

1 ПРОБЛЕМЫ И ГИДРОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БЕЛАРУСИ

Территория Беларуси, площадью 207,6 тыс. км², простирается на 560 км с севера на юг и на 650 км с севера на запад. Численность населения 10,3 млн. человек.

На западе Беларусь граничит с Польшей, на востоке - с Россией, на юге - с Украиной и на севере - с Литвой и Латвией. Для ландшафта Беларуси характерны черты рельефа Русской равнины, с давнего времени не испытывавшей процессов горообразования. Несмотря на общий равнинный характер поверхности, территория Беларуси не однообразна по рельефу. Здесь имеются и возвышенности, и низменности. Максимальная высота над уровнем моря 370 м. Цепь холмов, ориентированных в широтном направлении, разделяет страну на *северную часть*, реки которой впадают в Балтийское море, и *южную*, - принадлежащую к бассейну Черного моря. Сложная орография Русской равнины находится в связи с тектоническими особенностями платформы: неоднородностью ее структуры и неодинаковым проявлением новейших тектонических движений. Сама платформа состоит из разнородных элементов: щитов, антеклиз, синеклиз и других, более мелких, структур. Между двумя щитами - Балтийским и Украинским - кристаллический фундамент, залегающий на небольшой глубине, обычно менее 1000 м, а в Беларуси - не глубже 500 м (Белорусская антеклиза). Геоморфологические различия территории Беларуси, между севером и югом, являются, в значительной мере, продуктом геологической Истории, важнейшим событием которой были мощные четвертичные оледенения.

Территория Беларуси, как и вся Русская равнина, находится под воздействием Атлантического океана и его теплого Северо-Атлантического течения. Морской полярный воздух, формирующийся над Атлантикой, сюда поступает мало трансформированным. Его свойства, в значительной мере и обуславливают основные *черты климата*. Климат Беларуси - *мягкий континентальный* (среднемесячные температуры варьируются в пределах от - 7°С до + 18°С) и *умеренно влажный*, что, в определенной мере, объясняет распространенность заболоченных площадей, занимающих более 20% территории страны.

Грунтовые воды аллювиальных и флювиогляциальных равнин свойственны Полесью - Припятского, Деснинского и др. Для этой зоны характерны обильные слабоминерализованные грунтовые воды, залегающие близко от поверхности (0...3 м), что также способствует процессам заболачивания обширных территорий.

Беларусь в сентябре 1991 года провозгласила себя независимой республикой, вслед за распадом политической и экономической системы бывшего Советского Союза (БСС). В годы независимости наметилась постепенная переориентация экономической политики.

В прошлом, всеми сферами экономической деятельности управляло государство. При этом, Беларуси отводилась роль "сборочного конвейера Союза". Республика специализировалась на трудоемких и требующих высокой квалификации видах промыш-

ленной деятельности (машиностроение, текстильная, деревообрабатывающая промышленность, производство мясо - молочной, нефте-химической продукции, минеральных удобрений и др.). Беларусь была нетто - импортером энергии, продукции металлургии и сельского хозяйства и нетто - экспортером машин, оборудования и ряда потребительских товаров.

При том, что объемы экспорта - импорта составляли лишь половину ВВП, примерно, 90% объема торговли приходилось на другие республики БСС, а экономика была полностью изолирована от международной конкуренции. В экономической системе практиковались глобальные снижения цен при государственном контроле за распределением ресурсов.

Планомерное занижение стоимости сырья и энергии привело к завышенному, по сравнению со странами с рыночной экономикой, их расходу на единицу выпускаемой продукции, преобладанию в промышленности высокоотходных технологий. Сама экономическая система подпитывала тенденцию, направленную против капиталовложений в борьбу с загрязнением окружающей Среды, не способствовала экологически безопасной эксплуатации действующих предприятий, использованию новейших безотходных технологий на вновь вводимых производствах.

Однако, экологическое наследие прошлой системы не столь отрицательно, если учесть результаты широкомасштабной деятельности по лесовосстановлению и лесовозобновлению, когда за 1945...1973 г.г. площадь лесных массивов удвоилась, а система природных охраняемых территорий - существенно расширилась. На стыке 70...80-х годов осуществлены крупные инвестиции в создание инженерных систем вторичной очистки сточных вод. В начале 90-х годов существенно сократились выбросы в воздушный бассейн за счет эффективного контроля эмиссии макрочастиц и увеличения потребления природного газа. В 1990 году Правительством Беларуси принята "Комплексная программа защиты окружающей Среды на период 1991...1995 годов и на перспективу до 2000 года". Данная программа (программа "Экология") включает в себя 56 мероприятий, из которых 9 - общего характера, остальные - сфокусированы на Средах антропогенных воздействий: вода, воздух, земля, леса, флора и фауна, подземные ресурсы, твердые отходы, объекты исторической ценности.

Программой признана недостаточность существующего законодательства и необходимость законодательного обеспечения экологической безопасности страны, включая внедрение штрафов, льгот и стимулов, систем управления потреблением и рациональным использованием природных ресурсов, своевременный пересмотр и неукоснительное соблюдение стандартов и нормативов качества окружающей Среды. Кроме того, в программе представлены общие затраты на реализацию запланированных мероприятий. Необходимо отметить, что в 1991 году была принята система штрафов за загрязнение окружающей Среды, направленная на обеспечение учета экологических проблем в принимаемых предприятиями и организациями экономических решениях.

Однако, до настоящего времени, экологические законы работают неэффективно и, часто, не исполняются.

Все еще, главные факторы отрицательного воздействия на здоровье людей связаны с выбросами высокотоксичных веществ некоторыми промышленными источниками в атмосферу, бактериологическим и химическим загрязнением подземных вод в результате сельскохозяйственной деятельности и в связи с существующей практикой размещения отходов. Значительный экологический и экономический ущерб наносится государству в результате загрязнения поверхностных вод и радиоактивного заражения земель вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (до 75% радиоактивных осадков выпало на территорию Беларуси).

Государству необходима жизнеспособная экологическая стратегия, основанная на правильном выборе приоритетов, доступная для практической реализации, соответствующая финансовым и организационным возможностям органов власти; она должна быть приемлемой для общества.

Особое значение должно придаваться снижению факторов риска для здоровья населения, сокращению производственных потерь под влиянием ухудшения качества окружающей Среды, сохранению ресурсов живой природы и, в итоге, предотвращению необратимого экологического ущерба.

1.1 Экологические проблемы Беларуси

Состояние качества атмосферного воздуха

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (воздушный бассейн) осуществляют как стационарные (*точечные*), так и *мобильные источники*. В общих объемах выбросов *стационарными источниками* в начале 90-х годов различные загрязнения, по ориентировочным данным, составляли: SO_2 - 51%, CO - 16%, NO_2 - 9%, пыль - 9%, легкие органические соединения (ЛОС) - 17%. Необходимо отметить, что в 1980...1991 годах наметилась тенденция к уменьшению выбросов CO и SO_2 при стабильном поступлении NO_2 в атмосферу. Снижение выбросов SO_2 и CO можно связать с увеличением потребления природного газа. Некоторое снижение выбросов пыли связано с совершенствованием пылеудерживающих систем на промышленных предприятиях [39].

Примерно 30% от общего объема выбросов стационарных источников загрязнения в атмосферу приходилось на долю электростанций, около 15% - на химические и нефтехимические предприятия. Причем, загрязнение воздуха электростанциями по отдельным компонентам было подавляющим (более 60% - SO_2 и до 70% выбросов NO_2). До распада Союза на территории Беларуси действовало более 2 тыс. крупных и средних предприятий, имевших более 60 тыс. точечных источников, в т.ч. две трети из них - с неконтролируемыми выбросами. На городских территориях контролем были охвачены около 75% точечных источников выбросов. Качество контроля выбросов в атмосферу

было выше среднереспубликанского уровня в городах Минск, Гомель, Орша. Однако, такие города как Борисов, Солигорск, Гродно, Новополоцк имели большее количество неконтролируемых источников выбросов, чем контролируемых.

По приближенным данным, объем выбросов из *мобильных источников* в 1990 году достигал 59% от общего количества выбросов в атмосферу. За последние годы количество автомобилей не уменьшилось, а средний срок службы далеко перешагнул 10-летний рубеж. Необходимо отметить, что методики оценки количества выбросов от мобильных источников основываются на данных пробных прогнозов и не содержат поправок на нарушение установленных норм, что характерно для 35% автотранспортных средств. Реальные объемы выбросов из мобильных источников, их интенсивность (тонн на 1 млрд. долларов ВВП) и плотность (в расчете на площадь территории страны), особенно в крупных городах , продолжают расти. Хотя, интенсивность и плотность мобильных выбросов в Беларуси выше, чем в развитых странах, благодаря широкому использованию природного газа, отсутствию электростанций со сжиганием угля и низкой доли угля в топливном балансе жилищного сектора, эти показатели значительно лучше, чем в других странах Центральной и Восточной Европы. Например , плотность выбросов SO_2 в 1991 году была в два раза меньше, чем на Украине (более 5 тыс. кг/км²). Известно, что ряд предприятий Беларуси - биохимии, нефтехимии, деревообрабатывающей, текстильной промышленности , промышленности строительных материалов и др. продолжают выбрасывать в атмосферу высокотоксичные вещества широкого спектра без надежного текущего контроля их концентраций. Это связано с тем, что измерение концентраций этих веществ является сложной прикладной задачей и должно содержаться в программах регулярного мониторинга, включающего в себя оценки загрязнения территории Беларуси через государственные границы стран Европы. Можно предположить, что с учетом общих выбросов в соседних странах и особенностей устойчивых циркуляционных процессов в атмосфере Земли, Беларусь является, как бы "нетто - импортером" загрязнителей воздушного бассейна, преимущественно из Польши, Германии, Чехии, Словакии и Украины. В то же время, она "экспортирует", транзитом поступившие и просуммированные с собственными, загрязнения в страны Балтии и северо-западные районы России. Полная картина естественного тепловлагомассообмена между сопредельными территориями может быть восстановлена при условии выполнения комплексного гидролого-климатического исследования, связанного с нуждами экологии.

Состояние качества воды

Показатели качества воды традиционно рассматриваются как совокупность *биологических и физико-химических характеристик воды: трофосапробности, солености и жесткости, водородного показателя pH, концентрации вредных веществ. Качество воды в Беларуси определяется как превышение над величиной показателя заражения воды (ПЗВ), на котором основаны семь систем классификации. При расчетах ПЗВ также ис-*

пользуются традиционные параметры химии воды (всего шесть): растворенный кислород, биологическая потребность в кислороде (БПК-5), содержание аммиака, нитрата, нефтепродуктов и фенолов. При использовании подобного обобщенного показателя качества воды *поверхностные источники* относятся к определенным категориям: чистые, а также с различными градациями уровней загрязненности ("Грязности") - от класса I, присваиваемого самым чистым рекам, до класса VII - самым загрязненным рекам.

Естественно, как и любая другая, данная система оценки качества *поверхностных вод* не обеспечивает полного представления качества водных источников. Существенное загрязнение вод может быть вызвано рядом других факторов. Например, содержанием нитратов, фосфатов, или сложных токсичных веществ. Более того, ежемесячные пробы могут не учесть разлива по водной поверхности вредных веществ, их залпового сброса, или даже достаточно низких уровней концентрации загрязнителей, накапливающихся в различных формах биологической жизни водных объектов. Реки Беларуси (2 тыс.), общей протяженностью около 90 тыс. км, относятся к главным водосборам как Черного, так и Балтийского морей. Из них большое количество - малые реки. Около 460 из которых отдают воды Балтийскому и около 560 - Черному морю, протекая, при этом, через территории соседних стран. Кроме того, в стране имеется более 10 тыс. озер с площадью зеркала, в основном, меньшей 50 га (у 470 озер эта площадь 50 га и более).

Большинство малых, средних рек и озер весьма чувствительны к загрязнению воды из-за недостаточного разбавления загрязнителей. Подземные воды также уязвимы, в смысле возможности их загрязнения, практически на всей территории Беларуси, чему способствуют песчаные, легкофильтрующие почвогрунты на юге и неустойчивые геологические формации - на севере страны. Многие естественные озера и водохранилища страдают от эвтрофикации (переизбытка питательных веществ), связанной с промышленными сбросами, сбросами муниципальных очистных сооружений и особенно стоков животноводческих комплексов.

Вообще, решение проблемы качества *поверхностных источников и подземных вод* сопряжено с проблемой сброса сточных вод.

Большинство стран стремятся достичь нормативных уровней биологической потребности в кислороде (БПК) и общего содержания взвешенных веществ (ОСВВ), сбрасываемых в открытые водоисточники, соответственно, 20 и 20 мг/л.

В 1996 году, для очищенных сточных вод, в Беларуси эти показатели (БПК, ОСВВ) были несколько ниже нормы, что положительно характеризует эффективность применяемой вторичной биологической очистки стоков и, очевидно, снижения темпов производственной деятельности. Хотя, из-за отсутствия надлежащего мониторинга качества и количества сточных вод, реальная концентрация загрязняющих веществ может, в определенных условиях, превышать установленные нормативы. Вместе со сточными водами, в водотоки попадают тяжелые металлы, представленные почти равными количествами меди, цинка и хрома.

Самым крупным источником жидких отходов в Беларуси являются бытовые стоки (65% годового объема сброса сточных вод). Вторым, по количеству этих отходов, источником являются промышленные предприятия (28%). На долю этих двух источников приходится 97% нагрузки по БПК и 94% нагрузки по ОСВВ. При этом, серьезной проблемой является загрязнение муниципальных очистных сооружений и канализационных систем, в целом, в связи с несанкционированными сбросами в них сточных вод. Из-за плохо организованных систем специальных свалок и утилизации отходов, есть вероятность сброса предприятиями токсичных материалов в канализационную сеть в ночное время.

В 1996 году вода открытых источников, относимая к категории "чистой", согласно отбору проб по мониторингу, обнаружена на 10% контролируемых территорий Беларуси, подавляющая часть водных источников отнесена к типу III, т. е. к категории умеренного загрязнения. Такие большие реки, как Неман, Припять, Западная Двина и Днепр также отнесены к классу рек с умеренной степенью загрязнения. Наиболее загрязненными являются реки Свислочь (ниже по течению от Минска), Западный Буг - ниже по течению от Бреста, Березина - ниже по течению от места ее слияния со Свислочью и на участке нескольких десятков километров ниже по течению от Бобруйска, а также Днепр - ниже по течению от городов Орша и Могилев.

Поскольку в Беларуси преобладают малые реки, то *подземные воды* являются важным источником водоснабжения страны. Водопроводное, или "централизованное" водоснабжение, осуществляемое, главным образом, за счет артезианских скважин или рек преобладает в городах и поселениях городского типа. "Децентрализованное" водоснабжение из неглубоких индивидуальных колодцев преобладает, в основном, в сельских населенных пунктах. Доля населения (по административным областям), использующего децентрализованные источники воды колеблется в Беларуси от 52% (Минская) до 79% (Брестская). Причем, от 31% (Минская) до 79% (Витебская) мелких колодцев не соответствуют химическим стандартам по качеству воды. Биологическим стандартам качества воды не соответствует, соответственно, от 18% (Брестская) до 49% (Витебская) мелких колодцев. Причем, вода из подземных источников, в структуре общего потребления, составляет, в целом по Беларуси, 43% (Гродненская и Могилевская области - по 60%, г. Минск - 66%).

Известно, что неглубокие колодцы легко подвергаются, повсеместно, химическому и бактериальному загрязнению. Однако, интенсивному химическому загрязнению (нитратами, хлоридами) подвергаются и артезианские воды. Поэтому, сегодня зачастую возникает проблема изыскания чистых источников воды для строительства водопроводов в сельской местности.

Во всех регионах страны не было превышения норм содержания в питьевой воде тяжелых металлов (ртуть, свинец, кадмий, мышьяк), а также уровней ее радиоактивности.

Рассматривая проблему загрязнения воды через государственные границы, можно предположить, что Беларусь является "нетто-экспортером" загрязнений водного бассейна (около 56% общего стока поступает на Украину, 25% - в Латвию, 17% - в Литву и около 2% в Россию и Польшу).

После аварии на Чернобыльской АЭС, радионуклиды с поверхности почв и вместе с подземными водами переносятся в открытые водоисточники (р.р. Припять и Днепр, Киевское водохранилище). Хотя радионуклиды не мигрируют свободно, но в половодье и при выпадении осадков они способны обретать взвешенное состояние или продуцировать в виде новых частиц в процессе эрозии почв. Очевидно возникновение новых факторов риска для людей, потребляющих в пищу воду и рыбу из этих источников [38].

Выработка и размещение опасных и твердых отходов

Как и любое другое государство, Беларусь *вырабатывает* и *накопила*, к настоящему времени, большое количество *опасных отходов* широкого спектра - от радиоактивных, коррозионных и горючих, до высокотоксичных материалов. Имеющиеся статистические данные по производству, повторному использованию, очистке, хранению и удалению опасных отходов указывают на то, что повторно используется около четверти вырабатываемых токсичных отходов, очищается и обезвреживается около 40%, размещается в специальных хранилищах до 10% и на неконтролируемых площадках - 25% отходов.

Необходимы конкретные правила и нормы, устанавливающие эффективную систему контроля за очисткой и размещением опасных отходов. Здесь неуместны общие требования, предписывающие размещать опасные отходы на собственных территориях предприятий. Международная практика показывает, что темпы накопления токсичных отходов составляют около 10% в год. Главным способом удаления городских твердых отходов в Беларуси, до настоящего времени, является их захоронение на свалках. Количество действующих предприятий по переработке твердых отходов неадекватно потребностям и экологической ситуации в Беларуси. При этом, территория, одновременно используемая в качестве свалок, стабильно превышает 1000 га. В Беларуси действует несколько десятков предприятий, применяющих технологии электроосаждения металлов, и все они сбрасывают жидкие отходы в городскую канализацию. При этом, органический ил, получаемый в процессе очистки канализационных стоков, содержит примеси хрома, цинка, кадмия, никеля и других тяжелых металлов.

