивов, усиление эксплуатации лесных массивов, расширение сети дорог, расчленение лесоболотных массивов обширными сельскохозяйственными территориями на фрагменты.

Кроме глухаря из видов боровой дичи определенное значение имеют рябчик, тетерев и вальдшнеп. Однако, в настоящее время интерес к ним значительно снизился, а репрезентативный учет запасов и добычи отсутствует.

Численность полевой пернатой дичи, к которой относятся серая куропатка и перепел, подвержена очень сильным колебаниям по годам. Тем не менее, достаточно корректного и регулярного учета их численности и добычи в период охоты до сих пор не налажено.

В последние годы в использовании охотничьих ресурсов фауны наметился ряд тенденций. Во - первых возросло незаконное (браконьерское) изъятие копытных видов. Во - вторых, заметно снизилось изъятие пушных видов вследствие снижения рыночной стоимости пуш-

нины, а также уменьшилось изъятие нерентабельных видов (водоплавающие, голуби, кулики, зайцы, лисица).

К другим промысловым видам фауны относятся: гадюка обыкновенная, жаба серая и жаба зеленая, виноградная улитка. Гадюка обыкновенная - один из ценных видов наземных позвоночных животных Беларуси, яд которой наиболее часто используется для производства випраксина и других лекарственных препаратов. Ранее промысел вида практически не контролировался, хотя известны массовые отловы гадюки на верховых болотах Брестской области в 60 - 70 е годы. До недавнего времени добывалось ежегодно около 1 - 2 тыс. особей. Сейчас официальная добыча почти прекратилась. Дальнейшее состояние этого ценного промыслового вида будет зависеть от оптимизации отношения к природным биологическим ресурсам, развитие сети особо охраняемых территорий, сохранения мозаичности ландшафтов. Очень важной также является отработка технологии содержания змей в серпентариях и получение яда.

Жаба серая, или обыкновенная, и жаба зеленая имеют перспективное промысловое значение в связи с использованием их яда для получения кардиостимулирующего лекарственного средства. Разработка кардиотропного препарата ведется сотрудниками кафедры биохимии Белгосуниверситета, научно-фармацевтического центра “Белмедпрепараты” и Государственного малого научно - производственного предприятия “Григ” Института зоологии Национальной академии наук Беларуси. Плотность населения серой жабы в лесных биотопах составляет 15 - 200 особей на 1 га. В местах скоплений, особенно при нерестовых миграциях - до 800 - 1200 особей на 1 га. Зеленая жаба - обитатель открытых пространств (луга, поля) имеет плотность населения 5 - 30 особей на 1 га. Получение яда возможно непосредственно в природе, после чего жабы выпускаются. Это очень важное обстоятельство, учитывая биоценотическое значение жаб, их роль в истреблении вредителей (беспозвоночных) лесного и сельского хозяйства.

Виноградная улитка - вид который начал использоваться в Беларуси в качестве промыслового с начала 90-х годов. Заготовленные улитки поступают в основном на экспорт.

В настоящее время выявлено и взято на учет на территории Гродненской области около 100 точек локализации улитки, а в Витебской области - около 75 точек. Оцененный биологический запас улитки составлял в 1996 г. на территории Гродненской области более 130 тонн, Витебской - 244 тонны, что составляет более 70 % предполагаемого

общего запаса этого вида в Беларуси. Однако, значительная часть республики еще не обследована и учет запасов улитки далеко не завершен.

Наиболее предпочитаемыми местообитаниями улитки считаются старые парки, предположительно как центры интродукции данного вида. Более 70 % существующих в настоящее время в Гродненской области парков имеют устойчивые популяции улитки, биологический запас которой здесь составляет около 15 т. Предпочитаемыми местообитаниями улитки в Беларуси являются также поймы рек и озер.

Характерной особенностью сложившихся к настоящему времени ихтиокомплексов Беларуси является высокая численность малоценных и низкая численность ценных промысловых видов рыб. Основу (до 80 %) промысловых уловов озерно-речной рыбы в последние годы составляли малоценные виды рыб (плотва, окунь, густера, ерш и др.), тогда как улов ценных видов (щука, лещ, судак, угорь и др.) редко превышая 20 % общей величины улова.

Основной лов рыбы ведется на озерах - более 70 % от общего улова. Из рек вылавливается 17 %, из водохранилищ - около 9 % улова рыбы.

Средний улов рыбы из озер, водохранилищ и рек составляет в среднем по республике - 1,5-2,0 тыс. тонн. При этом средняя рыбопродуктивность озер составляет около 10 кг/га, водохранилищ - 10-15 кг/га, рек - 100-120 кг/км.

Для рыбохозяйственных целей субъектам хозяйствования с различными формами собственности предоставлено в пользование около 120 тыс. га озер и водохранилищ и 2,9 тыс. км рек. Ежегодный улов из этих водоемов достигает 20 тыс. ц. и более.

Несмотря на снижение промыслового улова рыбы, довольно стабильным остается улов, производимый рыболовами-любителями. По имеющимся оценкам, объем вылавливаемой ими рыбы превышает промысловый более чем в 3 раза.

В Беларуси созданы благоприятные условия для осуществления деятельности по охране биологического разнообразия. Республика присоединилась ко всем основным международным конвенциям в области охраны биоразнообразия:

1. Конвенция о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 1992 г.);
2. Конвенция по международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (Вашингтон, 1973г.);

3. Конвенция о защите мирового и культурного наследия (Париж, 1971 г.);

4. Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих видов птиц (Рамсар, 1971 г.).

Специальными законодательными актами, регламентирующими охрану и использование ресурсов биологического разнообразия являются Законы Республики Беларусь:

1. “Об охране окружающей среды” (1992 г.);

2. “Об охране и использовании животного мира” (1997 г.);

3. “Об особо охраняемых природных территориях” (2000 г.);

4. Красная книга Республики Беларусь (1993 г.).

Второе издание Красной книги Беларуси (1993 г.) включает 396 видов, находящихся под угрозой, в том числе 182 вида животных и 214 видов растений. Кроме того, особым списком в Красную книгу включено 36 редких и хозяйственно полезных видов растений, которых нуждаются в профилактической охране.

В пределах республики в соответствии с требованиями Красной книги выявлено и принято под охрану землепользователями 1580 мест обитания 77 видов животных и 777 мест произрастания 99 видов растений.

Ряд редких животных (особенно птиц) кроме национального, имеют международный охранный статус и охраняются в соответствии с международными конвенциями, к которым присоединилась Беларусь.

12 ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ НА ФАУНУ БЕЛАРУСИ

В комплексе антропогенных факторов, воздействующих на природные экосистемы, после аварии Чернобыльской АЭС, значительно возросла роль радиоактивного загрязнения. Его влияние на фауну, являющуюся наиболее чувствительным элементом биоты, реализуется как через реакции животных на дополнительное облучение, так и через группу вторичных радиоэкологических факторов. Конечный итог определяется взаимодействием этих факторов, количественные характеристики и удельный вклад которых неодинаковы на различных по степени загрязненности и режимности территориях. Кроме того, интенсивность действия существенно изменяется во времени. К настоя-

щему времени радиационная обстановка заметно стабилизировалась, дозовые нагрузки заметно снизились, в то время как экологическая ситуация характеризуется высоким динамизмом. В природной среде происходят интенсивные процессы постантропогенной сукцессии растительного покрова, что в свою очередь, сказывается на состоянии многих видов и групп видов животных.

Процессы накопления радионуклидов дикими животными в целом отражают характер распределения радионуклидов и тенденции их динамики в среде обитания. Поэтому наиболее заметное снижение содержания радионуклидов, причем с наименьшими различиями между таксонами, отмечено у гидробионтов, что обусловлено менее загрязненной и более однородной по сравнению с наземными экосистемами средой. По абсолютным значениям содержания радионуклидов и скорости их уменьшения, животные, условия жизни которых связаны как с водной, так и наземной средой (амфибии, полуводные млекопитающие), более близки обитателям водных, чем наземным экосистем.

Высокая мозаичность радиоактивного загрязнения территории в совокупности с миграционными способностями животных накладывают свой отпечаток на особенности накопления радионуклидов и у животных наземных экосистем. **Как непосредственно после аварии, так и в настоящее время максимальные уровни содержания радионуклидов отмечены у тех групп животных, которые имеют наиболее плотный контакт с загрязненной средой - мышевидных грызунов и почвенных беспозвоночных животных.** Аналогичная зависимость уровней содержания радионуклидов от плотности загрязнения местности прослеживается и у охотничье - промысловых млекопитающих. Высокий уровень радиоактивного загрязнения промысловых животных предопределяет необходимость принятия мер для предотвращения попадания загрязненной продукции к человеку. Рекомендовано не проводить охотдеятельность в наиболее загрязненных районах, специализировать ведение охотничьего хозяйства на древесноядные виды на слабозагрязненных территориях и, соблюдая в относительно чистых регионах обычный режим охотпользования, продолжать проведение радиометрического контроля добываемой охотпродукции.

В целом несмотря на длительность срока, прошедшего с момента аварии, и заметное уменьшение содержания радионуклидов за этот период, их концентрация у животных, обитающих в наиболее загрязненных биоценозах, в тысячи раз превышает доаварийные значения. Дальнейшая динамика радиоактивного загрязнения фауны будет ха-

рактизоваться существенным замедлением темпов его снижения при сохранении высокого уровня видовых и индивидуальных различий в содержании радионуклидов, обусловленных не только неоднородностью загрязнения экосистем и биогенной миграцией радионуклидов в разных средах, но и особенностями экологических связей животных с радиационным биоценозом и их биотическими взаимоотношениями.

Обитание животных в загрязненных радионуклидами биогеоценозах не привело к заметным радиационным эффектам на организменном и популяционном уровнях. Вместе с тем, у некоторых модельных групп животных из 30-ти километровой зоны выявлен ряд изменений на более низких уровнях биологической организации. Так, в половых клетках рыб наблюдаются дегенеративные изменения, коррелирующие с уровнем содержания радионуклидов, причем хищные виды рыб имеют более выраженные нарушения в состоянии и развитии этих клеток. У почвенных беспозвоночных животных выявлены количественные и качественные изменения гемолимфы, выражающиеся в увеличении доли мертвых клеток, снижении фагоцитарной активности и агрегирующей способности клеток, нарушении структуры цитоплазмы. У моллюсков отмечены структурные изменения белков и мембран лизосом. Показаны генетические изменения модельных видов амфибий и рептилий, проявляющиеся в более высоком уровне частоты дегенеративных клеток у лягушек по сравнению с животными из контрольных биотопов. Проявление негативных радиационных эффектов на молекулярном и клеточном уровнях при длительном обитании популяций животных в радиоактивно загрязненных биоценозах не исключает с течением времени возможности изменения биохимических структур, накопления генетического груза в популяциях и сообществах животных и, в конечном итоге, их отражения в изменении показателей, характеризующих ход и динамику развития популяций и зооценозов. Вместе с тем, необходимо учитывать, что дальнейшее продвижение молекулярных и клеточных радиационных эффектов к популяционному и экосистемному уровням сдерживается соответствующими генетическими механизмами и системами поддержания популяционного гомеостаза, обеспечивающими высокую радиоустойчивость природных экосистем в целом и ее отдельных фаунистических компонентов.

Наибольший интерес представляет территория зоны отчуждения и отселения, которая в связи с отселением людей превратилась в уни-

кальный научный полигон для изучения экологических последствий Чернобыльской аварии.

В первые годы режима отселения и отчуждения наиболее заметно проявились два противоположно направленных процесса - резкое снижение численности и затем почти полное исчезновение синантропных видов птиц и мелких млекопитающих, с одной стороны, и увеличение численности ряда антропогенно уязвимых видов - с другой. В дальнейшем сукцессионные изменения на территориях, активно использовавшихся человеком до аварии (населенных пунктах, сельхозугодьях, мелиорированных землях) привели к формированию здесь сообществ животных, близких по составу к естественным экосистемам.

После создания в 1988 г. Полесского государственного радиационно-экологического заповедника произошел рост численности популяций копытных и крупных хищников. Особенно высокие темпы роста наблюдались с 1990 г., когда стали сказываться условия заповедного режима, в то время как на остальной территории Беларуси численность копытных в это же время имела тенденцию к заметному сокращению.

Видовое разнообразие наиболее распространенных и многочисленных в этом районе млекопитающих - мышевидных грызунов к настоящему времени в 30-ти километровой зоне сократилось с 18 до 11 видов. Практически сразу же после аварии исчезли такие виды, как домовая мышь, черная и серая крыса, места обитания которых связаны с деятельностью человека. На территории выселенных деревень появились лесные виды и виды открытых пространств - рыжая и обыкновенная полевки, бурозубки.

Возрастание численности околотовдных хищных млекопитающих (выдры и американской норки) на каналах осушительной мелиорации также было вызвано улучшением экологических условий - увеличением водности каналов в результате шлюзования и появления древесно-кустарниковой растительности по их берегам. Заметно увеличилась численность каменной куницы, заселившей многочисленные брошенные человеком поселки и их окрестности, являющиеся экологически емкими станциями для этого вида куньих. Увеличение экологической емкости для обитания куньих за счет освоения нетрадиционных мест обитания - зарастающих и заболачивающихся полей - ведет к постепенному росту численности в 30-ти километровой зоне горностая, ласки, лесного хорька, лесной куницы и барсука.

Вследствие мощного зарастания, наряду с отсутствием фактора беспокойства, формируется благоприятные условия для увеличения численности и видового разнообразия птиц древесно-кустарникового комплекса. В группу доминантов входят такие лесные виды, как зяблик, лесной конек, вполне обычны типичные лесные птицы - черный дрозд, черноголовая славка, обыкновенная иволга, обыкновенный дубонос, сойка, обыкновенная горлица.

Динамика численности популяций амфибий и пресмыкающихся также находится в прямой зависимости от изменений условий обитания и наличия мест размножения. Наметилась тенденция к расширению спектра используемых стадий болотной черепахой. Уж, прыткая ящерица, жерлянка, зеленые лягушки начинают осваивать зарастающие участки бывших сельхозугодий.

Современный уровень радиоактивного загрязнения фауны будет уменьшаться более медленно, чем в первые годы после аварии Чернобыльской АЭС. Динамику этого процесса определяют величина периода полураспада основных долгоживущих радионуклидов и изменение во времени их биологической доступности, уровень радиоактивного загрязнения среды, где живут животные, их биологические и экологические особенности, а также некоторые абиотические факторы, которые трудно предусмотреть.

Оценка изменений в природных популяциях животных при крупномасштабных катастрофах, подобно Чернобыльской, осложняется, во-первых тем, что вместе с радиацией воздействует и целый ряд экологических факторов, которые могут усилить воздействие облучения, с другой стороны - богатым видовым разнообразием животного мира.

Основные нарушения в популяциях животных, которые возникли от воздействия ионизирующей радиации, проявляются в увеличении заболеваний и смертности, сокращении продолжительности жизни, снижении плодовитости, замедлении темпов развития молодняка, росте вариабельности индивидуальных и популяционных признаков. Результаты неодинаковой чувствительности к облучению животных одного вида в условиях воздействия высоких доз радиации проявляются в изменении возрастной, половой и пространственной структуры популяции, неодинаковой видовой радиочувствительности в перестройке самого зооценоза.

Экологические показатели, характеризующие состояние популяций и сообществ животных, достаточно точно отражают уровень влияния высоких доз радиации. **Влияние малых доз облучения ре-**

гистрируется на молекулярном и клеточном уровнях: деструктивные изменения в печени и кроветворных органах, перегрузка иммунной системы, изменения в энергетическом, углеводном и белковом обменах и их регуляции, генетические и некоторые другие эффекты.

На участках брошенных деревень в 3-3,5 раза увеличилось количество и видовое разнообразие наземных насекомых. В целом фаунистические комплексы пополнились целым рядом видов позвоночных животных, в том числе занесенных в Красную Книгу Беларуси. Изменения количества и структуры фаунистических комплексов в 30-ти километровой зоне являются главной причиной видимых различий в динамике паразитологической ситуации. Так, напряженность паразитологической ситуации в зоне, загрязненной радионуклидами, выше чем в контрольных биоценозах. Фауна и количество паразитов диких птиц, мелких млекопитающих и кровососущих двукрылых насекомых в загрязненных районах богаче, чем на смежных территориях. Со временем в загрязненных районах увеличивается количество видов, имеющих эпидемиологическое и эпизоотическое значение.

Проблема использования диких животных возникла сразу после аварии. Во многих районах с высоким уровнем загрязнения были введены ограничения на охоту диких животных и птиц, а также на рыбную ловлю. Когда уровень радиоактивного загрязнения снизился, возникла проблема регулирования охотничьей деятельности на загрязненных территориях. На сильнозагрязненных территориях за последние 5 лет уровень загрязнения радионуклидами практически не изменился. Поэтому, охота на таких землях запрещена. В экосистемах с низким уровнем загрязнения охота разрешена при условии обязательного контроля мяса на загрязнение радионуклидами. Разработаны рекомендации по организации охотничьих хозяйств на загрязненных территориях и обеззараживанию мяса, кожи и шерсти с помощью специальной обработки, включая кулинарную.

Обследование экосистем и изучение сезонной динамики радионуклидов дают возможность найти более чистые места для выращивания растений и питания диких животных, а также определить лучшее время для охоты, когда содержание радионуклидов в организме животных самое низкое.

Естественные водные ресурсы в водохранилищах, реках и озерах, сильно загрязненные радионуклидами, нельзя использовать. Радионуклиды осели на дно водохранилищ, но находятся в подвижном состоянии. Поэтому на таких водохранилищах существуют определен-

ные ограничения на рыбную ловлю. Во многих случаях ограничение на использование естественных ресурсов позволит сохранить природные экосистемы.

13 ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В БЕЛАРУСИ

Поступление в природную среду твердых бытовых и промышленных отходов является одним из основных источников ее загрязнения. Прогрессивное увеличение объемов и расширение номенклатуры отходов опережают технологические и экономические возможности общества по их утилизации. В системе обращения с отходами Беларуси устойчиво доминирует их удаление с последующим накоплением на полигонах. В обозримой перспективе сохранится сложившаяся практика складирования отходов, сопровождающаяся ростом числа полигонов и вызываемой ими опасностью загрязнения среды.

Все многообразие твердых отходов, образующихся на территории Беларуси, может быть отнесено к трем основным группам:

- 1. Твердые промышленные отходы;**
- 2. Твердые бытовые отходы;**
- 3. Осадки сточных вод.**

Твердые промышленные отходы формируются на предприятиях промышленного комплекса.

К твердым бытовым отходам (муниципальным) относятся неиспользуемые материалы, накапливающиеся в жилых домах и учреждениях.

Осадок сточных вод является специфическим видом отходов, образующимся в процессе очистки коммунальных и производственных сточных вод.

Ежегодно в Беларуси образуется более 20 млн. тонн твердых отходов производства и потребления. Из них основная масса приходится на долю твердых промышленных отходов - около 88 %, удельный вес твердых бытовых отходов составляет в общей структуре отходов 10 %, на долю осадков сточных вод приходится около 2 %.

Номенклатура промышленных отходов включает около 800 наименований. Наибольшими объемами выделяются галитовые отходы и глинисто-солевые шламы калийных производств, на долю которых **приходится около 80 % общей массы отходов**. Высокий удельный вес имеют также другие отходы минерального происхождения:

вскрышные породы, формовочная горелая земля литейных производств, фосфогипс (отходы производства фосфорной кислоты), а также органические отходы производства вкусовых и пищевых продуктов, гидролизный лигнин (отходы гидролизно-дрожжевого производства) и промышленный мусор.

На долю других видов промышленных отходов, наиболее разнообразных по составу, приходится 6 % общего объема образования. Эта группа объединяет отходы, содержащие вещества всех классов опасности, образующихся в относительно небольших количествах на предприятиях различных отраслей, что затрудняет возможность их селективного сбора и переработки. На предприятиях машиностроительного и химического профиля образуется большое количество шламов, в том числе гальванических - одного из наиболее опасных видов отходов. В процессе производства лакокрасочных, швейно-трикотажных, электротехнических изделий накапливаются отходы красок, лаков, эмалей, отработанных растворителей. Среди отходов легкой промышленности выделяются отходы кожевенного производства.