В результате, примерно, 200 тыс. тонн органического ила должны подвергнуться очистке, т.к. в нем содержатся токсичные вещества. В 50% отходов (от всей массы материалов), размещаемых на неконтролируемых площадях (городские мусорные свалки, овраги, котлованы вблизи застроенных территорий и др.) часто содержится шестивалентный хром, который является канцерогеном. Там же обнаруживаются формовочные сме-

си, растворители, нефтешлаки, фенолсодержащие и лакокрасочные отходы, а также, упомянутые выше, отходы тяжелых металлов.

Примерно, в одной тысяче пунктов на территории Беларуси могут использоваться радиоактивные вещества и материалы в промышленных, сельскохозяйственных, медицинских и научных целях. Имеющиеся хранилища отработанных материалов с низким и средним уровнем радиоактивности, практически, заполнены, нуждаются в оснащении контрольно - измерительными и техническими системами, обеспечивающими надлежащую изоляцию и мониторинг состояния радиоактивных отходов. Поэтому, необходима системная работа по выявлению подобных свалок, с целью установления видов токсичных веществ, степени загрязнения подземных и поверхностных вод в зонах их влияния и своевременного принятия предупредительных мер.

Состояние земель и лесов

При площади территории Беларуси в 20,8 млн. га, сельскохозяйственные угодья занимают 9,4 млн. га, леса - 8,0 млн. га и водные угодья - 1 млн. га.

В целом, *по территории страны преобладают дерново - подзолистые почвы* на различных по механическому составу коренных породах.

Широко развиты также торфяно-болотные и дерново-подзолистые заболоченные почвы, менее распространены аллювиально-луговые, которые размещены лишь в долинах рек. По механическому составу почвенный покров (почвы) разделяется следующим образом: глинисто - суглинистые (27%); песчано - суглинистые (49%); песчаные (19%); торфяные и маршевые (5%).

Около 1,2 млн. га площади пахотных земель подвержены эрозии и почти 500 тыс. га относятся к категории с сильно эродированными почвами.

Большие территории, в свое время, были отведены для добычи торфа и минерального сырья (за 20 лет около 10 тыс. га). В настоящее время, эти земли, в основном, рекультивированы. Большая часть обширных водно-болотистых массивов на юге страны была осушена и превращена в сельскохозяйственные земли в рамках *Комплексной программы* рационального использования и охраны природных ресурсов Полесья. Однако, выполнение данной "комплексной" программы шло по урезанному варианту, а в 90-е годы она была свернута, вообще. Поэтому, результаты мелиоративной деятельности, в Белорусском Полесье, можно назвать скромными, как с экономической, так и с экологической точек зрения.

Мелиорированные почвы имеют хорошую механическую структуру, но они подкислены (рН-5,6), характеризуются слабыми щелочными обменными реакциями и бедны фосфором.

Почвы требуют известкования, применения совершенных технологий внесения минеральных, органических удобрений и выращивания на них сельскохозяйственных культур. Естественный почвенный покров из легких и тощих почв ставит Беларусь в бо-

лее неблагоприятные условия хозяйствования по сравнению с другими странами Восточной Европы.

Однако, соотношение вносимых питательных веществ несбалансировано: вместо рекомендуемого соотношения 1 N: 0,9 P: 0,6 K в период относительно стабильного их использования (1988...1991 г.г.) действовало соотношение 0,75 N: 0,5 P: 1 K, что, определенно, обуславливалось чрезмерным применением добываемых в стране нефосфатных удобрений.

Внесение удобрений в Беларуси достигало своего пика (271 кг/га) в 1989 году (Голландия вносила, в среднем, 770, Бельгия - 277, Болгария - 183, Румыния - 130 кг/га).

В 1980...1990 годах, при производстве зерновых и кормовых культур, вносилось от 12 до 14 т/га органических удобрений. В 1992 году на крупных животноводческих комплексах содержалось 6,6 млн. голов крупного рогатого скота и 4,7 млн. свиней. Гипертрофированные размеры комплексов, несовершенство используемых систем навозоудаления и утилизации животноводческих стоков привели к повышенным уровням нитратов в почве, поверхностных и подземных водах на значительных территориях. Корма, получаемые на этих землях, практически, непригодны для скормливания скоту.

Пик использования пестицидов в стране пришелся на 1987 год, но, из-за сокращения поставок по импорту, дальнейшее их применение неуклонно снижалось.

Но проблема хранения нестандартных или запрещенных пестицидов во многих хозяйствах до настоящего времени не решена.

Состояние загрязнения земель и залесенных территорий зависит, в определенной мере, от загрязняющего влияния воздуха. Земельные ресурсы Беларуси, в значительной мере, страдают от двух типов загрязнения воздуха. Первый - это радиоактивные осадки постчернобыльского периода.

Если сразу же после аварии на ЧАЭС радиоактивность земель определялась, главным образом, наличием короткоживущих радионуклидов (ксенон - 133, йод - 131, стронций - 89 и др.), то в последующие 1...2 года - церием - 144, рутением - 106, цезием - 134 и др., а в настоящее время (и на следующие десятилетия) - главные источники радиоактивности - стронций - 90 и цезий - 137, плутоний - 238, -239, -240.

Эти источники радиоактивности распределяются, преимущественно, в верхнем 5-см слое почвы (особенно, глинистой). Миграция вглубь почвогрунтов радиоактивных частиц ускоряется на песчаных и торфяно-болотных почвах.

На явление их миграции может влиять и, естественно влияет, антропогенная деятельность (перепашивание почвы, внесение повышенных доз удобрений).

Второй тип загрязнения воздуха, разрушительно влияющий на земельные ресурсы Беларуси,- влажное и сухое осаждение на поверхность почвы, водных источников, лесных массивов и др. окислов азота и серы. Исследования атмосферы Северной Европы показывают, что 20...25% двуокиси серы удаляется из атмосферы за счет осаждения.

Примерное соотношение сухого и мокрого осаждения по азоту составляет 2:1.

Сухое осаждение происходит, когда выбросы SO_2 и NO_x поглощаются непосредственно поверхностью водных источников и почв. Некоторые количества SO_2 и NO_x образуют кислоты (H_2SO_4 и HNO_3) в атмосфере и выпадают на землю в виде дождя или снега.

Например, общий показатель осаждения серы в удаленных сельских районах ФРГ составляет, примерно, 88 кг/га/год, а азота - 13 кг/га/год, в странах Северной Европы интенсивность осаждения азота варьируется в пределах от 10 до 25 кг/га/год.

В этих странах возникли серьезные проблемы окисления атмосферных осадков (кислотные дожди).

Примерно, в этих пределах наблюдается интенсивность осаждения азота и в Беларуси.

Осаждение серы оказывает двоякое отрицательное воздействие на земельные ресурсы (на поверхностные части растений, на характеристики почв).

Особой опасности, при этом, подвергаются в Беларуси еловые и сосновые леса на легких почвах, чувствительных к подкислению.

Проблема осаждения тяжелых металлов (особенно свинца) злободневна для крупных городов с интенсивным движением автотранспорта. Хотя, максимальное отмеченное в Беларуси (г. Минск), значение концентрации свинца составляет лишь 50% от уровней, устойчиво регистрируемых во многих городах США.

Большей частью *лесных угодий* управляет Министерство лесного хозяйства Беларуси ($\approx 82\%$), остальная часть лесов принадлежит колхозам, военному ведомству, природным охраняемым территориям, научным и учебным заведениям, а также местным органам власти. После второй мировой войны в Беларуси была реализована широкомасштабная программа лесовосстановления и облесения на массивах, понесших наибольший ущерб.

В целом, за 1945...1973 годы площади лесов увеличились с 23 до 34% от всей площади территории страны. В настоящее время лесопосадки продолжают, причем, шаг посадки значительно сокращен по сравнению с послевоенным уровнем и составляет ныне 5 тыс. саженцев / га для сосны и 4 тыс. саженцев / га - для других пород деревьев. Восстановление сосновых лесов на участках сплошной рубки осуществляется, в основном (до 75%), путем естественного возобновления.

Министерство лесного хозяйства имеет питомники общей площадью около 3,5 тыс. га, из которых 1,0 тыс. га - семенных питомников, производящих семена в промышленных масштабах, в т.ч. на экспорт. Учитывая преобладание молодых групп деревьев, Беларусь имеет относительно высокие средние запасы леса на корню по различным категориям и основным видам древесины. Обращает на себя внимание то, что ель имеет наибольший объем древесины на один гектар, чем другие виды. Однако, следует отметить,

что с 1995 года возникла проблема усыхания еловых лесов, которая связана со снижением уровня подземных вод и изменением их химического состава. Реальный же прирост леса, в общем, ниже потенциального (на 30...50%) и зависит от интенсивности ведения лесного хозяйства, включая степень деформированности возрастного распределения деревьев. В долгосрочной перспективе, при интенсивном лесовоспроизводстве, ежегодные заготовки леса могли бы составить 20...25 млн.м³. Беларусь защищает одну треть своих лесов от промышленных рубок. Вместе с тем, значительная часть охраняемых лесов эксплуатируется с незначительными ограничениями. Зоны, где сплошная вырубка полностью запрещена и где разрешается лишь тщательное выборочное прореживание деревьев, охватывают 14% площади лесов.

Охраняемыми являются следующие территории: вдоль водных объектов (реки, озера) - общая защитная площадь имеет ширину 6 км по обе стороны реки; вдоль дорог - общая защитная площадь охватывает пояс шириной 500 м от каждой стороны дороги; зеленые зоны вокруг домов отдыха и крупных городов - размеры зон определяются в зависимости от их подверженности загрязнению; крупные охраняемые природные комплексы (четыре) вне юрисдикции Министерства лесного хозяйства (350 тыс. га); прочие лесные резерваты и небольшие заповедники (50 тыс. га).

Состояние охраны природы

В Беларуси принята и действует *система классификации природных охраняемых территорий*, включающая:

- *заповедники*, или природные территории со строгим режимом охраны (252,0 тыс.га). К классу заповедников относятся следующие природные резерваты: Березинский, Припятский и Полесский. Кроме того, Березинский заповедник является Международным биосферным заповедником. Полесский заповедник используется для изучения влияния Чернобыльской аварии на природный комплекс. Заповедники Свислочь - Березинский (20 тыс.га) и Налибокская Пуща (87 тыс.га) пока не завершили формирование своего статуса;

- *Национальные парки*, как ценные природные территории, используемые в научно-исследовательских целях, для рекреационного и общеобразовательного туризма. После 1991 года лишь Беловежская Пуща соответствовала подобной классификации. Ведутся работы по созданию новых национальных парков (Нарочанского, площадью 120 тыс.га; Браславского, площадью 50 тыс.га и др.).

- *Зона охраны*, в которой запрещены промышленная деятельность, применение удобрений и пестицидов, а землепользование осуществляется с разрешения администрации заповедников.

Каждая природная охраняемая территория по-своему уникальна. Так, Беловежский национальный парк имеет реликтовые смешанные лиственные леса, ранее распро-

страненные на всей территории Европы. В Березинском заповеднике сохранились водно-болотистые реликты Валдайской ледниковой эпохи.

Для Припятского заповедника характерно сочетание суходолов и торфяных болот. В Полесском заповеднике, как отмечено выше, проводятся исследования влияния радио-активных процессов на экосистемы.

Природа Беларуси характеризуется достаточно высокими показателями биологического разнообразия (1545 видов растений, 432 вида позвоночных, в т.ч. 280 видов птиц, 73 вида млекопитающих, 60 видов рыб, включая 4 цикlostомы, 7 видов рептилий земноводных).

Леса и связанные с ними водно-болотистые территории - основные зоны обитания животного мира.

- *Заказники*, или природные комплексы, рассредоточенные, практически, по всей территории Беларуси, и используемые для охраны водосборных бассейнов, охотничьих угодий, специальных природных геолого - гидрологических объектов, относимых к гибко определяемой категории объектов, требующих некоторой системы контроля. Уникальные природные объекты проходят постоянную идентификацию и получают официальный статус заказников, число которых в Беларуси приближается к ста (общая площадь более 700 тыс.га).

Необходимо отметить четкий регламент режимов природопользования на природных охраняемых территориях. Так, в центральных зонах заповедников природопользование вообще запрещено, в буферных зонах - оно ограничивается санитарной рубкой (до 25%) сухостойных деревьев и выборочной охотой в целях контроля или при проведении соответствующих научных исследований. Здесь отсутствует внешняя зона охраны. Флора охраняемых территорий наиболее репрезентативна для ее характеристики в целом по стране (1032 вида, 67% всей флоры Беларуси). На территории Беларуси имеются отдельные природные комплексы, являющиеся наглядным примером выживания экосистем после естественных и антропогенных катастроф (Беловежская Пуща и ряд других).

Влияние загрязнения окружающей Среды на здоровье населения

Состояние здоровья людей зависит, как правило, от множества факторов: с одной стороны, от воздействия загрязняющих веществ (например, нитратов и бактерий в подземных водных источниках, твердых частиц и органических химических веществ - в воздухе), с другой, - от образа жизни самого человека (курение, употребление алкоголя, несбалансированность питания и др.)

В настоящее время, продолжается, 25 лет назад начавшийся, процесс сокращения средней ожидаемой продолжительности жизни, при увеличивающемся "разрыве" между этими показателями у мужчин и женщин.

Ярко выражено влияние экологических факторов на здоровье *городского населения*, особенно, в крупных промышленных центрах (респираторные и кожные заболевания, заболеваемость злокачественными опухолями и др.). Причем, наиболее распространенные заболевания у детей не старше 14 лет, как и у населения в целом, здесь имеют тенденцию роста в ряду лет.

Существенное влияние на продолжительность жизни *сельского населения* оказывают уровни бактериологического и химического загрязнения подземных водных источников. Высокие концентрации нитратов в питьевой воде могут порождать *две* потенциальные проблемы.

Во-первых, вызывая метгемоглобинурию, они могут способствовать развитию анемии у детей, которая может привести к летальному исходу без надлежащего лечения. *Во-вторых*, превращаясь в нитрит, а затем и в нитросамин, который является сильным канцерогеном, они увеличивают риск онкологического заболевания. Кроме того, имеются научно-практические данные, свидетельствующие о снижении активности щитовидной железы под воздействием нитратов.

Бактериологическое загрязнение источников питьевой воды (колодцев и, в определенной степени, артезианских скважин в зонах влияния животноводческих комплексов и др.) способствует росту заболеваний желудочно-кишечного тракта у людей.

Наряду с загрязнением питьевой воды в колодцах нитратами, этому виду загрязнения подвергается и сельскохозяйственная продукция (порой с превышением норм ПДК).

Известно, что экономические факторы, в последнее время, побуждают предприятия экономить деньги, не делая инвестиций в приобретение оборудования, улучшающего гигиену труда в производственных помещениях. Это часто приводит к росту профессиональных заболеваний. Ощущается дефицит подготовленных специалистов и соответствующего медицинского оборудования для диагностики подобных заболеваний, особенно, на ранних их стадиях.

Болевой точкой для Беларуси являются *медицинские аспекты Чернобыльской катастрофы*. Хотя, считается, что Чернобыльская авария является одной из наиболее исследованных, в настоящее время, атомных катастроф новейшей истории. В 1991 году (через пять лет после аварии), МАГАТЭ опубликовало специальный отчет с изложением характеристик экологических и медицинских последствий выброса радионуклидов в трех наиболее пострадавших странах - России, Украине и Беларуси.

Радиоактивные вещества, попавшие с воздухом, водой и пищей в организм человека, по-разному накапливаются, перемещаются и выводятся из органов. Поскольку, водород и углерод входят в состав всех органических молекул, тритий (как изотоп водорода) и углерод - 14 равномерно распределяются во всех тканях человека. Йод, как активный биохимический элемент, также легко присоединяется ко всем белкам. Щитовидной железе йод необходим для синтеза гормонов, и он ей интенсивно поглощается. Из-за ог-

раниченного присутствия в природе йода, щитовидная железа не имеет, как бы "ограничителя" на этот элемент. В связи с этим, йод - 131, в большом количестве выделившийся в окружающую Среду при аварии, оказался именно в ней.

Уменьшить это влияние на щитовидную железу возможно, если ее максимально предварительно подпитать сравнительно безвредным стабильным йодом, исключив последующее поступление радиоактивного. Именно в этом заключается метод йодной профилактики, когда человеку дают принимать различные йодные препараты, например, ежедневно несколько капель йодной настойки с водой или молоком. В отдельных районах, после аварии на ЧАЭС, такая профилактика проводилась и дала положительный результат. В противном случае, переоблучение йодом - 131 приводит к тяжелым последствиям, в том числе, к раку щитовидной железы.

Около 50% изотопов цезия, поступивших в организм, выводится за 120...170 дней. Но их воздействие на организм человека не завершилось до настоящего времени, и зависит от баланса поступления и выведения цезия. Радиоактивный стронций - 90, как и его близнец - кальций, накапливается в костях человека и животных и выводится из организмов достаточно медленно. Его вклад в облучение, в связи с поступлением с пищей в организм человека, постоянно растет. Нужно также отметить, что его воздействие чрезвычайно опасно из-за накопления, преимущественно, рядом с самым радиочувствительным органом человека - костным мозгом.

Попадание в организм человека изотопов плутония, входящих в состав "горячих" частиц, способно вывести из строя целый узел биологического механизма, нарушить его нормальное функционирование. Например, "горячие" частицы, попадая в легкие, прожигают и омертвляют окололежащие ткани.

Вместе с тем, изучение статистики онкологических заболеваний, по линии МАГАТЭ в первые пять и десять лет после аварии на ЧАЭС, не указывает на то, что на начальной стадии постчернобыльского периода произошло резкое увеличение заболеваемости раком. Ожидалось, что относительное увеличение числа онкологических больных, в первые 10...20 лет после Чернобыльской аварии, будет достаточно мало, чтобы его можно было обнаружить статистическими методами. Однако, данный прогноз явился значимым применительно ко взрослому населению, но, противоречит тенденциям развития рака щитовидной железы у детей, которые уже широко наблюдаются.