Уровень использования промышленных отходов в Беларуси невысок - около 16 %. Однако этот показатель значительно отличается для разных видов отходов. Для наиболее объемных галитовых отходов он составляет около 3 %, фосфогипса - 1,1 %. Практически не используются глинисто-солевые шламы калийного производства (менее 0,1 %) и промышленный мусор (0,1 %). Гидролизный лигнин утилизируется на 50 %. Высокий уровень использования имеют отходы производства вкусовых и пищевых продуктов (более 80 %).

Большая часть неиспользованных промышленных отходов удаляется на ведомственные полигоны и шламмонакопители (94 %), остальные вывозятся на полигоны твердых бытовых отходов (4,7%), либо накапливаются на территории предприятий (0,7%). **Общий объем неиспользованных накопленных на земной поверхности промышленных отходов ежегодно увеличивается. По состоянию на конец 2005 г. он составлял более 700 млн. тонн.**

Ежегодное образование твердых бытовых отходов на территории Беларуси составляет около 2 млн. тонн. Основная масса бытовых отходов удаляется на полигоны твердых бытовых отходов, около 4 % компостируется на Минском мусороперерабатывающем предприятии "Экорес".

Осадки сточных вод образуются в городах страны в количестве около 80 тыс. тонн в год (в пересчете на абсолютно сухое ве-

щество). В результате сброса в канализацию коммунальных и производственных стоков, образующиеся осадки, как правило, загрязнены токсичными веществами, что ограничивает возможность их утилизации. Применение осадков сточных вод в качестве органических удобрений в сельском и лесном хозяйствах невелико, и поэтому осадки обычно накапливаются на иловых площадках городских очистных сооружений.

Удаление отходов является наименее предпочтительной, однако, пока наиболее распространенной формой их обращения в большинстве стран. **В настоящее время в мировой практике используется три основных способа удаления отходов: сжигание, компостирование, складирование.**

Сжигание применяется главным образом в развитых странах. Оно позволяет сократить массу отходов втрое с попутной утилизацией тепла, но этот способ применим не ко всем видам отходов. Прежде всего, на сжигание накладывают ограничения сопутствующие ему выбросы в атмосферу вредных веществ, наиболее опасные из которых - тяжелые металлы и диоксины. Уменьшение вредных выбросов в атмосферу возможно при высокотемпературном сжигании и пиролизе отходов, однако эти технологии отличаются высокой стоимостью.

Компостирование отходов позволяет получить пригодные для использования в земледелии продукт, но его применение ограничено из-за загрязненности токсическими веществами.

Складирование твердых отходов на полигонах является в настоящее время преобладающим способом их удаления, что связано с наличием земель для размещения этих объектов, низкими финансовыми затратами, отсутствием жесткого экологического регулирования. Однако в связи с загрязняющим влиянием полигонов на сопредельные территории его применение требует разработки и осуществления организационных, научно - методических, технических и других оптимизационных мероприятий.

Способы удаления отходов применяются исходя, в основном, из уровня экономического развития стран, наличия земельных ресурсов, сложившихся традиций. Так, основным способом удаления твердых бытовых отходов в Швейцарии и Люксембурге является сжигание (70-80 %), высока его доля также в Нидерландах и Франции (около 40%); полигонное складирование твердых бытовых отходов преобладает в Германии и Финляндии (66 и 67 % соответственно). В Беларуси, России и Греции бытовые отходы поступают на полигоны почти в полном объеме.

В Беларуси, согласно Национальной стратегии устойчивого развития, в ближайшей перспективе значение складирования как основного направления удаления отходов сохранится. Складирование отходов в Беларуси ведется на 164 полигонах твердых бытовых отходов и 80 накопителях твердых промышленных отходов. Общая площадь земель, занятых под полигонами твердых отходов, составляет около 3 тыс. га.

Наиболее объемные промышленные отходы складировются в отвалах и шламмонакопителях. Так, отходы ПО “Беларуськалий” поступают в солеотвалы и шламохранилища предприятия, занимающие 1350 га земель. Отходы фосфогипса накапливаются в отвалах на территориях Гомельского химзавода (64 га). Неутилизированные отходы гидролизного производства - лигнин- складировается в отвалах на полигонах промотходов Бобруйска и Речицы (20 га). Около 55 га занимают отвалы золы Светлогорской ТЭЦ, работавшей ранее на твердом топливе. Промышленные отходы высокой степени опасности накапливаются на территориях предприятий в специальных емкостях (контейнерах, резервуарах) на специально оборудованных промплощадках.

Полигоны твердых бытовых отходов приурочены ко всем городам и другим крупным населенным пунктам. Более 30 % этих полигонов было создано до 1980 года - в период, когда экологическая регламентация подобных объектов отсутствовала. В настоящее время местоположение, обустройство и условия эксплуатации большинства (более 70 %) полигонов твердых бытовых отходов не соответствует нормативным требованиям, что усугубляет экологическую опасность этих объектов.

Результаты исследования загрязняющего влияния полигонов на природную среду свидетельствуют о том, что в местах складирования отходов формируются литохимические полиэлементные аномалии, характеризующиеся широкой ассоциацией элементов загрязнителей, в составе которой преобладают наиболее опасные технофильные элементы.

Накопители промышленных отходов отличаются более высокими концентрациями оксида марганца и общей серы (4 и 8 % соответственно), бытовых - оксидов железа и титана (7 и 0,5 %), осадка промышленных и бытовых сточных вод - оксидов кальция, магния и натрия (36; 3 и 2,5 % соответственно).

Анализ содержания микроэлементов в субстратах полигонов показал высокий уровень накопления в них по сравнению с почвами Беларуси ряда элементов, прежде всего меди, цинка, хрома, свинца, ни-

келя и олова. Сопоставление средних концентраций элементов, накапливающихся в субстратах полигонов различного назначения, свидетельствует о том, что указанная ассоциация приоритетных элементов - загрязнителей характерна для полигонов всех типов.

Из-за разнообразия поступающих на полигоны отходов и неоднородности их морфологического состава идентифицировать источники поступления и оценить химический состав отходов возможно лишь весьма ориентировочно. О накоплении элементов в твердых бытовых отходах более точно можно судить по химическому составу компоста - продукта заводской переработки бытовых отходов, из которых удалена крупная фракция, в том числе металлический лом. Результаты опробования компоста Минского и Могилевского мусороперерабатывающих заводов показали значительное его обогащение по сравнению с почвой кадмием, свинцом, медью, цинком, а также хромом и молибденом.

Выявлено, что в субстратах полигонов значительная часть химических элементов находится в виде легкорастворимых соединений. Содержание в них водорастворимых солей на 2-3 порядка выше, чем в незагрязненных почвах, достигая 1,3 %. Состав солей разнообразен: среди катионов чаще преобладают калий, натрий или кальций, среди анионов - хлориды, сульфаты и гидрокарбонаты. Концентрации сульфатов и нитратов в водорастворимой фракции субстратов достигают значений, превышающих ПДК для почв в 10 и 3 раза соответственно.

В процессе выщелачивания химических элементов из отходов атмосферными осадками и грунтовыми водами (в случае их близкого от поверхности залегания) формируются фильтратные воды, которые являются основным агентом выноса загрязняющих веществ за пределы полигонов. Их количество и состав зависит от ряда факторов, определяемых как техническими характеристиками полигонов, так и условиями их местоположений. По сравнению с незагрязненными грунтовыми водами фильтраты в наибольшей степени обогащены калием, хлоридами, натрием, а также аммонийным азотом (в естественных условиях его содержание минимально - ниже предела обнаружения, а в фильтратных водах - более 1000 ПДК). Содержание микроэлементов в фильтратных водах характеризуется значительными различиями. Сопоставление полученных данных с ПДК свидетельствует об опасном уровне загрязнения фильтратов марганцем, ртутью, никелем, кадмием и свинцом.

Загрязнение поверхностных вод на прилегающих к полигонам участках происходит в результате поступления в них фильтратных

вод, смыва растворенных веществ с поверхности свалок талыми и ливневыми водами, разгрузкой в водоемы загрязненных почвенно-грунтовых вод. Наиболее интенсивное вымывание растворенных веществ из субстратов происходит в случае размещения полигонов в пределах заболоченных территорий.

Поверхностные воды в зонах влияния полигонов характеризуются высокой минерализацией, изменением реакции среды в сторону подщелачивания. В водах фиксируется высокое, часто превышающее ПДК, содержание хлоридов, ионов натрия, азота в аммонийной и нитратной формах, повышенное содержание сульфатов, ионов калия и магния. Из макрокомпонентов в наибольшем количестве в поверхностных водах полигонов содержатся ионы натрия и хлора.

Содержание микроэлементов в поверхностных водах в районе полигонов варьирует в широких пределах. Их максимальная концентрация обнаруживается в водах водоемов и заболоченных участков, примыкающих к объектам. С удалением от полигонов концентрация ионов в поверхностных водах снижается, однако нарушенный гидрохимический состав и превышение содержания основных макрокомпонентов (прежде всего ионов хлора и натрия) над фоновыми фиксируется в них на расстоянии до 500 м от источников загрязнения.

Наибольший уровень загрязнения грунтовых вод выявлен также вблизи полигонов отходов. Это связано, прежде всего, с высоким уровнем стояния вод. При глубоком залегании грунтовых вод воздействие полигонов на них наиболее выражено при наличии инфильтрационного типа водного режима. Выявлено, что гидрохимические аномалии в грунтовых водах, связанные с влиянием полигонов исследованных типов, по протяженности невелики: загрязнение выше ПДК фиксируется в них не далее 200 м от границ этих объектов.

В почвах вблизи полигонов наиболее активно накапливаются цинк, медь, свинец, хром, молибден, кадмий и олово. С удалением от объектов хранения отходов в почвах наблюдается резкое снижение концентраций указанных элементов, при этом влияние полигонов прослеживается на расстоянии до 200 м от их границ.

14 ПРОБЛЕМЫ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ БЕЛАРУСИ

Радиация существует на Земле с момента ее возникновения, то есть примерно более 6 млрд. лет. Именно она в свое время явилась

одним из основных механизмов, который раскрутил на Земле маховик эволюционных преобразований органического мира. Все живое на Земле, в том числе и человек, всегда развивалось в условиях постоянно действующего естественного радиоактивного фона. В настоящее время радиоактивный фон планеты складывается из двух основных составляющих: естественного радиоактивного фона Земли и искусственного, связанного с деятельностью человека. Именно эта деятельность и привела к чернобыльской беде, последствия которой, особенно для жителей Беларуси, стали трагическими. Авария на Чернобыльской АЭС явилась крупнейшей техногенной катастрофой, черный след которой надолго вошел в историю человечества.

Чернобыльская атомная электростанция расположена на севере Украины, всего в 7 км от территории Беларуси, в месте впадения реки Припять в Днепр. Авария на четвертом блоке Чернобыльской АЭС произошла 26 апреля 1986 года во время эксперимента по изучению резервов безопасности реактора в различных ситуациях.

Радиоактивному заражению в результате Чернобыльской аварии в той или иной степени подверглась территория в радиусе более 2 тыс. км, охватывающая более 20 государств, однако около 2/3 радиоактивных веществ выпали на территорию Беларуси. Загрязнению подверглись все административные области, в особенности Гомельская и Могилевская. Эта намного больше, чем на Украине и России, вместе взятых. В результате аварии на Чернобыльской АЭС 23 % территории Беларуси оказались загрязненными радионуклидами (с плотностью загрязнения цезием - 137 более Ки/км²).

Авария на Чернобыльской АЭС нанесла ущерб Беларуси, оцениваемый в 32 республиканских годовых бюджета, а по оценкам специалистов США - в 160 млрд. долларов, ученых Японии - около 200 млрд. долларов.

Из всех отраслей экономики Беларуси сельское хозяйство (агропромышленный комплекс) наиболее пострадало от чернобыльской катастрофы. **Загрязнению радионуклидами плотностью свыше 1 Ки/км² подверглось 1,8 млн. га сельскохозяйственных угодий. Из них на площади в 141 тыс. га плотность загрязнения составляла от 15 до 40 Ки/км². В результате из сельскохозяйственного оборота пришлось вывести 264 тыс. га угодий, в том числе 84 тыс. га пашни. Прекратили свое существование 54 колхоза и совхоза. Прямые потери сельского хозяйства от выбытия земель из производственного использования оценены в 15,2 млрд. долларов США. Далее по потерям следуют**

дезактивация загрязненных территорий, социальная сфера и лесное хозяйство.

На основании концепции, согласно которой доза облучения населения не должна превышать 0,1 бэра за год, территории, подвергшиеся радиоактивному загрязнению были разделены на следующие зоны:

1. Зона эвакуации (отчуждения) - 30-ти километровая зона вокруг ЧАЭС и территория (с 1993 г.), с которой проведено дополнительное отселение в связи с плотностью загрязнения почв стронцием-90 выше 3 Ки/км² и плутонием - 238, 239, 240, 241 выше 0,1 Ки/км²

2. Зона первоочередного отселения - территория с плотностью загрязнения почв цезием-137 от 40 Ки/км² либо стронцием-90 или плутонием-238, 239, 240, 241 соответственно 3,0 и 0,1 Ки/км² и более.

3. Зона последующего отселения со среднегодовой эффективной эквивалентной дозой облучения более 0,5 бэра в год.

4. Зона с правом на отселение - более 0,1 бэра в год.

5. Зона проживания с периодическим радиационным контролем, где среднегодовая эффективная эквивалентная доза облучения населения не должна превышать 0,1 бэра в год.

В феврале 1988 года на землях белорусского сектора зоны отчуждения (Брагинский, Наровлянский и Хойникский районы) был образован Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, площадью в 142,8 тыс. га. Позже, в 1993 году, за счет сильно загрязненных радионуклидами соседних участков 30-ти километровой зоны площадь заповедника увеличилась почти на 65 % и составила 215,5 тыс. га.

Спектр нарушений, вызванных воздействием различных доз радиоактивного излучения, оказался довольно широким: от хромосомных нарушений до различных ярко выраженных аномалий, опухолевидных образований и т.д., вплоть до частичной элиминации отдельных видов с данной территории.

Изучение механизмов воздействия радионуклидного загрязнения на организмы продолжается, однако выяснилось, что зависимость поражения выражена нечетко. В целом уровни загрязнения на большей части 30-ти километровой зоны и за ее пределами не представляют реальной опасности для подавляющего большинства представителей природной флоры и фауны. Исчезновению (и то временно на ограниченной территории) подверглись менее 0,1 % видов растений, которые в фитоценозах занимали подчиненное положение, что практически не повлияло на нормальное функционирование сообществ.

Более значительными оказались другие тенденции, выявленные в результате исследований ученых. В настоящее время, после прекращения антропогенного воздействия на природные комплексы, заметно активизировался процесс восстановления естественного растительного покрова. За последние годы более редкими стали сорные виды растений, и все чаще отмечается редкие и исчезающие виды растений и животных. В зоне отчуждения флора включает свыше 800 видов сосудистых растений и она продолжает расти, уже обогнав флору Березинского заповедника, Припятского национального парка и Налибокской пущи. Среди животных наблюдается многократное увеличение численности как большинства охотничьих видов млекопитающих, так и ряда редких, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, животных.

После прекращения хозяйственного использования этой территории, в отсутствие антропогенного прессинга, уникальные растительные комплексы высоковозрастных широколиственных лесов, участки пойменных и внепойменных лугов наряду с лесными территориями еще более повысили свой статус как ценные резерваты природного биоразнообразия. Именно отсюда в настоящее время происходит проникновение на близлежащие территории многих редких и охраняемых видов растений и животных, что способствует восстановлению естественных природных комплексов на этих территориях в целом.

Уровень радиации почвы постоянно снижается, происходит ее перераспределение, она опускается вглубь почвенного горизонта, вымывается водами т. д. По настоящему опасными остаются небольшие точечные участки (главным образом в пределах 10-ти километрового радиуса вокруг станции), где выпали тяжелые частицы. Здесь уровень загрязнения может превышать в настоящее время 1000 мкР/ч, хотя в 2-3 километрах от станции нередко отмечаются зоны в 30 - 50 мкР/ч. В этом отношении р. Припять - главная надежда и основной природный механизм уменьшения загрязненности этой территории, посредством которого происходит вымывание и вынос радионуклидов за пределы загрязненной зоны и республики.

Однако остаются наиболее актуальными две проблемы: повышенная опасность дальнейшего переноса загрязненных масс при лесных пожарах, а также миграция и накопление радионуклидов по пищевым цепям.

Отдельный вопрос - ход восстановительных сукцессий и трансформация природных комплексов после снятия антропогенной на-

грузки в 30-ти километровой зоне. Оказалось, что часто они проходят не так гладко и не так, как прогнозировалось ранее.

Наиболее сложный и запутанный вопрос чернобыльской проблематики, окруженный ореолом тайн, спекуляцией и домыслом - это медицинские аспекты.

Прежде всего, вся сложность определения действия радиации на живой организм (клетку) состоит в том, что нет однозначной точки зрения на биологическую роль малых доз облучения (т. е. доз, не ведущих непосредственно к лучевой болезни). Согласно одной из них, любой сколь угодно малой поглощенной дозе соответствует определенный вредный эффект, т. е. биологическое действие облучения может быть представлено линейной зависимостью “доза - эффект”. Эта точка зрения наиболее консервативна, однако она оправдывается какой-то “гигиенической презумпцией” - лучше переоценить возможный вредный эффект облучения, чем недооценить. С другой стороны, в настоящее время каких-либо четких и убедительных научных данных о справедливости именно этой концепции (или, наоборот, о ее некорректности) для малых доз нет. Однако все современные расчеты риска облучения человека основываются на этой концепции. Существует и другая точка зрения, в соответствии с которой имеется порог, ниже которого облучение вредного воздействия на живые организмы не оказывают.

Можно выделить 5 основных групп заболеваний, связанных с воздействием на человека радиации после аварии на ЧАЭС:

- 1. Лучевая болезнь**
- 2. Онкологические заболевания**
- 3. Врожденные пороки и генетические изменения**
- 4. Снижение иммунитета и сопутствующие болезни**
- 5. Психические заболевания**

Лучевой болезнью заболели те, кто находился непосредственно возле реактора в первые дни и месяцы после аварии. Всего в ликвидации последствий Чернобыльской аварии принимало участие более 600 000 человек. Многие из них получили индивидуальные дозы облучения различной степени. Острая лучевая болезнь - таков диагноз был поставлен для 134 человек. 28 человек умерло в течение трех месяцев с момента катастрофы. У тысячи других в той или иной мере ухудшилось состояние здоровья.

В первые дни после аварии на первый план вышли онкологические заболевания, особенно рак щитовидной железы. В 1993-1994 г.г. такие заболевания устанавливались ежегодно уже у 80-100 детей и у

200 взрослых. В отличие от известных ранее проявлений поражения щитовидной железы после радиационных аварий (у взрослых через 20-25 лет и у детей - через 10 лет), в Беларуси эти эффекты проявились уже через 4-5 лет. Именно дети в большей степени подвержены этим заболеваниям. Так, по новообразованиям у детей в период 1988-1995 годов отмечался рост в 2,4 раза, по злокачественным опухолям щитовидной железы - в 13 раз. Попытка установить механизмы возникновения рака щитовидной железы у детей показало, что хотя картина и неоднозначна, но у значительного процента чернобыльских детей прослеживается специфическая перестройка одного из онкогенов, что свидетельствует о радиационном происхождении рака щитовидной железы.

Врожденные пороки и генетические изменения - это те последствия Чернобыля, которые будут проявляться в отдаленном будущем. Оценить их масштабы сейчас достаточно сложно. Риск появления наследственных дефектов у человека недостаточно изучен. С другой стороны, согласно имеющимся данным, в пострадавших районах в 3 раза увеличилась детская смертность, на 80 % - врожденные аномалии.

Стронций и цезий, воздействуя на иммунную систему человека, ослабляют ее, повышают восприимчивость организма к различным болезням, спектр которых чрезвычайно широк. Патология иммунной системы проявляется в снижении функциональной активности иммунокомпетентных клеток, что находит свое выражение в увеличении числа ряда инфекционных и паразитарных заболеваний, прежде всего туберкулеза. Накопление радионуклидов в тканях вызывает патологические эффекты со стороны таких органов и систем, как сердце, печень, почки, центральная и вегетативная нервная системы.