Вместе с тем, в исследованиях онкологических заболеваний у людей, в связи с радиацией, имеется достаточно много невыясненных моментов. Это - отсутствие адекватных методов экстраполяции цифровых данных от высоких до низких уровней полученных доз облучения, от кратковременного до продолжительного воздействия радиации и от одной группы населения до другой, или - существующий уровень понимания взаимодействия между ионизирующим излучением и канцерогенными веществами и др.

1.2 Информационные и мониторинговые системы

В бывшем Советском Союзе (БСС) мониторинг осуществлялся более 30 лет. Однако, охрана окружающей Среды не явилась первоочередной задачей двух специальных органов, имевших обширные сети станций мониторинга. Гидрометеорологическая служба страны (Гидромет СССР) пассивно фиксировала гидрометеорологические показатели на станциях и постах без критической оценки гидрометеорологических условий на обслуживаемых ею территориях и эффективного контроля загрязнений воздушной Среды. Санитарно-эпидемиологическая служба, занимавшаяся вопросами охраны здоровья населения, в какой-то мере, отслеживала влияние состояния окружающей Среды на здоровье людей. Хотя, в 1988 году был создан союзный орган по охране окружающей Среды (Госкомприрода), сеть станций Гидромета не интегрировалась в систему экологического контроля. Предлогом послужила "необходимость" сохранения независимости экологического мониторинга для того, чтобы иметь систему "перекрестной" взаимной проверки эффективности деятельности Госкомприроды по контролю исполнения экологического законодательства.

Центр радиационного контроля и экологического мониторинга при Гидромете имеет лаборатории и учреждения в каждой области Беларуси и центральный аппарат в Минске. Он является основным государственным органом, ответственным за мониторинг качества окружающей Среды, и управляет национальной сетью пунктов мониторинга качества воздуха, поверхностных водных источников и почв.

Рассмотрим основные качественные характеристики мониторинга компонентов природной Среды в Беларуси.

Мониторинг качества воздушной Среды

Беларусь, как отмечено выше, имеет две сети станций мониторинга окружающей Среды: одну в системе Гидрометеорологической службы, другую - под управлением Санитарно-эпидемиологической службы. Гидромет выполняет измерения качества воздуха в 14 городах и анализ дождевой воды в ряде пунктов в городах и сельской местности, включая один пункт в Березинском заповеднике (всего 45 стационарных пунктов мониторинга). Кроме того, Гидромет принимает участие в Европейской программе мониторинга и оценки состояния окружающей Среды (ЕМЕР) и Программе создания сети станций для мониторинга фоновых загрязнений воздушной Среды (BAPMON) под эгидой Всемирной организации метеорологии и в рамках Экологической программы ООН. Гидромет составляет общую картину качества окружающего воздуха в населенных пунктах. В свое время, по рекомендации органов БСС местоположение станций мониторинга определялось, в основном, плотностью населения и наличием промышленных предприятий. Как правило, в городах один пункт являлся "фоновым", другой - "центральный", третий - использовался - как пункт для изучения влияний местных промышленных пред-

приятый. Следует заметить, что Гидромет, и ныне, выполняет измерения только за пределами санитарных зон вокруг промпредприятий.

В общей сложности Гидромет способен подвергать анализу 37 различных загрязнителей воздуха и имеет по одной лаборатории на каждую область. Среди анализируемых загрязнителей обычно находятся: пыль, SO_2 , CO, NO_2 , NO, H_2S , HCl, HF, CS_2 , фенол, отдельные виды тяжелых металлов (Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Mn) и бензопирен. Лаборатории используют, в основном, спектрофотометрию, несколько газовых хроматографов, атомную абсорбционную спектрофотометрию.

Санэпидслужба Министерства здравоохранения Беларуси имеет более 150 стационарных пунктов, анализирующих пробы воздуха. При этом, необходимое количество постоянных станций мониторинга расположено непосредственно в жилых массивах и дополняет сеть станций, управляемых Гидрометом. Кроме того, на крупных предприятиях Санэпидслужба выполняет мониторинг воздушной Среды в пределах санитарных зон в интересах контроля за соблюдением норм гигиены труда. Имеются также мобильные станции мониторинга подветренного султана загрязнений на удалении 0,5; 1,0; 2,0 км от предприятий.

Лаборатории в системе Санэпидслужбы способны анализировать около 100 загрязняющих веществ.

При анализе газообразных и твердых загрязнителей воздушной Среды, лабораториями обеих сетей используется единая методология. Концентрация газообразных компонентов определяется фотометрическим методом, тяжелых металлов - методом атомной абсорбции, бензопирена - ультрафиолетовым детектором или флуоресцентным индикатором.

Санитарно - эпидемиологическая служба способна выполнять анализ содержания тяжелых металлов и органических соединений в ряде областей страны.

Вместе с тем, лаборатории Гидромета и Санэпидслужбы пока не используют адекватные методы оценки качества проводимых процедур и точности анализов, например, метод "слепого поля", калибровку существующих норм загрязнений по национальному стандарту, межлабораторную калибровку приборов на регулярной основе, проведение аудитов и др.

В связи с этим, расчеты годовых средних значений на основе набора данных с низкими значениями концентрации и высокой неопределенностью, а также с более высокими концентрациями и малыми неопределенностями представляют собой проблему, которая не исследована в достаточной степени.

Пока, имеющиеся данные о качестве воздушной Среды, можно считать, неполными по отношению к содержанию основных компонентов, фторидов, фотохимическому загрязнению воздуха и концентрации тяжелых металлов. Надежность анализа содержания в воздухе тяжелых металлов и летучих органических соединений зависит также от обеспеченности лабораторий современными аналитическими приборами и оперативно-

сти транспортировки проб. Сегодня, ряд факторов указывает на то, что реальная концентрация макрочастиц в воздухе ниже, чем это показывают измерения. Станции мониторинга часто находятся вблизи автодорог и в пробы, вероятно, попадают самые крупные частицы, поднимаемые в воздух при интенсивном движении транспортных средств. Хотя, точки взятия проб расположены на относительно низкой высоте и против направления движения ветра, мониторы содержания макрочастиц используют, в основном, такую скорость потока, которая, примерно, в два раза выше скорости потока, используемой в странах Запада.

Мониторинг качества воды

Сеть стационарных пунктов отбора проб воды в системе Гидромета действует более 30 лет. Отбором и анализом проб воды занимаются основные отделы: гидрологический, биологический и химии воды. На 58 участках рек, 10 озерах и 5 водохранилищах организовано около 150 станций. Пробы забираются, как правило, выше и ниже по течению от основных точек сброса сточных вод и в местах слияния основных притоков и рек.

Набор аналитического и измерительного оборудования варьируется от фотозлектрических колориметров до атомных абсорбционных электрофотометров и газовых хроматографов. Оборудование дает возможность вести измерения до 60 видов параметров и, в зависимости от них, отбор проб осуществляется ежемесячно, по временам года и гидрологическим периодам.

Реализован широкий спектр измерений методом мокрого химического анализа. Данные о качестве воды в виде отчетов по результатам гидрологического и химического анализа рассылаются по запросам адресатам в Беларуси и в других республиках БСС. Однако, химические показатели качества воды могут не обладать достаточной репрезентативностью, т.к. при заборе проб, главным образом ниже основных точек сброса сточных вод, отражаются наихудшие условия токсичности без учета влияния концентраций растворенного кислорода. Другие загрязнители, концентрации которых не измеряются, могут также серьезно влиять на качество воды в сторону его ухудшения (например, хлориды и сложные токсичные соединения).

В свою очередь, месячные или сезонные "быстрые" пробы обычно не учитывают влияния разливов загрязняющих веществ, беспорядочных сбросов, источников, связанных с дождевыми осадками, равно как, и загрязнителей, накапливающихся в биологических организмах водной Среды.

Качество *питьевой воды* контролируется Санэпидслужбой.

В стандарты качества питьевой воды внесено 1373 соединения, но лишь по 28 из них проводятся измерения (2 - микробиологических, 10 - токсичных веществ, 12 - традиционные индикаторы и 4 - веществ, влияющих на вкус воды). Санэпидслужбой регулярно контролируются как поверхностные, так и подземные питьевые источники, а также

качество воды в водных объектах рекреационного значения. Осмотр подземных колодцев, выполняющих функцию непосредственного водоснабжения (т.е. через систему централизованных водопроводов), производится раз в квартал. На водных объектах рекреационного назначения отбор проб воды обычно осуществляется ежедневно (в летнее время).

Кроме того, Беларусгеология располагает сетью из 140 станций мониторинга качества подземных вод. У нее имеются полномочия на поиск питьевой воды, исследование причин загрязнения и разработку рекомендаций по охране подземных вод (без права контроля за соблюдением соответствующих законов). Однако, у Беларусэкологии ограниченные возможности при проведении лабораторных анализов для обнаружения сложных, токсичных загрязняющих веществ.

Мониторинг радиационного загрязнения

Республика Беларусь не имеет собственных атомных электростанций (АЭС), но на расстоянии 20...70 километров от ее границ действуют семь ядерных реакторов (2 энергоблока с реакторами РБМК-1500 на Ингалинской, три блока с реакторами РБМК - 1000 - на Смоленской и 2 блока с РБМК - 1000 - на Чернобыльской АЭС). Учитывая характер печально известных проблем безопасности указанных реакторов, для Беларуси необходима система мониторинга радиоактивности в реальном масштабе времени и раннего предупреждения о радиационной опасности.

С 1993 года Гидрометом систематически осуществляется мониторинг уровней радиоактивности в пяти реках, отбираются пробы радиоактивных осадков в воздухе в 22 пунктах, пробы воздуха в 5 пунктах, измеряются уровни радиоактивного излучения в 52 точках и отбираются пробы почв в 181 точке территорий, пострадавших от воздействия Чернобыльской аварии.

Частота отбора проб почв колеблется от одного раза в год до одного раза в квартал, в зависимости от фактических уровней их загрязнения. В местах мониторинга качества воды, отбор проб осуществляется ежемесячно, а в точках мониторинга воздуха - ежедневно. Полученные данные оперативно передаются в Минск. Однако, Гидромет не имеет возможности проводить анализы короткоживущих радионуклидов, например, радиоактивных изотопов йода (I-132) и инертных газов (Kr-88) в реальном масштабе времени и в ключевых точках, т.к. за время транспортировки проб происходит распад радиоактивных изотопов и падение радиоактивности ниже порога обнаруживаемости.

Анализ радиационной обстановки осуществляется с использованием устаревшего оборудования производства США, Швеции и БССР; лаборатории Беларуси не участвовали в реализации аналитической программы взаимных сравнений экспериментальных данных по линии МАГАТЭ. Подтверждение о том, что измерительное оборудование и методы лабораторных измерений дают достоверные результаты было получено лишь в 1990 году.

Неэффективная радиологическая работа такого рода может вносить значительные аналитические погрешности, так как радиоактивность, наведенная более грязными пробами, может передаваться на пробы с меньшей радиоактивностью даже в результате неправильного обращения с контейнерами или их неполной дезактивации.

Мониторинг выбросов и сбросов

Мониторинг выбросов является главным методом определения соответствия выбросов установленным нормам. Около 3 тысяч предприятий обязаны готовить ежегодные отчеты по уровням выбросов инспекциям Министерства природных ресурсов и охраны окружающей Среды, но только 5% из них имеют собственные лаборатории и средства измерения. Однако, более 10 государственных лабораторий, способных на контрактной основе предоставить услуги другим предприятиям по измерению выбросов и выполнению ограниченных экологических аудитов, не имеют заказов.

Все крупные предприятия должны выполнять требования о проведении периодических испытаний дымовых труб, непрерывного самомониторинга концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых в больших количествах в атмосферу. Однако, и сегодня ведутся дискуссии об использовании показателя непрозрачности, как критерия соответствия выбросов установленным нормам.

В стране станции отбора проб в местах сброса сточных вод, действующие под надзором государственных инспекций, предусмотрены в следующих пунктах: в месте сброса, на 500 метров выше и ниже места сброса. Ряд этих станций включены в систему мониторинга Гидрометслужбы. Отбор проб производится 4 раза в год. Некоторые предприятия Водоканала осуществляют самомониторинг сбросов сточных вод. Однако, сегодня уже не менее существенна реализация задачи ведения учета и представления отчетных данных по своим потокам сточных вод всеми предприятиями хотя бы один раз в квартал.

Мониторинг опасных отходов

В Беларуси отсутствует законодательство об опасных отходах, нет эффективной системы отчетности по опасным отходам и соответствующей сквозной системы управления данными для "слежения" за выработкой отходов, их транспортировкой и размещением. Существующая (опросная) система подготовки предприятиями отчетов (анкет) по производству опасных отходов конъюнктурна и неадекватна реальному положению вещей.

Экологический мониторинг в интересах охраны здоровья

В 1983 было принято решение централизовать в Москве экологическую информацию по всем союзным республикам в, так называемую, систему AGIS. Чернобыльская авария, приведшая к значительному ухудшению состояния здоровья людей и окружаю-

шей Среды в Беларуси, России и на Украине, сделала выполнение проекта AGIS второстепенной работой, так как проблемы экологического благополучия стали рассматриваться как менее приоритетные по сравнению с задачей радиационной защиты. После распада Советского Союза, суверенные государства прекратили передачу данных в централизованный банк по линии здравоохранения.

В настоящее время, влияние аварии на Чернобыльской АЭС рассматривается как долгосрочная проблема охраны здоровья населения Беларуси.

Медицинские и социально - психологические последствия Чернобыльской катастрофы указывают на необходимость совершенствования и расширения параметров экологического мониторинга в интересах охраны здоровья людей.

Известно, что детерминированные эффекты непосредственно после катастрофы были выражены не резко, но анализ отдаленных последствий ныне имеет первостепенное значение.

Сегодня, уже нужно отслеживать: дозовые нагрузки на население; медико-демографические последствия; состояние здоровья участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС и эвакуированных из 30-километровой зоны; состояние здоровья детей, подвергшихся радиационному воздействию, вследствие Чернобыльской катастрофы; заболеваемость населения, проживавшего и проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами цезия - 137 выше 555 кБк/м^2 ; онкологическую заболеваемость; генетические нарушения; соматическую заболеваемость и др.

Вообще, мониторинг состояния окружающей Среды является источником информации, необходимой для целенаправленного контроля за соблюдением экологических законов, норм и правил.

Поэтому, требования к мониторингу должны формулироваться органами, функцией которых является контроль за соблюдением экологического законодательства в масштабах государства. Средства на мониторинг должны предусматриваться в рамках многолетней комплексной программы с учетом расходов на модернизацию существующей системы и создание единой сети экологического мониторинга Беларуси.

Назрела необходимость создания централизованного банка данных с дистанционным их вводом-выводом, где бы интегрировалась вся экологическая информация, поступающая из различных органов, занимающихся мониторингом окружающей Среды.

В этом случае, становится возможным прикладной (количественный и качественный) статистический анализ данных мониторинга окружающей Среды, например, анализ частотности, изучение долгосрочных тенденций, корреляционные исследования и т.д.

1.3 Стратегия действий по охране окружающей Среды

Хотя экспорт - импорт загрязнителей водного и воздушного бассейнов характерен для всех стран Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ), но каждая из них имеет свои особые экологические проблемы, отражающие ее историческое развитие, характер использования и неправильного употребления природных ресурсов. Однако, схожесть стран ЦВЕ с точки зрения общего характера экологических проблем и вероятного направления их изменений преобладает над различиями. На Министерской Конференции "Окружающая Среда для Европы", которая проходила 28...30 апреля 1993 года в Люцерне (Швейцария), Министры по защите окружающей Среды и охране природных ресурсов одобрили генеральную стратегию с ее принципами и общими приоритетами, включенными в Программу действий по охране окружающей Среды (ПДООС), в качестве основы для действий национальных правительств и местных властей, Комиссии Европейских Сообществ, международных учреждений, а также частных инвесторов, действующих в регионе.

В основу данной стратегии положен подход из трех составляющих: реформы политики, укрепления институциональной структуры и инвестиций. Стремление к лучшей "Окружающей Среде для Европы" обоснованно, т.к. в течение ближайших 5...10 лет страны ЦВЕ, включая бывший Советский Союз, будут испытывать все большие ограничения в средствах, которые они могли бы использовать для улучшения состояния окружающей Среды. Программа должна послужить основой определения национальных приоритетов в области охраны окружающей Среды для каждой страны ЦВЕ, а также содействовать развитию сотрудничества между странами Востока и Запада.

Приоритеты должны отражать то, насколько срочными и важными являются экологические проблемы. Однако, следует отметить, что установление приоритетов в области окружающей Среды предполагает трудный выбор.

Каждая страна ЦВЕ должна самостоятельно решить, каким образом наиболее рационально распределить ресурсы для решения тех проблем, которые она считает наиболее приоритетными, учитывая тот факт, что эти проблемы были признаны наиболее серьезными для всей Европы.

Одно очевидно, что в данном регионе первоочередного решения требует проблема наблюдающегося ухудшения здоровья населения в результате низкого качества окружающей Среды, как это имело место и на Западе в период, когда экологическая опасность для здоровья не стала впервые предметом общей озабоченности.

Программа действий по охране окружающей Среды для ЦВЕ содержит девять ключевых идей:

- 1) У стран имеется множество возможностей осуществления политики и инвестирования проектов, которые могут принести как экономические, так и экологические результаты. "Бесприигрышная" политика включает отказ от субсидий, стимулирующих неограниченное использование ископаемого топлива и воды в

промышленности, сельском и домашнем хозяйстве. Они также включают инвестиции в энергетику и сохранение водных ресурсов, низкозатратные и малоотходные технологии, и расходы на “рациональное ведение промышленного хозяйства”.