В пострадавших районах увеличилось количество эндокринных заболеваний и болезней нервной системы. Волнует ученых сегодня и новая проблема - гипофункция щитовидной железы (недостаток гормонов), что влияет на психику человека.

В целом, безусловно, Чернобыльская катастрофа негативно повлияла на здоровье нации. По оценкам специалистов, на сегодняшний день от последствий катастрофы уже умерло более 300 тыс. человек. А морально-психологические травмы получили гораздо больше людей.

Меры защиты населения, пострадавших районов Беларуси получили правовую основу после принятия в 1991 году Верховным Советом Республики Беларусь законов "О социальной защите граждан, по-

страдавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС” и “О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС”. В последующие годы также были приняты законы “О радиационной безопасности населения” и “О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера”. Условия проживания и трудовой деятельности населения с контролем по радиационному фактору на загрязненной радионуклидами территории, определены союзной концепцией проживания населения в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, одобренной 6 декабря 1990 года, и республиканской концепцией, одобренной 19 декабря 1990 года. И в законах, и в концепциях установлен дозовый предел безопасного проживания населения - 0,1 бэра/год и допустимые уровни содержания радионуклидов в продуктах питания, воздухе и воде. В 1996 году утверждены республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и питьевой воде. Причем в 1999 году эти показатели были изменены в сторону ужесточения требований к содержанию радионуклидов.

15 РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ БЕЛАРУСИ

В Республике Беларусь создана Национальная система мониторинга окружающей среды, в рамках которой функционирует и радиационный мониторинг во главе с Департаментом гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь. В систему радиационного мониторинга входит мониторинг атмосферного воздуха, почвы в населенных пунктах, на реперных площадках и ландшафтно-геохимических полигонах, сельскохозяйственных и лесных угодий, а также поверхностных и подземных вод.

По регулярным наблюдениям гидрометеорологических станций и реперной сети устанавливают пространственно-временные закономерности радиоактивного загрязнения природной среды, оценивают трансграничный перенос радионуклидов.

Радиационный мониторинг территорий, в том числе с использованием мобильных аэро- и наземных средств измерений, обеспечивает оперативное картографирование радиоактивных выпадений, в том числе в начальный период ядерной аварии, позволяет осуществлять съемки радиоактивного загрязнения больших территорий во всем

диапазоне уровней загрязнения. На основании результатов радиационного мониторинга проводят оценку радиационной обстановки с картированием и прогнозированием.

Результаты радиационного мониторинга природной среды обеспечивают оценку дозовых нагрузок, которые получает население в результате радиоактивного загрязнения природной среды и используется для принятия решения по обеспечению радиационной безопасности населения и его информирования. Сеть радиационного мониторинга обеспечивает оперативное обнаружение загрязнения при авариях на предприятиях атомной энергетики и других объектах.

Радиационный мониторинг атмосферного воздуха показывает, что в настоящее время мощность экспозиционной дозы гамма-облучения по сравнению с 1986 г. значительно снизилась в основном за счет распада радионуклидов на всех пунктах наблюдения. Так, например, на территории Беларуси уровень мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в Брагине по сравнению с апрелем 1986 г. уменьшился в 470 раз, в Мозыре, Славгороде в 80 раз, в Пинске - в 70 раз.

В настоящее время наблюдаются сезонные изменения мощности гамма-излучения в пунктах наблюдений, расположенных в зонах с высоким уровнем радиоактивного загрязнения территорий. В городах Минск, Пинск, Слуцк мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в настоящее время находится примерно на доаварийном уровне.

В первый после катастрофы год значительное повышение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения зарегистрировано практически на всей территории Беларуси. Эти повышения обусловлены в основном присутствием короткоживущих радионуклидов, таких как йод -131, 133, 135, лантан -140, молибден - 99, теллур - 132, нептуний -239, наряду с радионуклидами с периодом полураспада до 1 года, а также долгоживущими радионуклидами. Уровни радиоактивного загрязнения короткоживущими радионуклидами йода во многих регионах были настолько велики, что вызванное ими облучение миллионов людей квалифицируется специалистами как период йодного удара.

Анализ загрязнения территории Беларуси йодом - 131 показал, что в мае 1986 г. наибольший уровень загрязнения имел место в ближней зоне Ченобыльской АЭС - в Брагинском, Хойникском, Наровлянском районах Гомельской области, где его содержание в почвах составило 37000 кБк/м² и более. В Чечерском, Кормянском, Буда-

Кошелевском, Добрушском районах уровень загрязнения достигал 18500 кБк/м².

Высокие уровни загрязнения имели место и на севере Гомельской и Могилевской областей. Загрязнение территории йодом -131 обусловило большие дозы облучения щитовидной железы у детей и подростков, что привело в последующем к значительному увеличению ее патологии.

Загрязнение территории 30-ти километровой зоны Чернобыльской АЭС в настоящее время обусловлено в основном следующими радионуклидами: цезием - 137, стронцием -90, трансурановыми элементами, в первую очередь, изотопами плутония -238, 239, 240 и америцием 241.

30 - километровая зона Чернобыльской АЭС расположена на территории с развитой гидрографической сетью. Основным источником радиоактивного загрязнения вод р. Припять на территории 30 - километровой зоны является ее пойма. Все экстремальные повышения концентрации стронция - 90 в воде р. Припять за прошедшие после аварии годы вызваны затоплением пойменных территорий ближней зоны Чернобыльской АЭС.

Загрязнение территории Беларуси цезием- 137 носит неравномерный пятнистый характер. Эта неравномерность наблюдается даже в пределах одного населенного пункта. Максимальный уровень загрязнения почвы цезием - 137 в ближней зоне Чернобыльской АЭС колебался от 59000 - 74000 кБк/м². После катастрофы на Чернобыльской АЭС на площади в 137 тыс.км² (66 % территории Беларуси) уровень загрязнения почвы цезием - 137 превышал 10 кБк/м², доаварийное загрязнение почвы цезием -137 на территории Беларуси составляло 1,5 до 3,7 кБк/м² в отдельных точках.

Загрязнение территории республики стронцием - 90 носит более локальный характер по сравнению с цезием -137. Уровень загрязнения почвы этим радионуклидом выше 5,5 кБк/м² обнаружен на площади в 21,1 тыс. км², что составило 10 % территории республики. Максимальный уровень загрязнения стронцием -90 находится в пределах 30 -ти километровой зоны Чернобыльской АЭС и достигает величины 1800 кБк/м² в Хойникском районе Гомельской области. Наиболее высокая активность стронция - 90 в почве в дальней зоне обнаружена на расстоянии 250 км - в Чериковском районе Могилевской области, которая составляет 29 кБк/м², а также в северной части Гомельской области в Ветковском районе - 137 кБк/м². Цезий и стронций через продукты питания, с водой и воздухом могут проникать и накапливаться

в организме человека в различных тканях и органах. Их коварство и опасность состоит в том, что цезий - 137 накапливается в мышцах, замещая калий, а стронций имеет физиологическое сходство с кальцием и замещает его, откладываясь в костной ткани.

На территории Беларуси загрязнение почвы изотопами плутония - 238, 239, 240 более 0,37 кБк/м² охватывает около 4,0 тыс. км², или почти 2 % площади республики. Эти территории находятся преимущественно в Гомельской области (Брагинский, Наровлянский, Хойникский, Речицкий, Добрушский и Лоевский районы) и Чериковском районе Могилевской области. В первые годы после аварии активность америция 241 в объектах природной среды возросла вследствие естественного распада плутония - 241. Максимум активности америция - 241 будет достигнут через 72 года после аварии, т.е. к 2058 году. Основная часть радиоактивных выпадений поступила в пределы водосборов Днепра, Припяти и их притоков. Именно эти территории стали и долгие годы будут оставаться потенциальным источником формирования стока радионуклидов в Днепровско-Сожскую речную систему.

Данные радиационного мониторинга водных объектов Беларуси свидетельствуют, что радиационная обстановка на реках Днепро-Сожского и Припятского бассейнов стабилизировалась, среднегодовые концентрации Cs-137 за период 1987 - 2005 г.г. в воде больших и средних рек Беларуси снизились. Превышений Республиканских допустимых уровней в питьевой воде для Cs-137 и Sr-90 в поверхностных водах рек не наблюдалось. В настоящее время проявляется отчетливая тенденция к уменьшению выноса Cs-137 реками. Основным фактором снижения концентрации этого радионуклида в растворенном состоянии является его естественный распад.

Исследования донных отложений рек Днепровского и Припятского бассейнов дали возможность выявить радиационно-опасные места скопления радионуклидов в донных отложениях по руслу рек и в водохранилищах. Водохранилища, заводи, малопроточные участки рек являются накопителями Cs-137 в донных отложениях.

Значительное влияние на миграцию Cs-137 в реке оказывает его перенос со взвешенными наносами, вклад которого в общий сток радионуклидов со временем увеличивается. Важность этого вывода заключается в том, что в результате нестационарности процессов в речном русле происходит седиментация взвешенных наносов на

участках с замедленным течением реки, что приводит к созданию локальных подвижных экологически опасных центров скопления радионуклидов в донных отложениях речных пойм, отмелей, водохранилищ. Такие центры являются источниками вторичного загрязнения поверхностных вод и требуют не только проведения регулярного мониторинга, но и прогнозирования содержания в них радионуклидов и влияния на нижележащие участки реки.

Общий анализ распределения радионуклидов по почвенному профилю показал, что для всех рассматриваемых почв основная доля запаса радионуклидов сосредоточена в верхнем десятисантиметровом слое почвы. В настоящее время наблюдается латеральная (горизонтальная) миграция радионуклидов, что вызывает вторичное загрязнение почв и формирование выраженных аномалий. Подобное перераспределение радионуклидов происходит чаще под влиянием водной и ветровой эрозии почв.

Доля подвижных форм цезия в дерново-подзолистых почвах около 10 %, стронция - 70 %, в торфяных почвах - 15 и 50 % соответственно. Основное количество стронция - 90 для дерново-подзолистых почв находится в наиболее мобильных формах - водорастворимой и обменной, для торфяных почв - в низкорастворимой. Установлено, что рост альфа - активности почв за счет америция - 241 будет продолжаться до 2060 года.

Изучение вертикальной миграции радионуклидов на сети ландшафтно-геохимических полигонов показало, что ее линейная скорость в настоящее время практически не зависит от расстояния до Чернобыльской АЭС. Параметры вертикальной миграции радионуклидов варьируют в зависимости от почвенных условий. На скорость миграции радионуклидов определяющее влияние оказывают водный режим почв и степень их заболачивания.

Почвы природных фитоценозов нашей лесной подзоны обеднены элементами питания - следовательно, разбавление радионуклидов в них очень малое. В результате природная растительность аккумулирует большое количество цезия-137 и стронция-90. По этой причине она остается серьезным источником радионуклидов в зонах радиоактивного загрязнения на долгие годы. Особенно опасны для населения ягоды, лекарственные растения и грибы.

Так как последствия от аварии на Чернобыльской АЭС носят для населения Беларуси долговременный характер, то при соблюдении не очень сложных правил ведения сельского хозяйства на приусадебных

участках, использования пищевых продуктов и даров леса можно достаточно эффективно снизить поступление радионуклидов в организм. Вот некоторые из них:

1. Проведение мероприятий по повышению плодородия почв (внесение минеральных и органических удобрений, известкование кислых почв), резко снижающих переход радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию.

2. Учет зависимости накопления радионуклидов в растениеводческой продукции от типа почв. По степени увеличения перехода радионуклидов в растения почвы располагаются в следующем порядке: суглинки, супеси, пески, торфяники.

3. Выращивание на загрязненных почвах определенных видов (сортов) растений, которые в силу своих биологических особенностей имеют пониженную способность к накоплению в тканях радионуклидов.

Следует помнить, что сбор и заготовка ягод в лесах разрешается при плотности загрязнения цезием - 137 до 2 Ки/км². Наименьшее загрязнение имеют ягоды рябины, земляники, малины, а наибольшее - черники, клюквы, голубики, брусники.

Очень дифференцированно следует подходить к сбору грибов. Все они в той или иной степени накапливают радионуклиды. По своей способности накапливать радионуклиды грибы подразделяются на 4 группы:

1. Польский гриб, горькушка, маховик, рыжик, масленок осенний, козляк, колпак кольчатый.

В плодовых телах этих видов грибов уже при загрязнении почв, близком к фоновым значениям (0,1 - 0,2 Ки/км²), содержание радионуклидов может превышать допустимые уровни.

2. Лисичка желтая, волнушка розовая, груздь черный, зеленка, подберезовик.

Эти грибы также сильно накапливают радионуклиды.

3. Опенок осенний, белый гриб, подосиновик, подзеленка, сыроежка обыкновенная.

Эта группа грибов накапливает радионуклиды в средних количествах.

4. Строчек обыкновенный, рядовка фиолетовая, шампиньон, дождевик шиповатый, сыроежка цельная и буреющая, зонтик пестрый, опенок зимний, вешенка.

К этой группе отнесены грибы, отличающиеся наименьшим накоплением радионуклидов.

Следует знать, что грибы первой и второй групп допускается собирать в лесах с плотностью загрязнения до 1 Ки/км², а грибы третьей и четвертой групп - с плотностью загрязнения до 2 Ки/км².

16 ВОЗДЕЙСТВИЕ КАТАСТРОФЫ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС НА АГРОЭКОСИСТЕМЫ БЕЛАРУСИ

Основными последствиями Чернобыльской катастрофы является резкое изменение землепользования и сельскохозяйственной практики в результате загрязнения радионуклидами почвы, растений, животных и продуктов животного происхождения. Цезий-137 достаточно медленно перемещается в почвах, проникая вглубь только на несколько миллиметров в год. Стронций-90 образует более слабые связи с частицами почвы и перемещается быстрее. Около 90% плутония легко поглощают и удерживают частицы глины. Однако подвижность изотопов плутония может быть относительно высокой, особенно в кислых и щелочных почвах. Медленное движение радионуклидов в почвах имеет и положительную сторону, поскольку замедляется радиоактивное загрязнение грунтовых вод.

Поскольку растения могут поглощать радионуклиды в растворимой обменной форме, то тип почв влияет на их доступность. Спустя 6 месяцев после аварии в обменной или доступной форме в глинах содержалось 5 % цезия-137, в песках - 10 % и в торфяниках - 30 %. Стронций-90 в перечисленных типах почв был доступен для растений на 85-90 %.

Почва отличается высокой адсорбционной способностью и является принципиальным звеном в процессе поглощения и переноса радионуклидов. Система почва-растение играет определяющую роль в миграции радионуклидов в агрофере и биосфере в целом.

Накопление радионуклидов в верхних горизонтах почвы и их проникновение вглубь почвы делает возможным их поступление в растения в течение длительного времени. С другой стороны прочные химические связи молекул, содержащих радионуклиды, с молекулами твердых частиц почвы замедляют и даже предотвращают процесс их поглощения растениями. Это проявляется по-разному в различных типах почв.

Твердые частицы почвы могут фиксировать радионуклиды в определенных зонах, предотвращая их дальнейшую миграцию. В

различных почвах 60-100 % ионов стронция находилось в формах, доступных для растений, т.е. в растворимых, обменных или органических формах, в то время как 30-70 % ионов цезия-137 находилось в фиксированных формах. Песчаные типы почв содержали большую часть радионуклидов в обменной форме, а глинистые и суглинистые почвы - в фиксированной форме. В торфяных почвах содержалась достаточно большая часть ионов стронция-90 и цезия-137 в доступной для растений форме.

Биологические особенности различных видов растений влияют на перенос радионуклидов из почвы. Межвидовые различия уровней накопления радионуклидов через корневую систему могут достигать 10 и даже 30 раз. Бобовые растения поглощают стронций - 90 в 2 - 6 раз интенсивнее, чем зерновые.

Применение калийных и фосфорных удобрений, известкование почв и использование органических удобрений перед посадкой растений способствуют снижению поглощения радионуклидов и уменьшают радиоактивное загрязнение в 1,5 - 5 раз. Внесение азотных удобрений вместе с калийными и фосфорными или отдельно дает обычно отрицательный результат и повышает уровень загрязнения продуктов растениеводства.

Различают прямое и косвенное воздействие радиации на биологические процессы, происходящие в живых клетках. Основой реакции организма растений на облучение является микролокальные события, связанные с изменением структуры ДНК и РНК под воздействием ионизирующей радиации с последующим усилением изменений в метаболизме клетки. На клеточном уровне радиационные эффекты могут проявляться в виде подавления активности деления клетки и возрастания частоты цитогенетических повреждений.

Загрязнение радионуклидами сельскохозяйственных земель требует изменения традиционной практики возделывания растений. Разработка и использование адаптивных сельскохозяйственных технологий необходимы для реабилитации и восстановления растениеводства на территориях с низким уровнем загрязнения.

После катастрофы радиологическая ситуация на загрязненных землях изменяется медленно. Около 90 % радионуклидов располагается в верхнем 10 - сантиметровом слое почвы. Содержание стронция - 90 и цезия - 137 снизилось в течение нескольких лет в этом слое только на 10 - 15 %. Поскольку вертикальная миграция радионуклидов очень мала,

нет основания ожидать значительного самоочищения почвы в следующие десятилетия.

Применяются специальные агротехнологии для уменьшения переноса радионуклидов из почвы в сельскохозяйственные культуры. Для того, чтобы удалить радионуклиды из корневой системы растений применяли метод глубокой вспашки (на 40 см и более). Он оказался эффективным на лугах и пастбищах, при этом коэффициент переноса радионуклидов снижался в 10 раз.

Проводят замену видов растений, которые являются накопителями радионуклидов, видами с низким коэффициентом переноса радионуклидов из почвы. Зерновые культуры, картофель и кукурузу выращивают вместо таких бобовых, как горох, люпин и клевер. Такие виды овощей, как капуста, огурцы и томаты, накапливают меньше радионуклидов по сравнению со свеклой и морковью.

На сельскохозяйственных землях, загрязненных наиболее сильно, высаживается лес. Он будет срублен через 80 лет, а в течение этого времени лес на загрязненных территориях будет играть экологически стабилизирующую роль.

Для снижения биологической доступности радионуклидов используются также природные сорбенты - цеолиты, трепел и повышенные дозы калийных и фосфорных удобрений. Если для растений доступен калий, то количество поглощаемого ими цезия уменьшается в 3 раза.

Постоянное наблюдение за содержанием радионуклидов в абиотической и биотической компонентах окружающей среды для определения, контроля и прогнозирования радиоэкологической ситуации, а также защиты населения является целью агроэкологического мониторинга на загрязненных территориях. Основным звеном агроэкологических мониторинга является изучение изменений физических, химических и биологических параметров почв и качества урожая на загрязненных радионуклидами землях. Система агроэкологического мониторинга призвана решать следующие задачи:

1. Определение содержания радионуклидов в почве, растительности, организме животных и сельскохозяйственных продуктах.

2. Выяснение путей миграции радионуклидов и определение пространственной и временной динамики радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных земель.

3. Определение и прогноз изменения поглощенных доз. Система агроэкологического мониторинга должна состоять из непосредственных измерений радиоактивности и оценки содержания радионуклидов.

Программа мониторинга должна включать:

1. Периодическое измерение дозы гамма и бета - облучения на поверхности.

2. Периодический контроль образцов в сети пунктов наблюдения с последующим определением содержания радионуклидов, а также оценкой их физических и химических характеристик.

3. Текущую оценку радиологической ситуации и прогноз ее возможного изменения.

4. Вычисление дозовых нагрузок для людей, животных и растений.

5. Разработку предложений по эффективному контролю радиологической ситуации.

Данные, полученные в процессе сельскохозяйственного мониторинга, являются основой для принятия соответствующих технологий сельскохозяйственного производства.

Изучение путей миграции долгоживущих радионуклидов в системе почва - растение - животное - продукты питания имеет принципиальное значение для осознания и оценки возникшей опасности и совершенствования сельскохозяйственных технологий с целью дальнейшего использования загрязненных земель.