- 2) Экологические приоритеты должны основываться на тщательном анализе затрат и выгод. Ресурсы, имеющиеся в наличии в странах ЦВЕ для улучшения состояния окружающей Среды, будут крайне ограничены, по крайней мере в течение следующих 10...15 лет. Поэтому, важнейшим условием должно быть использование ограниченных ресурсов, в первую очередь, для решения неотложных проблем.
- 3) Следует использовать, по мере возможного, рыночные механизмы для контроля загрязнения. Инструменты рыночного типа (плата за загрязнение, налоги на топливо и схемы возмещения залогов) могут помочь в достижении желаемого состояния окружающей Среды при гораздо более низких затратах, чем в случае применения традиционных подходов в области регулирования. Однако, меры регулирования все же потребуются, для контроля выбросов таких микрозагрязнителей, как тяжелые металлы (в особенности свинец) и токсичные химические вещества.
- 4) В первую очередь, страны должны сосредоточить внимание на локальных проблемах. Многие люди страдают от ущерба их здоровью, наносимого воздействием содержащегося в атмосфере и почве свинца, пыли и двуокиси серы в воздухе, нитратов в питьевой воде, а также от загрязняющих веществ в воде и пище. Решение этих проблем принесет наибольшие выгоды для здравоохранения и благосостояния людей. Меры, направленные на уменьшение выбросов загрязняющих веществ в локальном масштабе, должны также внести свой вклад в снижение трансграничных и глобальных выбросов.
- 5) Стандарты должны быть реалистичными и выполнимыми. Странам необходимо внедрить более жесткие стандарты в ближайшие 10...20 лет и обеспечить соблюдение промышленными производствами промежуточных стандартов. Местное население должно вовлекаться в определение приоритетов и выполнение решений. Ни правительства, ни организации - доноры не в состоянии судить о том, как местное население оценивает свою окружающую Среду. Подход, основанный на таком участии, является важнейшим условием долгосрочной устойчивости улучшения состояния окружающей Среды.
- 6) Необходимо решить вопрос об ответственности за нанесение экологического ущерба в прошлом. Неопределенность в том, кто будет нести ответственность за экологический ущерб, нанесенный в прошлом, сильно затрудняет осуществление иностранных и национальных инвестиций и помешает процессу приватизации. В практических целях, правительствам придется нести основное бре-

мя расходов, связанных с загрязнением в прошлом. Правительствам необходимо четко определить экологические стандарты, которые следует соблюдать новым владельцам предприятий, а также период времени, который будет представлен для перехода к новым условиям работы.

- 7) Странам - донорам следует рассмотреть вопрос о выделении финансовых средств для ускорения снижения выбросов трансграничного и глобального характера в странах ЦВЕ. Подобное финансирование будет наиболее уместно там, где предельные затраты на снижение выбросов в ЦВЕ ниже, чем в других местах. Сведение к минимуму чистых затрат, связанных с выполнением требований международных соглашений, находится в сфере интересов отдельных стран и Европы, в целом. В случае, если чистые затраты на снижение трансграничных потоков загрязняющих веществ сокращаются, страны смогут позволить себе действовать на более ранних этапах или поставить более жесткие задачи.
- 8) Для помощи директивным органам в установлении разумных приоритетов, необходимо расширение исследований, подготовки кадров и обмена информацией. Исследования должны концентрироваться на состоянии окружающей Среды конкретных районов ЦВЕ. Гораздо больше информации потребуется также о низкзатратных способах снижения выбросов веществ, загрязняющих атмосферу и водные объекты, которые поступают от предприятий цветной и тяжелой металлургии, химических предприятий, предприятий целлюлозной промышленности, сооружений по очистке сточных вод, а также способах сохранения биологического разнообразия.
- 9) Создание партнерских отношений будет необходимо для поиска, выполнения и финансирования решений. Передача ноу - хау и чистых технологий потребует тесного сотрудничества между Востоком и Западом, между странами ЦВЕ, а также, внутри самих стран, между городами, организациями и предприятиями.

Подробная характеристика приоритетов, согласно ПДООС

ЧТО ДОЛЖНЫ ПРЕДПРИНЯТЬ ПРАВИТЕЛЬСТВА

Усовершенствовать процесс введения стандартов:

- Принять систему экологических стандартов, которая позволила бы постепенно ужесточить их в течение 20...30 лет, а также вводить промежуточные стандарты;
- Принять реалистический набор стандартов качества окружающей Среды, которые было бы легко контролировать и заставлять соблюдать;
- Не вводить общие стандарты для выбросов в масштабах всей страны, а допустить значительные вариации в уровнях выбросов в различных местах и по различным источникам;
- Установить наиболее жесткие требования - такие, например, как принятие

“наилучшей” имеющейся технологии контроля - для самых “горячих точек”, где перестройка экономики и замена основных фондов не может привести к снижению концентраций загрязняющих веществ до приемлемых уровней.

Решить вопрос об ответственности в области окружающей Среды:

- Внести ясность в вопросы ответственности за ущерб окружающей Среде, нанесенный в прошлом. Неопределенность в том, кто будет отвечать за нанесение ущерба в прошлом, может затруднить иностранные и национальные инвестиции в тяжелую промышленность и помешать процессу приватизации. В практических целях правительствам придется нести основное бремя расходов, связанных с загрязнением в прошлом. Правительствам необходимо четко определить экологические стандарты, которые следует соблюдать новым владельцам предприятий, а также период времени, который будет предоставлен для перехода к новым условиям работы;

- Создать систему мониторинга для того, чтобы стало возможным отличить ущерб, нанесенный окружающей Среде загрязнением в прошлом и текущими выбросами;

- Определить экологические стандарты, которые должны будут соблюдать приватизированные фирмы, а также период времени, который будет предоставлен для перехода к новым условиям работы;

- Для недопущения сдерживания процесса приватизации, ограничить количество полномасштабных экологических ревизий и проводить их только для небольшого числа наиболее крупных фирм. При этом, часть доходов от приватизации оставить для финансирования необходимых мероприятий по очистке окружающей Среды.

Использовать рыночные механизмы:

- Снизить субсидии на энергоносители, предусмотрев, в случае необходимости, временную помощь домашним хозяйствам или отраслям промышленности, на которые оказывается непропорциональное воздействие;

- Там где это возможно, выбрать методы контроля загрязнения, основанные на рыночных механизмах и использующие действующие системы платы за загрязнение. Это может способствовать достижению желаемого уровня состояния окружающей Среды при использовании гораздо меньших затрат, чем при применении традиционных подходов в области регулирования. Механизмы регулирования предусмотреть для контроля выбросов микрозагрязнителей (тяжелые металлы и токсичные химические вещества), при этом, в ряде районов может быть целесообразным применение коммерчески реализуемых разрешений на выбросы.

Пересмотреть приоритеты в области государственных расходов:

- Разработать и произвести отбор государственных инвестиций для ускорения воздействия перестройки промышленности на окружающую Среду и укрепить рыночные стимулы для проведения изменений в экономике;

- Вкладывать средства в “бесприоритетные” проекты, которые могут быть обос-

нованы только с экономической точки зрения, но одновременно приносят значительные экологические выгоды. Сюда можно отнести повышение эффективности использования энергоносителей, сохранение водных ресурсов, принятие низкзатратных и малоотходных технологий, а также небольшие усовершенствования на предприятиях, которые способствуют “рациональному ведению хозяйства”;

- Предоставить финансирование для программ подготовки кадров, стажировок и обмена, разработки программ экологического образования, а также для других видов деятельности, которые повысят местный потенциал для эффективного децентрализованного принятия решений;

- Информировать о том, как усовершенствования в области управления и эксплуатации могут привести к улучшению состояния окружающей Среды при использовании существующих установок и оборудования;

- Потребовать от руководства предприятий - крупных источников загрязнения, улучшения экологических показателей. Данная стратегия позволит получить наибольшую часть тех результатов, которых можно достичь за счет попыток снизить уровень выбросов для всех источников, больших или малых, но при гораздо меньших затратах;

- Стремиться к более интенсивному снижению выбросов твердых частиц, свинца и тяжелых металлов в атмосферу по сравнению с выбросами двуокиси серы или окислов азота, поскольку, ограничивать выбросы первых гораздо дешевле, чем вторых;

- Потребовать от всех предприятий тяжелой и химической промышленности снизить или прекратить выбросы и сбросы тяжелых металлов, в особенности свинца, в атмосферу и водные объекты.

Отдать приоритеты следующим государственным инвестициям:

- Вкладывать средства в меры по снижению выбросов из низких труб в урбанизированных районах, где, в результате отопления домов, значительно повышаются местные концентрации твердых частиц и серы;

- Устанавливать системы и фильтры для улавливания пыли, дыма и сажи на предприятиях по производству свинца, цинка и алюминия, которые расположены в зеленой зоне крупных населенных пунктов;

- Финансировать инвестиции, направленные на замену угля газом, или позволяющие использовать сжигание бездымного твердого топлива на районных теплоэлектростанциях, коммерческих предприятиях и в домашнем хозяйстве в мелких и крупных городах, где средние концентрации твердых частиц превышают 150 мг на м³;

- Вкладывать средства в сооружения предварительной очистки сточных вод, сбрасываемых мелкими и средними промышленными предприятиями там, где загрязнение грунтовых вод и рек тяжелыми металлами представляет собой серьезную проблему, например, в малых и крупных городах, в которых сконцентрированы дубильные предприятия, гальванические и другие производства, работающие с металлами;

- Способствовать установке контейнеров для коммунальных отходов и правиль-

ному удалению навоза в местах ведения интенсивного животноводства в сельских районах, где уровни нитратов в питьевой воде, получаемой из неглубоких колодцев, как правило, превышают 10 миллиграмм нитрата - N на литр воды;

- Обеспечить тщательный контроль за удалением и обработкой коммунальных, токсичных, ядерных и других опасных отходов, и недопущения загрязнения ими поверхностных и грунтовых вод, в особенности, источников питьевой воды;

- Ввести в действие предприятия по очистке сточных вод в мелких и крупных городах, расположенных вблизи важных районов туризма и участков "дикой природы";

- Завершить строительство недостроенных сооружений очистки сточных вод, расположенных либо в верхнем течении сильно загрязненных рек, или там, где бактериологическое состояние воды вниз по течению от крупных городов и центров, особенно, неблагоприятно;

- Выполнять проекты устойчивого развития сельской местности в определенных районах, находящихся под угрозой и обладающих высоким биологическим разнообразием и особой экологической важностью. Такие проекты должны сочетать более совершенные методы управления охраняемыми территориями и экологически безопасное ведение сельского и лесного хозяйства, туризма и других видов деятельности.

ЧТО ДОЛЖНЫ ДЕЛАТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

- *Вкладывать средства* в смягчение последствий сбросов химически загрязненных вод шахтами и рудниками, при условии, что стоимость подобных инвестиций будет возмещена в долгосрочной перспективе теми шахтами и рудниками, которые несут ответственность за сбросы такой воды.

- *Внедрять* оборудование для очистки промышленных стоков на заводах, например, в текстильной и целлюлозно - бумажной промышленности с большой нагрузкой БПК и других загрязняющих веществ на водные объекты, являющиеся относительно чистыми, и расположенные вверх по течению от крупных населенных центров.

- *Вводить* в действие оборудование для снижения утечек тяжелых металлов, токсичных газов и токсичных отходов (в атмосферу, сточные воды или в твердые отходы) на нефтехимических и других химических предприятиях, особенно тех, которые расположены вблизи крупных городов и центров.

ЧТО ДОЛЖНЫ ДЕЛАТЬ ПРАВИТЕЛЬСТВА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДОЛГОСРОЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

- *Создать станции для контроля* автотранспорта, оснащенные также оборудованием для более качественного обслуживания автомашин, для того, чтобы обеспечить соблюдение обоснованно строгих стандартов выбросов для дизельных автомобилей коммерческого назначения - автобусов и грузовиков, являющихся основными передвижными источниками выбросов твердых частиц.

- *Разработать программу поэтапного отказа* от использования бензина, содержащего свинец. Потребовать, чтобы новые автомобили и горючесмазочные материалы

соответствовали стандартам на выбросы, установленным ЕС. Большую часть расходов по выполнению подобных мер должны нести нефтеперерабатывающие заводы, производители автомобилей и их покупатели. Однако, ресурсы на техническую помощь и для решения особых проблем переходного периода могут ускорить выполнение этих программ.

- *Финансировать прикладные исследования* по ряду экологических проблем, решение которых может быть очень дорогостоящим (например, очистка при загрязнении нитратами), или где применение необходимых мер затруднено. Такие исследования могут быть сосредоточены на экологически приемлемой практике сельскохозяйственного производства и лесного хозяйства, особенно, на их экономических затратах и выгодах.

- Необходимо также *оказывать поддержку* специализированным научно - исследовательским учреждениям, участвующим в важнейших работах по охране природы (например, ботаническим садам), а также целевым исследованиям по вопросам экологического ущерба, связанного с крупномасштабными проектами в области освоения водно-земельных ресурсов, а также с крупными проектами в области развития туризма.

- *Укрепить систему сбора и распространения данных* о состоянии окружающей Среды и использовании природных ресурсов.

Решать трансграничные проблемы

Кислотное загрязнение атмосферы:

- Увязать местные и трансграничные проблемы. Проведение правильной экономической и экологической политики по решению местных проблем в значительной степени должно способствовать сокращению трансграничного загрязнения;

- Выбрать меры, основанные на рыночных принципах (плата за загрязнение и коммерчески реализуемые разрешения) для того, чтобы свести к минимуму затраты на выполнение международных соглашений;

- Создать систему, которая позволила бы группам стран, каждая из которых может получить выгоду от сотрудничества, разделить бремя достижения большего сокращения уровня выбросов, чем это было бы возможно на чисто национальной основе. В частности, страны - доноры могут рассмотреть меры, при помощи которых они внесут свой вклад в покрытие растущих затрат на соблюдение более строгих или раньше достигаемых нормативов снижения выбросов в странах ЦВЕ.

Постепенное выведение из обращения озоноразрушающих веществ (ОРВ):

- В краткосрочной перспективе сконцентрировать внимание на тех отраслях промышленности, производящих аэрозоли и эластичные пенопласты, где применения ОРВ можно избежать при очень незначительных затратах;

- Способствовать доступу к новым технологиям в высокотехнологичных отраслях, поощрять компании в странах ЦВЕ устанавливать технологическое сотрудничество с транснациональными компаниями;

- Подготовить национальные стратегии в области восстановления / утилизации /

переработки для того, чтобы обеспечить достаточное количество и запасы охладителей для поддержания существующего потенциала основных средств производства, основывающихся на ОРВ.

Уменьшение количества парниковых газов:

- Собирать газы, связанные с производством нефти, а не сжигать их. Свести к минимуму потери природного газа, в связи с работой систем его транспортировки и распределения, а также установить более эффективные компрессоры на газопроводах для снижения выбросов двуокиси углерода и других парниковых газов (в особенности метана) дополнительно к тому, что будет осуществлено в результате экономической реформы. Как правило, подобные инвестиции имеют высокую окупаемость, не говоря уже об их экологической пользе;

- Использовать, где возможно, методы, основанные на рыночных принципах (например, "углеродные налоги") для снижения эмиссии парниковых газов. Стимулировать разработку мероприятий, которые позволили бы странам реализовать на коммерческой основе выполнение национальных задач по снижению выбросов;

- В масштабах всей Европы, западноевропейские страны могли бы наилучшим образом использовать свои ресурсы, выделяемые для решения проблемы парникового эффекта, направив значительную их часть на снижение использования энергии и выбросов углерода в странах ЦВЕ.

Трансграничное загрязнение водных объектов:

- Внедрять технологии очистки в прибрежных центрах, позволяющие удалять большее количество азота и, возможно, фосфора, чем те, которые были бы достаточны, исходя из местных соображений, в тех случаях, когда трансграничные аспекты являются важными. Для стран ЦВЕ, которые граничат с международными морями, находящимися под угрозой трансграничного загрязнения, весьма уместной должна быть международная помощь;

- На первоначальных этапах решения проблемы сконцентрировать внимание на источниках загрязнения, расположенных ниже по течению рек. Это подразумевает применение двойной стратегии, заключающейся в концентрировании национальных ресурсов на улучшении качества воды в верхнем течении, в то время как внешние ресурсы нацеливаются на источники, расположенные ниже по течению и оказывающие самое непосредственное воздействие на море;

- Разработать основу для сотрудничества, необходимого для принятия, если потребуется, более действенных мер в будущем, включая –

1) сбор информации о загрязнении воды, влияющем на водные ресурсы совместного пользования, для определения наиболее экономичных мер ограничения загрязнения,

2) разработку систем сбора и обработки информации о тенденциях в области качества воды и выбросов,

3) координацию политики стран и норм регулирования в области водных ресурсов, оказывающих влияние на водные бассейны совместного пользования, включая, если это необходимо, создание объединенного органа по управлению водным бассейном, отвечающего за выполнение совместных программ.

Управление водно - болотными угодьями:

- Поддерживать осуществление текущих мероприятий в области охраны дельт крупнейших рек Европы;
- Завершить инвентаризацию водно - болотных угодий и оценить состояние ресурсов, которыми они обладают, а также потенциальную угрозу их будущему существованию;
- Обеспечить условия, когда управление водно - болотными угодьями будет включено в более широкую систему политики управления водными ресурсами и охраны природы с соответствующим учетом роли комплексного управления.

Сохранение биоразнообразия:

- Завершить инвентаризацию биологических ресурсов;
- Создать потенциал организационных и людских возможностей, необходимый для оценки и управления биологическими ресурсами;
- Пересмотреть национальные законодательства с целью приведения их в соответствие с требованиями Конвенции по биологическому разнообразию;
- Подготовить национальные стратегии в области сохранения биологических ресурсов и выполнения данной Конвенции.

Управление токсичными химическими веществами и опасными отходами:

- Оценить состояние промышленных предприятий и их деятельности по производству опасных отходов, с учетом имеющихся средств их удаления и транспортировки;
- Усовершенствовать меры безопасности, включая сквозные организационные, технологические, управленческие системы и оборудование;
- Укрепить организационный и технический потенциалы для выполнения положений Базельской конференции.

Перестроить организационную инфраструктуру

Важнейшие приоритеты:

- Четкие обязательства со стороны правительства и экологические цели, поставленные в контексте подхода, основанного на непосредственном широком участии, являются важнейшей предпосылкой успешной долгосрочной экологической политики;
- Донорам следует более широко использовать местный опыт и знания. Это не только поможет повысить уровень квалификации местных кадров, но также обеспечит лучшее понимание местных особенностей и окажется экономически эффективнее, чем привлечение экспертов стран - доноров. Донорам следует решить проблему целевой помощи;
- Экологические цели должны основываться на реалистичных предположениях о

наличии финансовых и людских ресурсов;

- Гораздо больший акцент следует делать на первоначальном этапе проектного цикла - определении целей; выявление эффективных решений среди спектра организационных, политических и технологических вариантов; определение условий для успешного выполнения проекта;

- Следует быть осторожным при разработке комплексного экологического законодательства (быстрые политические и экономические перемены могут сделать его трудновыполнимым);

- Включить экологические аспекты в законы об экономической реформе там, где это возможно.

Собственно перестройка организационной инфраструктуры:

- Для того, чтобы создать местный потенциал управления окружающей Средой и ввести в действие соответствующие механизмы, странам ЦВЕ необходимо – (1) прояснить и определить роли и ответственность за управление окружающей Средой на национальном, региональном и местном уровнях, (2) укрепить сотрудничество между муниципалитетами с целью преодоления административной раздробленности, совершенствования горизонтальных связей экологических подразделений местных органов власти, совместно управляющих каким - либо объектом окружающей Среды (например, водным или воздушным бассейном), (3) повысить эффективность муниципальных служб, оказывающих серьезное влияние на окружающую Среду, таких, как службы управления водными ресурсами, централизованного отопления районов, управления твердыми отходами и городской транспорт, (4) укрепить экологическое планирование, потенциал в области подготовки проектов и управления финансами на местном уровне;

- Необходимо создать или укрепить органы, которые управляют речными бассейнами. Их следует наделить соответствующей автономией и обеспечить финансирование;

- Странам ЦВЕ необходим обмен опытом и ноу - хау, например, через Региональный экологический центр.

Укрепление Министерства охраны окружающей Среды:

- Министерством по охране окружающей Среды следует скорее заниматься проблемами политики и координации, чем вопросами выполнения работ, что лучше представить региональным и местным организациям. Следует установить тесные партнерские отношения с Министерствами здравоохранения, ранее часто отвечавшими за мониторинг состояния окружающей Среды, с целью активизации и закрепления связей между задачами здравоохранения, экологической политикой и инвестициями;

- Иностранным донорам следует способствовать работе экспертов из стран ЦВЕ в западных организациях (предусмотреть возможности оказания экспертами с Запада помощи Министерством охраны окружающей Среды в странах ЦВЕ). Подобная поддержка будет полезной в решении межотраслевых проблем, а также при разработке эффективного экологического законодательства и мер его выполнения. Она будет способствовать

повышению качества экономического анализа и других мероприятий в поддержку процесса принятия решений;

- Улучшить сотрудничество между Министерствами можно путем создания межминистерских комитетов по вопросам окружающей Среды и развития, а также выделения персонала Министерства окружающей Среды для участия в разработке стратегии всех отраслевых Министерств.

Повышение потенциала в области управления, подготовки кадров и образования:

- Странам ЦВЕ необходимо разработать и осуществить программы в области образования и подготовки кадров для администраторов высокого уровня. Это должно быть сделано в национальном и местном масштабе в тесном сотрудничестве с местными организациями. Поддержка программам подготовки кадров может быть оказана добровольными взносами доноров при организации странами ЦВЕ помощи и поддержки на местах;

- Странам ЦВЕ необходимо создать сеть национальных организаций, занимающихся подготовкой кадров в области охраны окружающей Среды. Целью подобных сетей станет стимулирование обмена информацией между этими организациями и их партнерами в других странах, а также с зарубежными финансовыми партнерами;

- Все проекты с двусторонней и многосторонней помощью, оказывающие прямое воздействие на окружающую Среду, должны включать компонент по подготовке кадров в области экологии.

Совершенствование мониторинга состояния окружающей Среды и информационных систем:

- Постепенно расширять системы экологической информации в соответствии с выделенными приоритетами и имеющимися ресурсами. По мере поступления ресурсов следует расширить информационный охват в области – (1) параметров качества воды (например, биоиндикаторов, уровней содержания фосфора и тяжелых металлов), (2) сбросов в моря, (3) использования пестицидов, (4) концентраций окиси углерода, углеводородов и свинца в атмосфере на местном уровне, (5) подверженности воздействию шума от транспорта, аэропортов и других источников, (6) очистки сточных вод, включая число зданий, подключенных к системе канализации, мощности очистных систем и степени очистки до этапа удаления, (7) объемов и источников твердых и опасных отходов;

- Расширить сети мониторинга, сопоставимость и надежность собираемых данных. Заменить дорогостоящие методы “полного охвата на оценку” на методы, использующие выборки;

- Укрепить связи между информационными системами стран ЦВЕ и международными информационными системами;

- Способствовать развитию собственных систем мониторинга на предприятиях с выборочными проверками со стороны властей. Рассмотреть систему, при которой частота наблюдений при мониторинге или выборочных проверках будет зависеть от уровня

соблюдения стандартов в прошлом.

- Приоритеты следует отдавать мониторингу в тех районах, где локальные уровни содержания загрязняющих веществ особенно высоки, и где они наносят ущерб здоровью населения, даже если это сопряжено с переносом станций мониторинга загрязнения атмосферы и/или водных объектов из других районов страны.

Укрепление неправительственных организаций:

- Способствовать признанию властями и деловыми кругами роли и важности экологических неправительственных организаций (ЭНПО) в качестве полноправных участников общественного рассмотрения и обсуждения вопросов устойчивого развития, а также формулирования и выполнения практической политики. Приглашать ЭНПО на заседания соответствующих консультативных советов, в делегации, на переговоры и т.д. Западным Правительствам, международным организациям и западным деловым кругам следует признать Национальные ЭНПО стран ЦВЕ в качестве регулярных партнеров по дискуссии в области их деятельности, относящейся к данному региону;

- Предоставить ЭНПО доступ к экологической информации и разрешить участие в процедурах по оценке воздействий на окружающую Среду. Рассмотреть законодательство и опыт США в области доступа к информации, а также законодательство и опыт Нидерландов в области оценки воздействия на окружающую Среду;

- Рассмотреть возможности предоставления финансовой поддержки Национальным ЭНПО.

Выполнение программы действий по охране окружающей Среды

Прединвестиционная помощь:

- Страны ЦВЕ должны четко определить обязательства в области реформы политики и структурных изменений, которые оказывают влияние на жизнеспособность проектов;

- Страны ЦВЕ должны более качественно разрабатывать технико-экономические обоснования. Технические задания на них должны охватывать не только технические вопросы инвестирования, но и, зачастую, игнорируемые, финансовые и институциональные требования для выполнения проекта в условиях нарушения временного графика. Донорам следует привлекать международные финансовые организации при подготовке технических заданий.

Управление программами:

- Странам ЦВЕ необходимо обеспечить комплексный подход к выполнению программ в поддержку долгосрочной национальной и региональной стратегии, а не в качестве совокупности отдельных проектов. Им также необходимо создать эффективное управление программами и проектами.

Усиление координации:

- Ключевыми задачами координации должны стать – (1) контроль за тем, решают-

ся ли приоритетные проблемы в программах инвестиций и технической помощи, (2) стимулирование корректирующих действий в тех случаях, когда приоритетные проблемы не решаются, (3) сведение стран ЦВЕ, особо нуждающихся в помощи, с партнерами, которые могут ее предоставить, (4) содействие в избежании дублирования действий путем сбора и эффективного распространения информации о деятельности по оказанию помощи, (5) анализ и обмен опытом, накопленным как донорами, так и получателями помощи.

Частный сектор:

- Обеспечить частный сектор четкими “правилами игры” для того, чтобы привлечь иностранных инвесторов и ликвидировать неопределенности для бизнеса. При разработке национальных стратегий отдавать предпочтение проблемам, связанным с определением ответственности в области охраны окружающей Среды и введению соответствующих процедур по оценке воздействия на окружающую Среду. Западным донорам следует оказывать поддержку развитию местных экологических служб;

- Стимулировать компании к применению Будапештских руководящих принципов по решениям в области охраны окружающей Среды, промышленности и инвестиций в ЦВЕ для руководства в определении “экологического измерения” инвестиций. Это может оказать содействие передаче технологий и ноу-хау.

Проверка выполнения:

- Все заинтересованные страны должны периодически отчитываться о применении и выполнении ПДООС. Следует также поощрять участие Национальных ЭНПО в этих действиях;

- При осуществлении мониторинга состояния окружающей Среды в Европе, Европейскому агентству по окружающей Среде следует учитывать экологические тенденции в “горячих точках” или критических районах, определенных в ПДООС и в национальных стратегиях;

- Создать механизм, который обеспечивал бы функционирование ПДООС в качестве “живого документа”, позволяющего разрабатывать ключевые элементы стратегии и осуществлять обратную связь с первоначальной стратегией.

Содействие разработке Национальных программ действий в области охраны окружающей Среды:

- Страны ЦВЕ должны играть ведущую роль в разработке Программ действий в области охраны окружающей Среды, определяющих конкретные потребности и направленные на решение стоящих перед ними (странами) специфических проблем. Данный процесс должен начинаться с достижения единого мнения по поводу приоритетов среди всех заинтересованных партнеров в стране. После этого, следует сконцентрировать усилия на выборе наиболее экономически эффективного пути достижения желаемых результатов в рамках данных финансовых и организационных ограничений.

1.4 Гидролого - климатические аспекты и региональные предпосылки экологической безопасности Беларуси

Строительство и эксплуатация крупных промышленных, сельскохозяйственных, энергетических и водохозяйственных объектов должны осуществляться с учетом гидролого - климатических и гидрогеологических условий как физико - географического региона, в целом, так и, собственно, зоны промышленных площадок или осваиваемых территорий. При этом, надо иметь ввиду, что сферами антропогенного воздействия этих объектов являются: атмосфера- приземный слой воздуха - земная поверхность - почвогрунты - грунтовые (подземные) воды - водотоки (водоемы). В принципе, гидролого - климатические исследования осуществляются на предпроектной стадии, их результаты используются в процессе выбора строительных площадок, непосредственного проектирования инженерных сооружений и разработки экологической части производственных проектов.

Рассмотрим гидролого-климатические аспекты и основные предпосылки экологической безопасности крупного региона на примере Свободной экономической зоны “Брест” (СЭЗ “Брест”).

Гидролого - климатическое районирование территории Полесья дает возможность определить место СЭЗ “Брест” в физико - географическом комплексе Русской равнины, а результаты тепловоднобалансовых исследований - вскрыть механизмы влияния (взаимовлияния) природного комплекса на СЭЗ “Брест” и наоборот. Изучив естественную увлажненность Брестского Полесья и вскрыв эти механизмы, можно обнаружить истинные границы природоохранной территории СЭЗ “Брест”, а их конфигурацию уточнить с учетом формы и размеров поверхностного и подземного водосборов рек Лесная, Западный Буг, Мухавец. Пока нет четких количественных показателей, насколько выигрывает планирование и оптимальное распределение по территории промышленных предприятий и городов, установление соотношений между городами и сельскими районами при комплексном учете природно - климатических и естественно - исторических условий. Однако, в теории, безусловно признается их определяющая роль при решении вопросов застройки больших или малых территорий. Тем не менее, одним из основных инструментов в руках проектировщиков являются до настоящего времени лишь местные, часто разрозненные, данные по количеству атмосферных осадков, о поверхностных водах, сведения по геологии и гидрологическому режиму строительных площадок, а также определенные хозяйственно - экономические показатели.

Как известно, основным источником атмосферной влаги для территории Беларуси является Атлантический океан, и основные изменения интенсивности влагопереноса происходят в направлении с запада на восток.

В связи с особенностями геологического строения западной половины Русской равнины, куда относится СЭЗ “Брест”, на этой территории преобладает карст (в извест-

нях и доломитах).

Климатические и общие физико - географические условия развития карста, в целом на территории Русской равнины, изменяются в соответствии с широтной зональностью.

Границы широтных зон Русской равнины в ее южной половине простираются с запада...юго-запада на восток...северо-восток, а на юго-востоке резко отклоняются к югу. С северо - запада к юго - востоку уменьшается количество атмосферных осадков, увеличивается испаряющая способность климата (испаряемость), поэтому, в юго - восточном направлении резко снижается естественная увлажненность водосборов и возрастает засушливость. Это затрудняет, в принципе, карстование, но не снижает интенсивности развития гипсового и соляного карста.

Изложенное выше свидетельствует о том, что жизнь ландшафтной сферы на территории Полесья протекает в непрерывном движении, изменении, переносе и превращении вещества и энергии.

Понять и оценить многоплановые природные процессы помогает метод балансов. Составление баланса на каждый природный процесс или гидролого - климатические условия, в комплексе, не только возможно, в принципе, но и необходимо для их объективной качественной и количественной характеристики.

Положительным считается сальдо баланса, в котором сумма статей (видов вещества или энергии), вошедших в рассматриваемую систему, больше, чем сумма статей, вышедших из нее. Такое определение естественно, так как положительный баланс отражает тенденцию к росту, расширению, усилению, отрицательный - тенденцию к снижению, уменьшению. Значимым является сальдо положительное и отрицательное; нейтральное сальдо - сальдо, равное нулю.

Над земной поверхностью, в целом, и над ее частями, благодаря деятельности Солнца и действию других факторов, происходит непрерывная циркуляция воздушных масс, обладающих разными физическими свойствами (плотность, температура, влажность и т.д.). Циркуляция воздушных масс обуславливает влагооборот между акваторией океана и материками, вообще, и между отдельными участками океана или суши, в частности.

Каждая из этих категорий влагооборота характеризуется своей структурой водного баланса, выражаемого равенством нулю алгебраической суммы приходных и расходных элементов.

Разная структура водного баланса обусловлена неравномерностью прогревания Солнцем различных участков земной поверхности, большими различиями циркуляционных процессов в атмосфере над ними, а также другими факторами, формирующими значительную неравномерность количества выпадающих осадков, их испарения и стока.

Антропогенные воздействия на компоненты природной Среды, в целом на территории Полесья, должны носить сбалансированный характер и не превышать оптимально

допустимых норм. При этом, необходимо учитывать динамику, качественные и количественные изменения тепловоднобалансовых характеристик в пределах всего Полесского региона и на отдельных элементах ландшафта, дифференцированно по периодам времени: до начала масштабных водохозяйственных и мелиоративных работ и с их учетом. В природе объективно существуют определенные границы процессов синхронного формирования осадков и стока (в атмосфере и на земной поверхности). В этих границах и на четко выраженных направлениях наиболее тесно связаны балансовые характеристики речных водосборов, отражающие в комплексе процесс тепловлагообмена в системе: атмосфера - подстилающая земная поверхность - почвогрунты - грунтовые (подземные) воды - водотоки (водоемы). Любое воздействие на составляющие этого процесса отражается в естественной структуре балансов тепла и влаги на исследуемой территории, в целом. Степень антропогенного влияния на процесс тепловлагообмена зависит от меры этих воздействий и удаленности от условно зафиксированного центра. Комплексная оценка гидролого - климатических условий и пространственно - временной анализ статистической структуры полей тепловоднобалансовых элементов дает основание научно обосновать границы природоохранной зоны и наиболее вероятную территорию, на которую постоянно и, особенно, в чрезвычайной ситуации будет влиять хозяйственная деятельность СЭЗ "Брест".

На рис.1.1 дана структурная схема генезиса водного баланса и общего влагооборота региона.

Очевидно, что, в связи с интенсивной хозяйственной деятельностью в этой зоне, природоохранные мероприятия должны, в целом, охватывать бассейны р.р. Западный Буг, Припять. Кроме того, не исключены антропогенные воздействия СЭЗ "Брест" через речную сеть на акватории Балтийского и Черного морей. Исходя из тенденции синхронных колебаний факторов, определяющих естественную увлажненность территории СЭЗ "Брест", и учитывая тесную связь почвенных влагозапасов со строительными свойствами почвогрунтов, правомерно рассмотрение деформаций грунтов оснований и осадок фундаментов искусственных сооружений при массовой застройке осваиваемых территорий на фоне их связей с определяющими гидролого - климатическими показателями, как естественными, так и получившими определенные трансформации за счет антропогенных (техногенных) воздействий.

1.4.1 Природная тепловлагообеспеченность территории Беларуси и антропогенное влияние на тепловлагоресурсы исследуемого региона

Количественной характеристикой типа водного питания речных водосборов (земель) является водный баланс исследуемой территории. Тип водного питания характеризует основные источники влаги, обуславливающие естественное увлажнение исследуемой территории, и синтезирует в себе климатические, геологические, гидрогеологические, геоморфологические, почвенно - литологические и др. условия. В наиболее за-

конченной форме можно выделить пять основных типов водного питания: атмосферный, грунтовый, грунтово-напорный, склоновый (деллювиальный) и намывной (аллювиальный).