Практические рекомендации по ведению сельского хозяйства на загрязненных территориях, которые разрабатываются на основе агроэкологического мониторинга, помогают организовать производство продукции растениеводства и животноводства с допустимыми уровнями загрязнения и обеспечить безопасные условия работы.

Радиационное загрязнение вызвало необратимые изменения в процессе природопользования на пораженных территориях, включая земли, леса и водные источники. В результате выпадения радионуклидов на многих сельскохозяйственных землях необходима специальная обработка или изменение землепользования. Сейчас очевидно, что единственный путь предотвратить ухудшение состояния здоровья населения - это полный отказ от сельскохозяйственного производства на сильно загрязненных территориях. "Пятнистый" характер загрязнения территории

радионуклидами и вариация их уровней часто требуют отказа от сельскохозяйственной деятельности на отдельных участках и обработка других, менее загрязненных земель, где уровень радиоактивности в сельскохозяйственных продуктах строго контролируется. Это привело к изменениям в использовании загрязненных радионуклидами земель:

1. Изъяты из пользования земли с плотностью радиоактивного загрязнения более чем 40 Ки/км^2 .

2. Ограничено использование земель для сельскохозяйственных целей с плотностью радиоактивного загрязнения от 5 до 40 Ки/км^2 .

3. Сельскохозяйственные продукты, полученные на территориях, где плотность радиоактивного загрязнения составляет 1 - 5 Ки/км^2 , подлежат строгому радиологическому контролю.

Применяются специальные сельскохозяйственные и промышленные технологии для снижения загрязнения радионуклидами продуктов растительного и животного происхождения и их полуфабрикатов при производстве продуктов питания.

Водохранилища, реки и озера, сильно загрязненные радионуклидами, в настоящее время нельзя использовать так, как до катастрофы. Хотя радионуклиды уже осели на дно рек и водохранилищ, они все еще находятся в подвижном состоянии, поэтому существуют ограничения на использование воды. Эти изменения состоят в следующем: изъятие из пользования сильно загрязненных водных источников, ограничение на отдых, туризм и рыбную ловлю на загрязненных водных экосистемах. Ограничения на использование природных ресурсов во многих случаях способствуют достижению равновесного состояния земных и водных экосистем.

Установление максимально допустимых уровней загрязнения пищевых продуктов является принципиальным шагом к созданию системы радиологического контроля. Для практического определения загрязнения сельскохозяйственной продукции создана сеть радиологических лабораторий в агрохимических и ветеринарных службах, на предприятиях, производящих продукты питания, на овощных базах. **Кроме того, в каждом хозяйстве, расположенном в зоне с уровнем загрязнения более 15 Ки/км^2 , организованы дозиметрические посты для первичного контроля сельскохозяйственной продукции. Все лаборатории и дозиметрические посты оснащены радиометрами для измерения уровня загрязнения цезием-137. Содержание стронция-90 в**

продуктах питания проверяют в районных лабораториях радиохимическим методом.

Система радиоэкологического контроля продуктов питания состоит из трех звеньев: контроль на месте производства сельскохозяйственной продукции, в процессе переработки продуктов питания и контроль конечного пищевого продукта. Работа системы контроля продуктов питания соответствует административной иерархии и включает республиканский, областной и районный уровни. На местном уровне эта система не всегда работает удовлетворительно. Например, в Беларуси радиологический контроль продуктов питания организован в 125 ветеринарных лабораториях, в 132 лабораториях санитарного контроля в крупных магазинах, в 76 агрохимических лабораториях, на 216 предприятиях по производству продуктов питания, переработке мяса и молока и на 525 постах в государственных и коллективных хозяйствах. Организация и развитие системы радиологического контроля сельскохозяйственных продуктов и продуктов питания позволяют снизить объемы производства загрязненных продуктов питания.

Для восстановления сельского хозяйства на загрязненных территориях необходимы долгосрочные агроэкологические исследования. Дальнейшие исследования вертикальной и горизонтальной миграции радионуклидов в почве и путей вторичного загрязнения сельскохозяйственных земель необходимо для разработки методов восстановления таких земель в будущем. Важное значение имеют работы по локализации сильно зараженных участков и площадей и изъятию их из землепользования с целью предотвращения вторичного загрязнения земель. Больше внимания необходимо уделить переносу и динамике стронция-90, изотопов плутония, америция-241, определив их физико-химические формы, процессы распада и кинетики их химических превращений. Изучение этих проблем необходимо для математического моделирования и прогнозирования развития радиоэкологической ситуации.

17 ПРОБЛЕМЫ НАРОДОНАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Численность населения Беларуси по состоянию на 1 января 2005 года составила 9 млн. 951 тыс. человек, что на 40,5 тыс. человек

меньше по сравнению с предыдущим годом. Причиной такого сокращения явилась естественная убыль населения, связанная с превышением смертности над рождаемостью. Причем по сравнению с предыдущим годом ситуация ухудшилась - рождаемость уменьшилась, а смертность увеличилась. Уменьшение населения в стране произошло за счет сельских жителей. Их общее количество сократилось за год на 57,0 тыс. человек, в то же самое время городское население увеличилось на 17,5 тыс. человек.

В связи с низкой рождаемостью усилился процесс старения населения. **Согласно классификации ООН, население страны считается старым, если доля лиц в возрасте старше 65 лет составляет 7 %. В Беларуси этот показатель превышен почти в два раза.** Численность лиц старше трудоспособного возраста на 10 % превысила численность детей. Особенно заметен контраст между данными возрастными группами в сельской местности, где подобное превышение составило 72 %.

За последние годы произошли ощутимые изменения в миграционных процессах: появились беженцы, иммигранты, переселенцы из других республик бывшего Советского Союза. По прежнему основной миграционный обмен Беларуси происходил с Россией, Украиной и Казахстаном (90 % прибывших в Беларусь составляли граждане этих стран).

В социально-трудовой сфере на протяжении последнего десятилетия получили дальнейшее развитие процессы, связанные с появлением новых сфер приложения труда, трансформацией отраслевой структуры занятости населения, довольно активным развитием частного предпринимательства и легализацией безработицы. С переходом на рыночные отношения проявилась тенденция к сокращению занятых в народном хозяйстве. Их численность снизилась с 5,1 млн. человек в 1990 году до 4,4 млн. человек в 2000 году (т.е. на 15,3 %). На величину занятости населения в этот период существенное влияние оказал также общий кризис производства и финансовая разбалансированность экономики.

Официальная регистрация безработных в Беларуси началась только в 1991 году с принятием закона о занятости населения. Количество безработных в 1996 году достигло 182 тыс. человек. К 2000 году масштабы скрытой безработицы сократились с 26 до 5 %, а официально регистрируемой с 3,9 до 2,1 % от численности экономически активного населения. Основной проблемой в сфере занятости оставалась молодежная безработица. Сохранялась ее

высокая численность и продолжительность во времени. Каждый второй безработный в стране находился в возрасте от 16 до 29 лет.

Согласно демографическому прогнозу, на ближайшее пятилетие в Беларуси сохранится тенденция к сокращению численности населения, хотя она и будет несколько смягчена за счет миграции. Предполагаемый миграционный прирост за этот период может составить более 70 тыс. человек. Учитывая ожидаемые изменения в естественном и миграционном движении населения, его численность уменьшится к 2006 году на 200 - 260 тыс. человек. В возрастной структуре прогнозируется изменения в сторону сокращения численности детей и подростков, а также лиц старшего возраста и, наоборот, увеличение количества населения в трудоспособном возрасте.

Состояние здоровья населения Беларуси во второй половине 90-х годов по основным показателям было хуже, чем в развитых европейских странах, а также по сравнению с прошлым десятилетием. Так, ожидаемая продолжительность жизни в 1999 году составила 67,9 лет, что на 1,4 года ниже уровня 1990 года. Ожидаемая продолжительность жизни для сельского населения была на 4 года ниже, чем городского.

Среди различных возрастных групп особенно высокой первичной заболеваемостью отличаются дети. Первичная заболеваемость у них почти в 2,5 раза превосходит этот показатель у взрослых и в 1,5 раза - у подростков. В структуре заболеваемости населения преобладают болезни органов дыхания, на долю которых приходится больше половины всех случаев. Максимальная величина этой доли отмечается для детей - 69 % заболеваний. Для подростков и взрослых она составляет соответственно 59 и 40 % случаев.

Вторыми по распространенности для всего населения следуют болезни нервной системы - 7 % и третьими - инфекционные и паразитарные болезни - 5 % случаев. В то же время, в силу возрастной специфики заболеваемости, у детей инфекционные и паразитарные болезни преобладают над болезнями нервной системы (соответственно 7 и 6 %).

Свои особенности имеет заболеваемость детского и взрослого населения крупных городов Беларуси. Так, для детей ее уровень во всех из них отличается повышенной, а для взрослых, наоборот, пониженной по сравнению со средней для страны величины.

Среди отдельных городов максимально высоким показателем общей заболеваемости детского населения выделяется г.Могилев. Он более чем в два раза превышает аналогичные показатели других городов.

В Могилеве заболеваемость детского населения выше среднего для страны уровня фиксируется по всем классам болезней. Особенно значительные превышения отмечаются по таким заболеваниям как инфекционные - в 3 раза, органов дыхания - в 2,7 раза, врожденным аномалиям - в 2,6 раза, системы кровообращения - в 1,5, нервной системы - в 1,4 раза. Кроме этого в данный перечень также входят болезни органов пищеварения, мочеполовой системы, костно-мышечной системы и соединительной ткани. По остальным классам болезней максимальные превышения имеют место: по новообразованиям - в Минске (в 2,2 раза), по болезням эндокринной системы - в Бресте (в 2,4 раза), психическим расстройствам - в Бресте (в 2,1 раза), крови и кроветворных тканей - в Гродно (в 1,6 раза), кожи и подкожной клетчатки - в Витебске.

Во всех городах по числу случаев преобладают болезни органов дыхания. Затем в Витебске, Гродно, Гомеле и Могилеве следуют инфекционные болезни, в Минске - травмы и отравления, Бресте - болезни нервной системы.