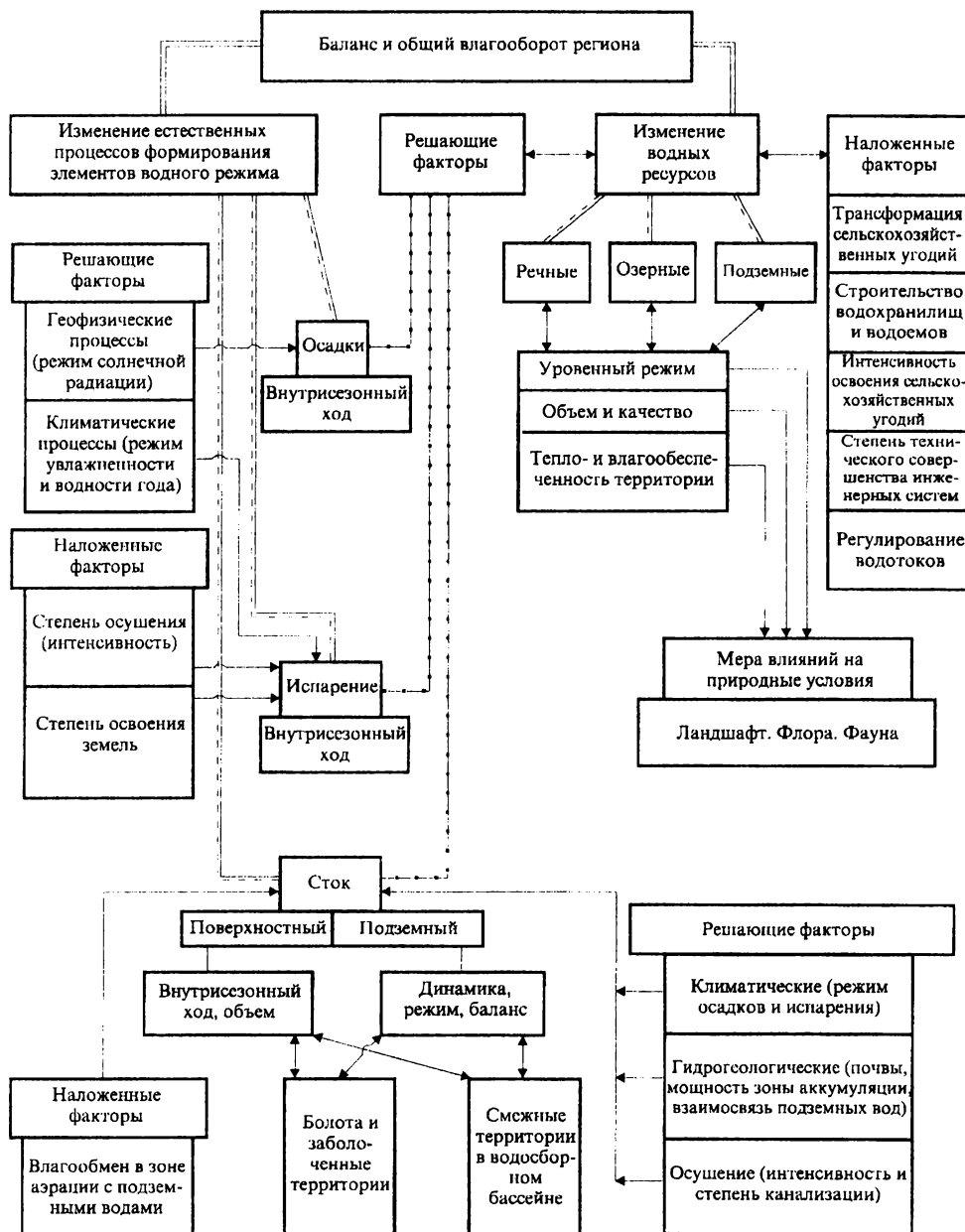


Рис. 1.1 Структурная схема генезиса водного баланса и общего влагооборота региона.

В пределах одного массива может быть несколько типов водного питания, то есть смешанный тип водного питания. При разработке инженерных мероприятий и исследовании водного баланса застраиваемых территорий часто исходят из основного типа водного питания. Водный баланс оценивают по уравнению, составленному для участков, ограниченных (в разрезе) поверхностью земли, нижней границей испаряющего слоя, уровнем грунтовых вод или водоупором. Суммарные ресурсы естественного увлажнения территории Полесья определяются, главным образом, атмосферными осадками, частично, - сезонными изменениями влагозапасов в аэрированном слое почвогрунтов, а также положительным сальдо грунтовых вод, которые питаются теми же осадками, перераспределенными во времени из-за количественного несоответствия ресурсов тепла и влаги в их годовом ходе.

Для решения уравнения водного баланса необходимо привлекать данные метеорологических, почвенных, гидрологических и др. исследований (атмосферные осадки, приток поверхностных вод, приток грунтовых вод, приток напорных вод, конденсацию влаги на поверхности и в почве, испарение с поверхности почвы, испарение с водной поверхности, транспирацию влаги растительностью, поверхностный сток за пределы массива, отток грунтовых вод, изменение запасов влаги, соответственно, на поверхности почвы, в зоне аэрации и грунтовых водах). Количественная оценка водообмена грунтовых вод с почвой осуществляется на базе уравнения водного баланса влаги в зоне аэрации и баланса грунтовых вод.

Следует отметить, что атмосферные осадки - основной источник водного питания земель и экологический фактор на исследуемой территории. Поэтому, установление ориентировочных границ природоохранной (водоохранной) зоны СЭЗ "Брест" требует вскрытия на глобальном уровне механизма формирования естественной увлажненности исследуемой территории, а их истинная конфигурация может быть определена лишь с учетом формы и размеров площадей поверхностных и подземных водосборов р.р. Западный Буг, Мухавец, Лесная. При этом, одним из основных факторов, определяющих естественную увлажненность территории Белорусского Полесья, являются атмосферные осадки. Их распределение по подстилающей поверхности происходит под воздействием общециркуляционных процессов атмосферы. Атмосферные движения имеют вихревой характер и отличаются нестационарностью. Это приводит к тому, что атмосферная циркуляция и ее структурные элементы непрерывно меняются. В результате вертикальной неоднородности строения атмосферы, характеристики которой подчинены широтной зональности, при переходе от одного слоя атмосферы к другому промышленные выбросы и вредные испарения постоянно меняют направление и скорость переноса. Все это, наряду с изменением в вертикальном и горизонтальном направлениях плотности воздуха, создает неравномерное распределение кинетической энергии как по вертикали, так и по горизонтали. Поэтому, отмечается повсеместная неравномерность распределения по подстилающей поверхности атмосферных осадков и, связанная с ними,

“пятнистость” загрязнения территорий химическими элементами, в т.ч. радионуклидами после Чернобыльской катастрофы.

Нами атмосферные осадки представляются в виде непрерывных пространственно-временных полей. Исследование проведено с учетом их ориентации (по направлению господствующих ветров): северо-восток...юго-запад; запад...восток; северо-запад...юго-восток с использованием материалов наблюдений за атмосферными осадками по 124 метеопунктам Беларуси. Для этой цели построены пространственные корреляционные функции (ПКФ) в диапазоне расстояний между метеостанциями от нуля до 700 км. Годовой ход ПКФ представляем изокоррелятами, полученными путем интерполяции эмпирических коэффициентов корреляции [6]. Поля изокоррелят отражают внутримесячный характер влагопереноса в приземном слое атмосферы с учетом выявленных тенденций и направлений. Наименьшая анизотропность полей осадков наблюдается в июле, августе, ноябре. Наибольшая - в апреле, мае. Поля изокоррелят атмосферных осадков дают возможность научно обосновать границы природоохранной зоны и наиболее вероятную территорию, на которую, вообще, и в чрезвычайной ситуации, в особенности, в процессе естественного тепловлагомассообмена на уровне подстилающей поверхности и горизонтального влагопереноса будут влиять выбросы в атмосферу промышленных объектов СЭЗ “Брест”. Наиболее неблагоприятные периоды - март, октябрь, ноябрь, декабрь, когда в зону влияния СЭЗ “Брест” дополнительно входит значительная территория г.Бреста с его промышленными объектами и выбросами. На рис.1.2 представлены формы и ориентировочные границы природоохранной (водоохранной) зоны СЭЗ “Брест”, где отражена тесная корреляционная связь ($r=0,9...0,8$) элементов процесса тепловлагомассообмена и формирования водности территории, в целом. Наиболее оптимальным центром расположения СЭЗ “Брест” является, по предварительным проработкам, условная точка, находящаяся в 10 км на северо-запад от запланированного на настоящее время ее месторасположения. В этом случае, октябрь, декабрь и, частично, ноябрь перестают быть неблагоприятными периодами, с точки зрения наибольшего влияния на территорию г.Бреста выбросов и испарений с промпредприятий Свободной экономической зоны, при скоррелированности атмосферных осадков - $r=0,9$.

Подобная оценка должна быть расширена за счет привлечения массовых метеорологических характеристик, в частности, атмосферных осадков по сопредельным территориям (восточная Польша и северо-западная Украина).

Серьезной проблемой является согласование режимов потребления воды объектами СЭЗ “Брест” с ресурсами поверхностных и подземных вод исследуемой территории. Недостаточность стока р.Лесная, а также ограничения к его использованию по экологическим и санитарным соображениям неизбежно приведут к необходимости использования подземных вод, ресурсы которых также ограничены. Часть этих ресурсов уже используется г.Брестом на хозяйственно-питьевые и др. нужды.

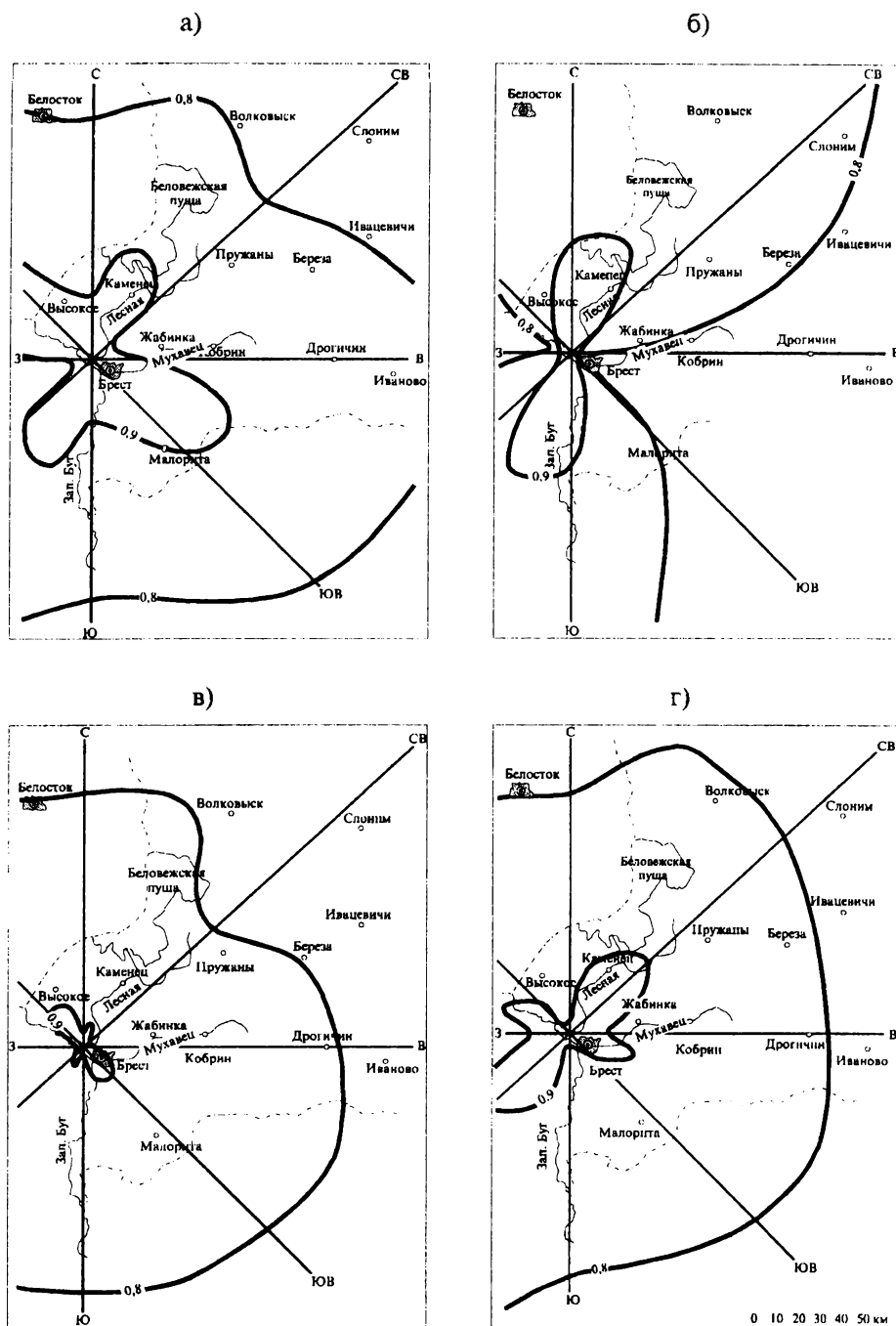


Рис 1.2 Ориентировочные границы природоохранной (водоохранной) территории СЗЗ "Брест" для : а) марта; б) октября; в) ноября; г) декабря.

По условиям питания и разгрузки подземных вод, территория, планируемая под размещение СЭЗ “Брест”, относится к хорошо дренированному району, охватывающему высокие участки водораздельной равнины с глубиной залегания грунтовых вод в летнюю межень около 2м. Уровни грунтовых вод постоянно находятся выше пьезометрических уровней первого от поверхности напорного водоносного горизонта. Питание подземных вод осуществляется преимущественно за счет инфильтрации атмосферных осадков, боковой фильтрации русловых вод и вод местного поверхностного стока, сформированных также в результате атмосферного питания.

Количество атмосферных осадков, идущее на питание грунтовых (подземных) вод, для исследуемой территории в средний многолетний год приведено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Внутригодовое распределение атмосферных осадков и инфильтрации на территории СЭЗ “Брест” в средний многолетний год

Период	XII...II	III...IV	V...IX	X...XI	Год
Атмосферные осадки, мм	135	90	344	92	661
Инфильтрация, мм	38	139	96	27	300

Анализ данных таблицы 1.1 показывает, что на питание грунтовых вод расходуется в среднем за многолетний год 300мм атмосферных осадков (45% годовой нормы). С учетом конфигурации поверхностного и подземного водосборов можно получить общий объем атмосферных осадков, питающих подземные водоносные горизонты в границах природоохранной (водоохранной) территории СЭЗ “Брест” (рис.1.2).

Таким образом, атмосферные осадки - основная составляющая водных ресурсов водосборов р.р. Западный Буг, Лесная, Мухавец - определяющий экологический фактор влагопереноса в атмосфере Белорусского Полесья и инфильтрационного питания подземных вод на территории СЭЗ “Брест”. Вообще, влагообмен грунтовых вод с зоной аэрации изменяется по знаку и по величине в течение года: в периоды дождей происходит явно выраженное питание грунтовых вод, в засушливые периоды, наоборот, - грунтовые воды подпитывают корнеобитаемый слой почвы влагой. Приток влаги тем больше, чем выше залегают грунтовые воды [7].

Проанализируем тепловоднобалансовые элементы как комплексные экологические характеристики исследуемой территории.

Форма границ и размеры природоохранной (водоохранной) территории будут зависеть не только собственно от суммарной мощности антропогенного воздействия вновь создаваемого производственного потенциала СЭЗ “Брест”, но и от комплекса определяющих географических, гидрографических, гидролого - климатических, гидрогеологических, хозяйственно - технических, временных и др. факторов.

Причем, применительно к сферам антропогенного воздействия на природу (атмосфера; приземный слой воздуха; земная поверхность; почвогрунты; грунтовые воды; водотоки - водоемы) промышленных предприятий, действие большинства факторов неоднозначно как в пространстве, так и во времени; суммарное их (факторов) воздействие, как бы, непредсказуемо, лимитирующим (критическим) может оказаться любой из них. Экологически безопасная, устойчивая во времени и эффективная работа производственного комплекса, в целом, в равной степени зависит от влияния каждого из звеньев непрерывной природной цепи. Поэтому, необходимо комплексное исследование естественного водного, радиационного, теплоэнергетического режимов СЭЗ "Брест" и сопредельных территорий.

В основу тепловоднобалансовых исследований нами положена взаимосвязь уравнений теплоэнергетического и водного балансов деятельной поверхности, позволяющая раскрыть объективно существующую картину распределения тепла и влаги по исследуемой территории [43, 8, 6].

При этом, закон сохранения и превращения энергии может быть отражен уравнениями теплоэнергетического баланса деятельной (испаряющей) поверхности [43]:

$$LZ_{m_i} = LZ_i + T_i ; \quad (1.1)$$

$$LZ_{m_i} = R_i^+ + P_i^+ + B_{1i} - B_{2i} ; \quad (1.2)$$

$$T_i = P_i^- + I_n + LC_i , \quad (1.3)$$

в которых R_i^+ - положительный радиационный баланс подстилающей поверхности; P_i^+ - часть адвективного тепла, поступающего на подстилающую поверхность в связи с циркуляцией атмосферного воздуха; $B_{1i} - B_{2i} = \pm \Delta B$ - изменение теплосодержания подстилающей поверхности за расчетный интервал времени; P_i^- - расход тепла на турбулентный теплообмен; I_n - эффективное излучение подстилающей поверхности в ночные часы; LC_i - тепло конденсации водяных паров воздуха на земной поверхности.

В уравнениях (1.1), (1.2) величина LZ_{m_i} представляет собой теплоэнергетические ресурсы климата, а Z_{m_i} - их водный эквивалент, величина T_i - рассматривается как суммарный теплообмен.

Водный баланс исследуемого участка деятельной земной поверхности, в частности речного водосбора, где расположен проектируемый объект, за некоторый промежуток времени, количественно представляется равенством суммы приходных и расходных статей, или элементов

$$H_i = Z_i + Y_i , \quad (1.4)$$

где H_i - суммарные ресурсы увлажнения; Y_i - суммарный сток.

Величина H_i определяется как

$$H_i = KX_i + W_1 - W_2 + P_1 - P_2, \quad (1.5)$$

где KX_i - сумма измеренных на метеостанции атмосферных осадков, исправленных на недоучет осадкомерными приборами; $W_1 - W_2 = \pm \Delta W_1$ - изменение за расчетный интервал времени влагозапасов в аэрированном почвогрунте; $P_1; P_2$ - приток и отток грунтовой воды за расчетный интервал времени.

Тепловоднобалансовые (ТВБ) - расчеты проведены на ПЭВМ с использованием специально разработанной авторами программы. Исходные данные для "ТВБ - расчетов" в средний многолетний год для исследуемой территории приведены ниже:

1. Расчетный пункт - геометрический центр СЭЗ "Брест".
2. Расчетный почвенный слой - 100см.
3. Тип почв - дерново-подзолистые, песчаные.
4. Наименьшая влагоемкость ($W_{НВ}$) - 227мм.
5. Влажность разрыва капиллярных связей ($W_{ВРК}$) - 150мм.
6. Норма атмосферных осадков (исправленные, осадкомерные) - KX_i , мм

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
KX_i , мм	43	47	47	43	56	82	77	77	52	45	47	45	661

7. Норма дефицитов влажности воздуха (d_i , мб)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
d_i , мб	0,7	0,7	1,4	3,6	5,8	7,2	7,2	6,0	4,0	2,1	0,9	0,8

8. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C ($\sum_{t>10^{\circ}}$) - 2566.

9. Норма максимально возможного испарения (рассчитанная величина - Z_{m_i}) - 862 мм/год.

Тепловоднобалансовые характеристики получены как для среднего многолетнего ($Z_{m_i}^{50\%} \Leftrightarrow KX_i^{50\%}$) года (табл.1.2), так и для следующих сочетаний обеспеченных ($P\%$) величин ресурсов тепла ($Z_{m_i}^{P\%}$) и влаги ($KX_i^{P\%}$): $Z_{m_i}^{5\%} \Leftrightarrow KX_i^{5\%}$; $Z_{m_i}^{25\%} \Leftrightarrow KX_i^{25\%}$; $Z_{m_i}^{95\%} \Leftrightarrow KX_i^{95\%}$; $Z_{m_i}^{5\%} \Leftrightarrow KX_i^{25\%}$; $Z_{m_i}^{25\%} \Leftrightarrow KX_i^{5\%}$; $Z_{m_i}^{25\%} \Leftrightarrow KX_i^{75\%}$; $Z_{m_i}^{75\%} \Leftrightarrow KX_i^{25\%}$; $Z_{m_i}^{75\%} \Leftrightarrow KX_i^{95\%}$; $Z_{m_i}^{95\%} \Leftrightarrow KX_i^{75\%}$ (табл.1.3).

Переход от норм ресурсов тепла и влаги ($I_{50\%}$) к их значениям в характерные годы ($I_{P\%}$) осуществлен по расчетной схеме

$$I_{P\%} = I_{50\%}(1 + \Phi_{P\%} \cdot C_v), \quad (1.6)$$

где $I_{p\%}$ - обеспеченное значение тепловоднобалансовой характеристики, подчиняющейся нормальному закону распределения ($C_S=0$); C_V - коэффициент вариации рассматриваемой тепловоднобалансовой характеристики; $\Phi_{p\%}$ - число Фостера.

Таблица 1.2 Средние многолетние значения балансовых элементов и мелиоративные нормы в пункте СЭЗ "Брест" без учета грунтовых вод ($W_H=227$ мм, $W_{RK}=150$ мм, $R=1,25$, $N=3,00$)

Элементы баланса	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Теплый период	Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Z_{m_i}^{50\%} \Leftrightarrow K X_i^{50\%}$									
Осадки, мм	176,0	56,0	32,0	77,0	77,0	52,0	45,0	432,0	661,0
Z_M , мм	76,8	123,8	153,6	153,6	128,0	85,3	44,8	766,0	862,0
УГВ, см									
V_1, V_2	1,27	1,07	0,85	0,73	0,66	0,66	0,67	1,00	
V_{cp}	1,11	0,89	0,75	0,67	0,66	0,66	0,72	0,78	0,90
B_z	0,84	0,73	0,64	0,57	0,56	0,56	0,61	0,64	0,72
Испар., мм	64,6	90,5	97,9	87,6	71,6	48,0	27,3	487,5	566,3
Влагоз., мм	87,4	106,8	108,1	93,7	76,4	51,2	29,7	553,4	660,8
Кл. Ст., мм	22,8	16,3	10,3	6,2	4,8	3,2	2,4	65,9	94,5
G, мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Продолжение таблицы 1.2

Средний уровень оптим.	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Теплый период
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дефициты (избытки) влажности корнеобитаемого слоя почвы, мм								
$V_0=0.8$	0,0	0,0	-10,0	-39,2	-19,9	-12,6	0,0	-81,6
$V_0=0.9$	0,0	0,0	-52,5	-57,7	-35,2	-22,8	0,0	-168,2
$V_0=1.0$	0,0	-24,6	-71,6	-76,6	-51,0	-33,3	0,0	-257,2
Отклонения от V_0 , мм								
$V_0=0.8$	30,3	7,8	11,2	6,2	25,5	32,8	56,5	170,3
$V_0=0.9$	-1,6	-29,8	-30,0	-35,0	-12,5	-0,1	28,4	-80,6
$V_0=1.0$	-33,8	-67,8	-71,6	-76,6	-51,0	-33,3	0,2	-334,0
Ординаты интегральной кривой дефицитов (избытков)								
Обеспеченность $P=5,0\%$								
$V_0=0.8$	48,7	74,8	104,3	128,9	172,8	324,0	298,8	298,8
$V_0=0.9$	19,0	9,9	0,6	-13,7	-5,6	15,0	64,1	64,1
$V_0=1.0$	-10,9	-55,6	-104,3	-158,0	-186,0	-196,4	-173,3	-173,3
Обеспеченность $P=10,0\%$								
$V_0=0.8$	44,6	66,7	92,2	112,7	152,6	199,8	270,6	270,6
$V_0=0.9$	14,5	0,8	-13,0	-31,8	-28,2	-12,2	32,3	32,3
$V_0=1.0$	-15,9	-65,7	-119,4	-178,1	-211,2	-226,7	-208,5	-208,5
Обеспеченность $P=25,0\%$								
$V_0=0.8$	37,8	53,1	71,7	85,4	118,5	158,8	222,8	222,8
$V_0=0.9$	6,8	-14,5	-36,1	-62,6	-66,7	-58,3	-21,5	-21,5

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V_0=1.0$	-24,4	-82,8	-145,0	-212,3	-253,9	-277,8	-268,3	-268,3
Обеспеченность $P=50,0\%$								
$V_0=0.8$	30,3	38,1	49,2	55,4	80,9	113,3	170,3	170,3
$V_0=0.9$	-1,6	-31,4	-61,4	-96,3	-108,9	-109,0	-80,6	-80,6
$V_0=1.0$	-33,8	-101,6	-173,2	-249,8	-300,8	-334,2	-334,0	-334,0
Обеспеченность $P=75,0\%$								
$V_0=0.8$	22,8	23,0	26,7	25,4	43,4	68,7	117,7	117,7
$V_0=0.9$	-10,1	-48,3	-86,7	-130,1	-151,1	-159,6	-139,7	-139,7
$V_0=1.0$	-43,2	-120,3	-201,3	-287,3	-347,7	-390,5	-399,6	-399,6
Обеспеченность $P=90,0\%$								
$V_0=0.8$	15,9	9,4	6,2	-2,0	9,3	27,7	69,9	69,9
$V_0=0.9$	-17,8	-63,7	-109,8	-160,9	-189,5	-205,8	-193,5	-193,5
$V_0=1.0$	-51,7	-137,4	-226,9	-321,5	-390,4	-441,7	-459,4	-459,4
Обеспеченность $P=95,0\%$								
$V_0=0.8$	11,9	1,3	-5,9	-18,1	-10,9	3,6	41,7	41,7
$V_0=0.9$	-22,3	-72,7	-123,4	-179,0	-212,2	-233,0	-225,2	-225,2
$V_0=1.0$	-56,8	-147,5	-242,1	-341,7	-415,6	-471,9	-494,7	-494,7

Примечание: Здесь и в табл. 1.3 - Z_m - максимально возможное испарение; V_1, V_2, V_{cp} - относительная влажность почвы, соответственно, на начало, конец и в среднем для расчетного интервала времени в долях от наименьшей влагоемкости (W_H); B_z - относительное испарение; G - грунтовая составляющая водного питания; W_{RK} - влажность разрыва капиллярных связей; R - параметр, характеризующий водно- физические свойства почвы; N - параметр, характеризующий условия формирования суммарного климатического стока с водосбора; $V_0 = (W_H + W_{RK})/2W_H$ - - средний за расчетный период уровень оптимальной влажности почвы в долях от W_H .

Таблица 1.3 Средние многолетние значения балансовых элементов и мелиоративные нормы в пункте СЭЗ “Брест” без учета грунтовых вод ($W_H=227$ мм, $W_{RK}=150$ мм, $R=1,25$, $N=3,00$)

Элементы баланса	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Теплый период	Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Z_m^{5\%} \Leftrightarrow KX_i^{5\%}$									
Осадки, мм	258,5	75,0	111,0	103,0	103,0	70,0	60,0	580,0	886,0
Z_m , мм	84,4	136,0	168,8	168,8	140,6	93,8	49,2	841,5	947,0
УГВ, см									
V_1, V_2	1,55	1,27	0,98	0,84	0,76	0,77	0,78	1,21	
V_{cp}	1,32	1,03	0,87	0,77	0,77	0,77	0,85	0,91	1,08
B_z	0,91	0,81	0,72	0,65	0,65	0,65	0,70	0,73	0,79
Испар., мм	76,4	110,1	121,4	110,1	90,8	61,1	34,6	604,5	698,7
Влагоз., мм	119,9	141,7	141,9	122,7	100,8	68,1	39,9	734,9	885,9
Кл. Ст., мм	43,5	31,6	20,4	12,6	10,0	7,0	5,3	130,4	187,2
G , мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Z_{m_i}^{25\%} \Leftrightarrow KX_i^{25\%}$									
Осадки, мм	212,1	64,0	93,0	86,0	86,0	59,0	50,0	487,0	750,0
Z_M , мм	79,9	128,8	159,9	159,9	133,2	88,8	46,6	797,1	897,0
УГВ, см									
V_1, V_2	1,39	1,16	0,91	0,78	0,70	0,70	0,71	1,11	
V_{cp}	1,20	0,95	0,80	0,71	0,70	0,71	0,77	0,83	0,98
B_z	0,87	0,77	0,67	0,60	0,59	0,60	0,65	0,68	0,75
Испар., мм	69,8	99,0	107,8	96,5	78,9	53,1	30,1	535,2	620,8
Влагоз., мм	100,5	121,2	121,8	104,8	85,3	57,5	33,4	624,5	749,8
Кл. Ст., мм	30,8	22,2	14,0	8,3	6,4	4,4	3,3	89,4	129,1
G, мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$Z_{m_i}^{95\%} \Leftrightarrow KX_i^{95\%}$									
Осадки, мм	111,7	38,0	56,0	52,0	52,0	36,0	31,0	294,0	450,0
Z_M , мм	58,6	94,5	117,3	117,3	97,7	65,1	34,2	584,7	658
УГВ, см									
V_1, V_2	1,06	0,94	0,79	0,70	0,63	0,62	0,62	0,85	
V_{cp}	0,97	0,82	0,71	0,64	0,62	0,62	0,66	0,72	0,80
B_z	0,78	0,68	0,60	0,54	0,52	0,52	0,56	0,60	0,66
Испар., мм	45,5	64,5	70,7	63,5	51,2	34,1	19,0	348,5	403,1
Влагоз., мм	56,1	73,3	76,8	67,3	53,9	35,9	20,3	383,5	450,2
Кл. Ст., мм	10,6	8,8	6,1	3,8	2,7	1,8	1,2	35,0	47,1
G, мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$Z_{m_i}^{5\%} \Leftrightarrow KX_i^{25\%}$									
Осадки, мм	206,5	64,0	93,0	86,0	86,0	59,0	50,0	487,0	750,0
Z_M , мм	84,4	136,0	168,8	168,8	140,6	93,8	49,2	841,5	947,0
V_1, V_2	1,35	1,12	0,86	0,74	0,66	0,67	0,68	1,07	
V_{cp}	1,16	0,91	0,77	0,68	0,67	0,67	0,73	0,80	0,94
B_z	0,86	0,74	0,65	0,57	0,56	0,57	0,62	0,65	0,73
Испар., мм	72,5	101,2	108,9	96,9	79,4	53,5	30,5	542,9	632,0
Влагоз., мм	101,4	120,8	120,8	103,9	84,8	57,3	33,4	622,5	749,9
Кл. Ст., мм	28,9	19,6	12,0	7,0	5,4	3,8	2,9	79,6	117,9
G, мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$Z_{m_i}^{25\%} \Leftrightarrow KX_i^{5\%}$									
Осадки, мм	264,1	75,0	111,0	103,0	103,0	70,0	60,0	580,0	886,0
Z_M , мм	79,9	128,8	159,9	159,9	133,2	88,8	46,6	797,1	897,0
УГВ, см									
V_1, V_2	1,59	1,33	1,03	0,89	0,80	0,80	0,81	1,25	
V_{cp}	1,37	1,08	0,91	0,81	0,80	0,81	0,88	0,95	1,12
B_z	0,92	0,83	0,75	0,68	0,67	0,68	0,73	0,75	0,81
Испар., мм	73,2	107,0	119,4	108,9	89,7	60,3	33,9	592,5	682,6

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Влагоз., мм	119,0	142,2	143,0	123,7	101,3	68,3	39,9	737,3	885,9
Кл. ст., мм	45,8	35,2	23,6	14,7	11,6	8,0	6,0	144,9	203,2
G, мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$Z_{m_i}^{25\%} \Leftrightarrow KX_i^{75\%}$									
Осадки, мм	133,1	48,0	71,0	66,0	66,0	45,0	39,0	372,0	568,0
Z _M , мм	79,9	128,8	159,9	159,9	133,2	88,8	46,6	797,1	897,0
УГВ, см									
V ₁ , V ₂	1,09	0,92	0,72	0,63	0,57	0,57	0,57	0,86	
V _{фр.}	0,95	0,76	0,65	0,58	0,57	0,57	0,62	0,67	0,78
B _z	0,77	0,64	0,55	0,48	0,47	0,48	0,52	0,56	0,64
Испар., мм	61,4	82,8	87,6	77,4	63,2	42,4	24,3	439,1	514,0
Влагоз., мм	75,1	91,7	93,0	80,6	65,6	44,1	25,6	475,7	568,2
Кл. ст., мм	13,7	9,0	5,4	3,2	2,4	1,7	1,3	36,6	54,2
G, мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$Z_{m_i}^{75\%} \Leftrightarrow KX_i^{25\%}$									
Осадки, мм	219,9	64,0	93,0	86,0	86,0	59,0	50,0	487,0	750,0
Z _M , мм	73,7	118,7	147,4	147,4	122,8	81,9	43,0	734,9	827,0
УГВ, см									
V ₁ , V ₂	1,45	1,23	0,97	0,84	0,75	0,75	0,76	1,16	
V _{фр.}	1,27	1,02	0,87	0,77	0,75	0,76	0,82	0,89	1,03
B _z	0,89	0,80	0,72	0,65	0,63	0,64	0,68	0,72	0,78
Испар., мм	65,7	95,4	105,6	95,5	78,0	52,3	29,3	521,8	602,3
Влагоз., мм	99,3	121,7	123,1	106,2	86,0	57,8	33,3	627,4	749,8
Кл. ст., мм	33,6	26,3	17,5	10,7	8,1	5,5	4,0	105,6	147,4
G, мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$Z_{m_i}^{75\%} \Leftrightarrow KX_i^{95\%}$									
Осадки, мм	92,9	38,0	56,0	52,0	52,0	36,0	31,0	294,0	450,0
Z _M , мм	73,7	118,7	147,4	147,4	122,8	81,9	43,0	734,9	827,0
V ₁ , V ₂	0,93	0,80	0,65	0,57	0,51	0,51	0,51	0,74	
V _{фр.}	0,83	0,68	0,58	0,52	0,51	0,51	0,55	0,60	0,68
B _z	0,69	0,57	0,49	0,43	0,42	0,42	0,46	0,50	0,57
Испар., мм	51,0	68,2	72,0	63,3	51,2	34,3	19,6	359,6	421,2
Влагоз., мм	58,3	73,1	75,0	65,1	52,5	35,2	20,2	379,5	450,2
Кл. ст., мм	7,3	4,9	3,0	1,8	1,3	0,9	0,7	19,9	29,0
G, мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$Z_{m_i}^{95\%} \Leftrightarrow KX_i^{75\%}$									
Осадки, мм	159,7	48,0	71,0	66,0	66,0	45,0	39,0	372,0	568,0
Z _M , мм	58,6	94,5	117,3	117,3	97,7	65,1	34,2	584,7	658,0
УГВ, см									
V ₁ , V ₂	1,29	1,14	0,95	0,83	0,75	0,74	0,74	1,04	

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_{cp}	1,17	0,98	0,85	0,77	0,75	0,74	0,79	0,87	0,97
B_z	0,86	0,78	0,71	0,65	0,63	0,63	0,66	0,70	0,76
Испар., мм	50,6	74,1	83,2	75,9	61,6	41,0	22,7	409,1	470,4
Влагоз., мм	71,3	92,3	96,4	84,3	67,8	45,1	25,5	482,7	567,8
Кл. ст., мм	20,7	18,2	13,2	8,4	6,2	4,1	2,8	73,6	97,4
G, мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Величины максимально возможного испарения (водного эквивалента теплоэнергетических ресурсов - $Z_{m_i}^{P\%}$) и исправленных атмосферных осадков ($KX_i^{P\%}$) различной обеспеченности приведены в сводных таблицах 1.4 и 1.5.

Таблица 1.4 Максимально возможное испарение ($Z_{m_i}^{P\%}$) различной обеспеченности

Обеспеченность P, %	5	25	50	75	95
$Z_{m_i}^{P\%}$, мм	947	897	862	827	658

Результаты исследования соотношений ресурсов тепла ($Z_{m_i}^{P\%}$) и влаги ($KX_i^{P\%}$) в разные по тепловлагообеспеченности годы представлены на рис. 1.3 и 1.4. На рис. 1.3 приведена гистограмма соотношения в реальные годы обеспеченностей (P%) максимально возможного испарения (функция) и атмосферных осадков (аргумент), на рис. 1.5 - наоборот: атмосферных осадков (функция) и максимально возможного испарения (аргумент).