Важной прогностной характеристикой состояния здоровья населения выступает оценка эколого-эпидемиологического риска первичной заболеваемости. Выполненные расчеты численных значений указанного риска для детей показали, что по всем без исключения городам существует высокая вероятность их общей заболеваемости. Наиболее неблагоприятное положение складывается в Могилеве, где высокий риск отмечается по всем классам болезней. Минск занимает вторую позицию по степени риска всех классов болезней.

В отличие от существующего положения с заболеваемостью детского населения, когда один город (Могилев) резко выделяется среди остальных ее более высоким уровнем, в заболеваемости взрослого населения наблюдается обратная ситуация. Город Гродно существенно отличается от остальных, но не аномально высоким, а, наоборот, низким ее уровнем, который в 1,5-2 раза ниже по сравнению с другими крупными городами.

Самая большая заболеваемость взрослого населения отличается в Минске. Здесь же наблюдаются максимальные уровни болезней органов дыхания. Инфекционные заболевания

отличаются наибольшей величиной в Гродно, новообразования и болезни нервной системы - в Гомеле, болезни эндокринной системы, крови и кроветворных тканей, психические расстройства, врожденные аномалии - в Бресте.

Сравнение повышенных уровней заболеваемости взрослого и детского населения показывает, что между рассматриваемыми крупнейшими городами Беларуси существует больше различий, нежели сходства. В частности имеет место лишь одно совпадение, касающееся заболеваний эндокринной системы. Как для взрослых, так и для детей наибольшей их величиной выделяется Брест.

Среди отдельных городов высокой вероятностью развития наибольшего количества болезней выделяется Брест, где такая вероятность установлена для семи классов заболеваний, затем следует Гродно - 6 классов, Минск - 5 классов, Витебск и Гомель - по 4 класса.

Особенно высокой заболеваемостью отличается население, пострадавшее в результате аварии на Чернобыльской АЭС и проживающие на территории с высоким уровнем радиоактивного загрязнения местности. У данной категории людей отмечается более значимый, по сравнению со средними по стране показателями, рост заболеваемости практически по всем болезням. Фиксируется выраженное увеличение заболеваемости онкологическими болезнями - раком легких, молочной железы, мочевого пузыря, почек и др. Регистрируется также значительный рост заболеваемости раком щитовидной железы у детей и подростков, получивших высокие дозовые нагрузки за счет радионуклидов йода в первый период после аварии.

Состояние общественного здоровья является чутким индикатором социальных условий жизни и состояния окружающей среды. Доля влияния экологических факторов (химических и физических) на частоту различных форм заболеваний может быть определена в настоящее время лишь с некоторой степенью вероятности. По разным оценкам от 20 до 80 % заболеваний имеют средовой компонент, и в то же время однозначное соответствие между воздействием среды и заболеванием установлено в немногих случаях. В частности выявлена достоверная связь между уровнем загрязнения атмосферного воздуха и заболеваниями органов дыхания.

В течение последних 10 лет степень загрязнения атмосферного воздуха в городах варьировала от допустимой до сильной. Наиболее чистый воздух оказался в Гродно, наиболее грязный - в Могилеве. Это можно объяснить большим содержанием таких высоко токсичных

веществ, как фенол, формальдегид, сероводород и сероуглерод, относящихся к веществам 2-го класса опасности, и в отношении которых наблюдается превышение ПДК.

В последние годы наблюдений на первые места в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями выходят опухоли органов и систем, вступающих в непосредственный контакт с канцерогенными веществами (кожи, дыхательных путей, органов дыхания) и появляются локализации в органах и системах, связанных с обезвреживанием и выведением из организма химических веществ.

Следует отметить, что наблюдается различие в уровнях заболеваемости среди женского и мужского населения. Более высокий уровень заболеваемости за все годы наблюдений зарегистрирован у женщин. Однако мужское население характеризуется более высокими темпами роста заболеваемости. Так, у женщин уровень заболеваемости за последние десять лет увеличился в 2,1 раза, а у мужчин - в 3,1 раза.

Различие в темпах роста заболеваемости злокачественными новообразованиями у мужчин и женщин объясняются тем, что на вредных производствах работают в основном мужчины.

До последнего времени считалось, что только электрическая составляющая низкочастотного электромагнитного поля может быть достаточно высокой, чтобы оказать влияние на здоровье человека. В условиях населенных мест наиболее значимым внешним источником низкочастотных электрических и магнитных полей являются воздушные линии электропередачи различного напряжения, под влиянием которых находится часть населения, проживающая вблизи воздушных линий. Зоны неблагоприятного влияния линий электропередач на население могут достигать от 2 до 160 м по обе стороны от крайних проводов. Используемые для строительства жилых домов материалы (кирпич, панели, бетон, блоки, дерево) существенно не влияют на ослабление уровней низкочастотных электромагнитных полей. В зданиях, расположенных вблизи от линии электропередач, от 75 до 80 % объема квартир находятся под воздействием высоких уровней низкочастотного электромагнитного поля, и население, проживающее в них подвергается круглосуточному воздействию данного неблагоприятного фактора.

Эпидемиологические исследования шведских и американских ученых, выполненные в последние годы, заставили обратить пристальное внимание на роль магнитной составляющей низкочастотного электромагнитного поля. По мнению ряда ученых,

потенциальную опасность по магнитным полям представляют все линии электропередач с напряжением от 35 до 1150 кВ, а особую обеспокоенность вызывают линии электропередач с напряжением от 35 до 330 кВ в кварталах крупных и мелких городов.

Среди зарегистрированных последствий воздействия электромагнитного загрязнения на человека - повреждение основных функций организма, в том числе нервной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, эндокринной систем, развитие психических расстройств и др. Отмечена связь электромагнитного загрязнения с развитием злокачественных опухолей. Среди последствий даже относительно низкого уровня электромагнитного загрязнения специалисты называют также нарушения поведения (вплоть до самоубийства), потерю памяти, болезнь Альцгеймера, синдром внезапной смерти у грудных детей, расстройство половой функции и другие отклонения. Особенно высока чувствительность к неблагоприятному воздействию электромагнитного загрязнения у эмбриона и детей. Также более ранимы люди, страдающие аллергиями. По некоторым данным значительная часть случаев инфаркта миокарда в крупных городах вызвана “скачками” мощных низкочастотных техногенных электромагнитных полей.

В Беларуси разработана методика мониторинга низкочастотного электромагнитного поля, которая позволяет установить зоны неблагоприятного влияния на население этого фактора внешней среды от различных источников, определить уровни электромагнитного поля и оценить дозовые нагрузки на население, следить за динамикой изменения уровней загрязнения на различных территориях и разрабатывать комплексные мероприятия по уменьшению неблагоприятного влияния низкочастотного электромагнитного поля на человека.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Экологическая ситуация Беларуси: формирование, изменение, региональные особенности	4
2. Характеристика водных ресурсов Беларуси	10
3. Проблемы загрязнения природных вод Беларуси	16
4. Антропогенные изменения биосферных функций почв	21
5. Охрана почв и пути ее реализации	27
6. Почвы Беларуси и их экологическое состояние	33

7. Экологические проблемы в связи с добычей полезных ископаемых в Беларуси	38
8. Экологические проблемы Солигорского горно-промышленного района	44
9. Экологические проблемы, связанные с антропогенным воздействием на леса Беларуси	50
10. Экологические проблемы сохранения биоразнообразия Беларуси	55
11. Состояние и трансформация животного мира Беларуси	61
12. Оценка влияния радиоактивного загрязнения среды на фауну Беларуси	67
13. Проблемы отходов производства и потребления в Беларуси	73
14. Проблемы радиоактивного загрязнения природной среды Беларуси	78
15. Радиационный мониторинг природной среды Беларуси	84
16. Воздействие катастрофы Чернобыльской АЭС на агроэкосистемы Беларуси	90
17. Проблемы народонаселения Республики Беларусь. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения	95

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука, 2000. 185 с.
2. Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь. Мн.: Центр «Конкордия», 1997. 44 с.

3. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. Мн.: БелНИЦ «Экология», 2003. 232 с.
4. Первый Национальный доклад по выполнению Конвенции о биологическом разнообразии // Под ред. М.М. Пикулика. Мн.: ООО «Белсенс», 1998. 86 с.
5. Состояние окружающей среды Республики Беларусь. Мн.: БелНИЦ «Экология», 2001. 96 с.
6. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень. Мн.: Минсктиппроект, 2004. 264 с.
7. Стратегия устойчивого развития Беларуси: Преемственность и обновление. Мн.: Юнипак, 2003. 208 с.

Дополнительная литература

1. *Белый О.А., Логинов В.Ф., Сенько А.С. и др.* Национальная инвентаризация источников и поглотителей парниковых газов. Мн.: БелНИЦ «Экология», 2003. 88 с.
2. *Буйнич Е.А.* Обращение с отходами на предприятиях и объектах размещения. Мн.: БелНИЦ «Экология», 2004. 20 с.
3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года. Мн.: Юнипак, 2004. 200 с.
4. Национальный отчет о прогрессе в области устойчивого развития Республики Беларусь. Мн.: ЗАО «Юнипак», 2002. 52 с.
5. *Подолько В.М., Бамбалов Н.Н., Вергейчик М.Н. и др.* Биосферно-совместимое использование лесных и болотных экосистем. Мн.: ООО «Поликraft», 2003. 190 с.
6. Прогноз изменения окружающей среды Беларуси на 2010-2020 г.г. / Под ред. В.Ф. Логинова. Мн.: Минсктиппроект, 2004. 180 с.
18. *Ясовеев М.Г., Шеринев О.В., Кирвель И.И.* Водные ресурсы Республики Беларусь. Мн.: БГПУ, 2005. 296 с.

Учебное издание

Куликов Ярослав Константинович

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЛАРУСИ

Курс лекций

**Для студентов биологического факультета
специальности «Н 1-33 01 01 - Биоэкология»**

Технический редактор
Корректор

Ответственный за выпуск *Я.К. Куликов*

Подписано в печать..... Формат 60 x 84. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл. печ. л..... Уч. изд. л..... Тиражэкз. Зак....

Белорусский государственный университет
Лицензия ЛВ № 315 от 17.07.98
220030, Минск, пр. Независимости, 4

Отпечатано с оригинал-макета заказчика
Республиканское унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского государственного университета»
Лицензия ЛП № 461 от 14.08.2001
220030, Минск, ул. Красноармейская, 6