Таблица 1.5 Атмосферные осадки ($KX_i^{P\%}$, мм) различной обеспеченности

P, %	Месячные осадки в характерные годы, мм												Год, мм
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
5	57	63	63	58	75	111	103	103	70	60	63	60	886
25	48	52	52	49	64	93	86	86	59	50	52	59	750
50	43	47	47	43	56	82	77	77	52	45	47	45	661
75	37	40	40	37	48	71	66	66	45	39	40	39	568
95	29	32	32	29	38	56	52	52	36	31	32	31	450

Кроме того, выше, в табл.1.2...1.3, приведены рассчитанные величины средних многолетних балансовых элементов для СЭЗ "Брест" в динамике. Исследована динамика изменения во времени не только максимально возможного испарения (Z_m) и атмосферных осадков (KX_i), но и влагозапасов деятельного (испаряющего) слоя почвогрунтов

($V_i = W_i / W_{н.в.}$ - влажность W_i в долях от наименьшей влагоемкости - $W_{н.в.}$), суммарного испарения (водопотребления естественного растительного покрова - Z_i), относительного суммарного испарения ($\beta_{Z_i} = Z_i / Z_m$), климатического стока (Y_i), реальных влагозапасов на водосборах и др.

Исследованы также дефициты (избытки) влажности корнеобитаемого слоя почвы с учетом обеспеченностей оптимального суммарного водопотребления растительного покрова на территории СЭЗ “Брест” при трех уровнях оптимальности (V_o), равной 0,8 от $W_{н.в.}$, т.е. для растительности менее влаголюбивой, и $V_o=0,9$, $V_o=1,0$ - для трав и залеменных территорий. Там же приведены ординаты интегральных кривых “дефицитов” водопотребления растительного покрова различной обеспеченности ($P=5; 10; 25; 50; 75; 90; 95\%$), т.е. для среднего многолетнего года ($P=50\%$), влажных ($P=5; 10; 25\%$) и сухих ($P=95; 90; 75\%$) лет.

В воднобалансовых исследованиях в качестве интегральной характеристики естественной увлажненности водосборов используются не только влагозапасы почвогрунтов и суммарный климатический сток, но и русловой сток рек, получающих свое питание в пределах осваиваемой территории.

Проанализируем методику и результаты оценки гидрологического режима (годового стока) рек на исследуемой территории.

Наиболее крупными реками на территории СЭЗ “Брест” являются Западный Буг, Лесная и Мухавец. Вся гидрологическая сеть исследуемого региона, практически относится к бассейну Балтийского моря. Грунтовые воды, в основном, здесь приурочены к отложениям четвертичного периода. На пойменных территориях грунтовые воды залегают близко к дневной поверхности. В бассейне Западного Буга глубина их зеркала изменяется от 0 до 5 метров. Водоупором аллювиальных вод служат отложения морены рисского оледенения. При отсутствии морены, воды аллювия сливаются с водами ниже лежащих четвертичных и коренных пород, образуя единый, гидравлически связанный, водоносный горизонт. Дебит скважин, питающихся водами аллювиальных отложений, сильно колеблется (0,1..2,5 л/с).

Области разгрузки подземных вод приурочены к долинам рек, а питание их происходит, в основном, за счет атмосферных осадков, охарактеризованных выше.

На режим подземных вод, в условиях Полесья, большое влияние оказывают проведенные ранее мелиоративные (осушительные) мероприятия.

Основным, с точки зрения перспективы хозяйственного использования, водотоком на территории СЭЗ “Брест” является р. Лесная с расчетным створом - Катинбор. Однако, наблюдения за стоком в этом створе не ведутся. Реки Лесная, Мухавец и др., протекающие по территории СЭЗ “Брест”, - типичные представители малых рек Беларуси.

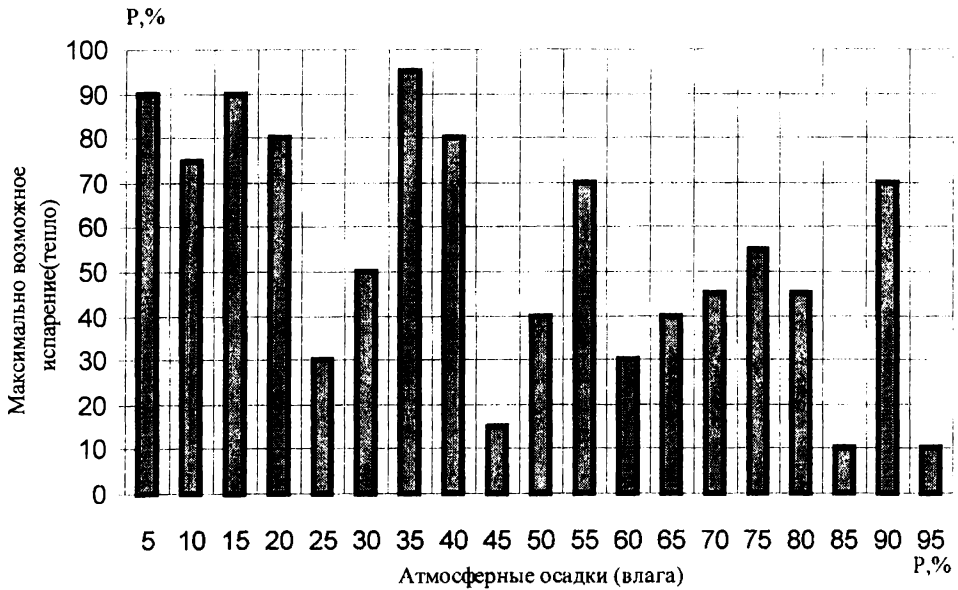


Рис. 1.3 Гистограмма соотношения обеспеченностей (Р %) максимально возможного испарения и атмосферных осадков в реальные по естественной увлажненности годы.

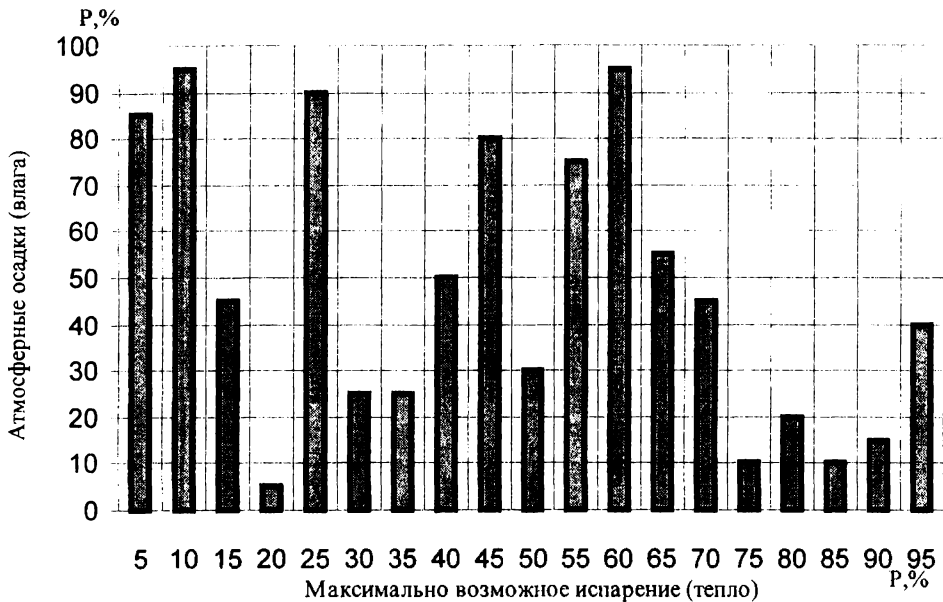


Рис. 1.4 Гистограмма соотношения обеспеченностей (Р %) атмосферных осадков и максимально возможного испарения в реальные по естественной увлажненности годы.

Водный режим малых рек наиболее полно интегрирует влияние местных физико-географических факторов, и в нем существенно отражаются многообразные изменения ландшафта в результате хозяйственной деятельности на водосборах. Поэтому, рациональное сочетание хозяйственной деятельности, на все более радикально осваиваемых территориях, с экологически безопасным функционированием малых рек и временных водотоков, является актуальной проблемой. С экологической и инженерно-гидрологической точек зрения, пока не решена задача достоверной практической оценки водных ресурсов малых рек, качественного и количественного учета влияния на них антропогенных факторов. Здесь необходимо идти по пути организации водомерных постов и разработки региональных эмпирических зависимостей норм годового стока малых рек и временных водотоков, а также зависимостей для его внутригодового распределения.

В результате комплексного анализа стокоформирующих факторов, с использованием методов математической статистики, нами получена полуэмпирическая физико-математическая модель нормы годового стока малых рек, пригодная для гидрологических расчетов на территории СЭЗ “Брест”

$$Q_r = 2,3 \cdot 10^{-6} \cdot \bar{X}_r^{0,668} \cdot (\varphi + 300)^{0,386} \cdot (I_{p,cp} + 1)^{0,193} \cdot (f_{cl} + f_{zl} + 1)^{0,107} \cdot F_i^{1,12}, \quad (1.7)$$

в которой $\bar{Q}_r$ - норма годового стока малых рек, м³/с; $\bar{X}_r$ - годовая норма атмосферных осадков, мм; $(\varphi + 300)$ - географической параметр, где φ - географическая широта центра водосбора в километровой сетке, относительно пункта Минск, км; $I_{p,cp}$ - средний уклон реки, ‰; f_{cl} - площадь водосбора, занятая сухим лесом, ‰; f_{zl} - площадь водосбора, занятая лесом на заболоченных землях, ‰; F_i - общая площадь исследуемого водосбора (для расчетного створа), км².

Высокая степень тесноты связи наблюдаемых (гидрометрических) и рассчитанных по уравнению (1.7) норм годового стока р.р.Лесная, Мухавец и др. ($r=0,987 \pm 0,0003$) указывает на адекватность предлагаемой физико - математической модели гидрологическому режиму водосборов малых рек СЭЗ “Брест” в целом за гидрологический год.

Углубленное изучение связей гидрографических характеристик водосборов и внутригодовых величин стока дало возможность очертить круг факторов, статистически значимо участвующих в этом сложном природном процессе.

Для оценки месячных норм стока малых рек СЭЗ “Брест” предлагается следующее уравнение

$$Q_{mi} = b_0 \cdot \bar{Q}_r^{b_1} \cdot F^{b_2} \cdot \varphi^{b_3} \cdot I_p^{b_4} \cdot f_{cl}^{b_5} \cdot f_{zl}^{b_6} \cdot I_{\varphi}^{b_7}, \quad (1.8)$$

где Q_{mi} - месячная величина среднего многолетнего стока, м³/с; $\bar{Q}_r$ - значение среднего многолетнего годового стока (норма), рассчитанное по уравнению (1.7), м³/с; F_i - площадь водосбора для расчетного створа, км²; φ - координата географической широты

центра водосбора, относительно пункта Минск, км; I_p - уклон реки на расчетном участке, ‰; $f_{\text{л}}$ - общая залесенность водосбора ($f_{\text{сн}} + f_{\text{лн}}$), ‰; f_3 - заболоченность водосбора, ‰; I_B - уклон водосбора, ‰; $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ - коэффициенты регрессии, количественно учитывающие в описываемой физико-математической модели влияние на месячную величину стока данной реки основных стокоформирующих факторов (табл. 1.6).

Таблица 1.6 Значения коэффициентов регрессии (b_i) в уравнении (1.8)

Параметры	Величины коэффициентов регрессии (по-месячно)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
b_0	11,647	8,746	39,681	0,145	0,445	0,340	0,314	0,246	0,271	0,439	0,9997	1,138
b_1	1,359	0,999	0,88	0,619	1,097	1,039	1,0686	1,098	1,174	1,146	1,095	1,083
b_2	-0,305	0	0	0,346	0	0	0	0	0	0	0	0
b_3	-0,288	-0,431	-0,414	0,265	0	0	0	0	0	0	0	-0,096
b_4	0	0	-0,167	0	0	0	0	0	0	0,18	0,0994	0
b_5	0	-0,107	-0,219	0	0,211	0,104	0	0	0	0	0	0
b_6	0	0	0	0	0	-0,073	-0,086	-0,11	-0,087	0	0	0
b_7	0	0	0	0	0	0,092	0,19	0,259	0,216	0	0	0
R^2	0,94	0,91	0,94	0,94	0,96	0,95	0,95	0,93	0,94	0,94	0,96	0,97

В практике водохозяйственного проектирования, кроме норм годового стока ($\bar{Q}_r$) и среднемесячных его величин ($\bar{Q}_{\text{ми}}$), используются расходы воды расчетной обеспеченности ($Q_{ip\%}$). Имея систему уравнений (1.7) - (1.8), можно осуществить переход к расходам любой расчетной обеспеченности по схеме

$$Q_{ip\%} = \bar{Q}_{150\%} \cdot (1 + C_v \cdot \Phi_{p\%}), \quad (1.9)$$

где $\bar{Q}_{150\%}$ - величина среднего многолетнего (50%-ной обеспеченности) расхода воды (норма стока), м³/с; C_v - коэффициент вариации годового стока, определяемый, согласно СНиП 2.01.14-83, с использованием данных рек - аналогов; $\Phi_{p\%}$ - нормированное отклонение ординаты кривой обеспеченности расходов воды (с учетом выявленного закона распределения вероятностей).

В настоящей работе коэффициенты вариации рассчитывались по формуле

$$C_v = A / M_o^{0,4} (F_i + 1000)^{0,1}, \quad (1.10)$$

в которой A - параметр, определяемый методом аналогии, т.е. подстановкой в расчетную зависимость известных для реки - аналога (в нашем случае р.Лесная - с.Замосты) коэффициента вариации (C_v) и модуля стока (M_o); F_i - размер водосборной площади, км².

Полученные нами расходы воды р.Лесная - с.Катинбор различной обеспеченности, включая норму годового стока ($P=50\%$), сведены в табл. 1.7.

Таблица 1.7 Расходы воды р.Лесная - с.Катинбор различной обеспеченности (P%)

P, %	5	25	50	75	95
Q, м ³ /с	32,25	20,21	15,43	8,94	4,32

Сравнительный анализ рассчитанных и измеренных расходов воды выполнен для р.Лесная - с.Замосты (рис. 1.5, табл. 1.8).

Гидрографы стока р.Лесная - с.Катинбор различной обеспеченности (5; 25; 50; 75; 95%) приведены на рис. 1.6.

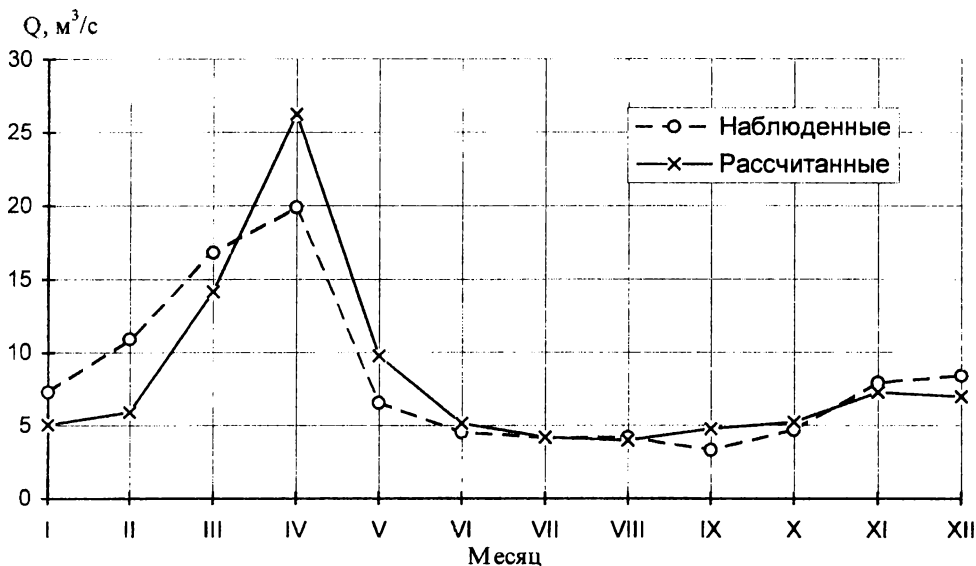


Рис.1.5 График сравнения рассчитанных и наблюдаемых расходов воды (50%-ной обеспеченности) для р. Лесная - с. Замосты.

Таблица 1.8 Рассчитанные и наблюдаемые месячные величины расходов воды (50%-ной обеспеченности) р. Лесная - с. Замосты

Месяц	Наблюдаемые, м ³ /с	Рассчитанные, м ³ /с	Относительная ошибка, %	Абсолютная ошибка, м ³ /с
I	2	3	4	5
I	7,30	5,03	31,10	2,27
II	10,90	5,88	46,05	5,02
III	16,80	14,11	16,01	2,69
IV	19,90	26,22	-31,76	-6,32
V	6,53	9,74	-49,16	-3,21
VI	4,51	5,10	-13,08	-0,59
VII	4,13	4,18	-1,21	-0,05

Продолжение таблицы 1.8

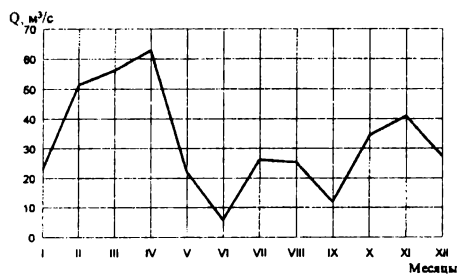
1	2	3	4	5
VIII	4,17	3,96	5,04	0,21
IX	3,33	4,75	-42,64	-1,42
X	4,66	5,21	-11,80	-0,55
XI	7,89	7,25	8,11	0,64
XII	8,41	6,95	17,36	1,46

Анализ материалов исследований (график 1.5 и таблица 1.8) показывает, что относительная ошибка в расчетах месячных расходов воды р.Лесная - с.Замосты изменяется в пределах от 46% (февраль) до - 49% (май), средняя ее величина (по модулю) составляет 22,7%, что является допустимым для гидрологических расчетов при отсутствии данных гидрометрических наблюдений; абсолютная ошибка имеет пределы изменения от 5,02 м³/с (февраль) до - 6,32 м³/с (апрель), средняя по модулю - 2,04 м³/с. Это позволяет сделать вывод о возможности применения формул (1.7) и (1.8) для расчетов годовой и месячных норм расходов воды р.Лесная - с.Катинбор и практического использования результатов расчетов, приведенных в табл. 1.7 и на рис. 1.6.

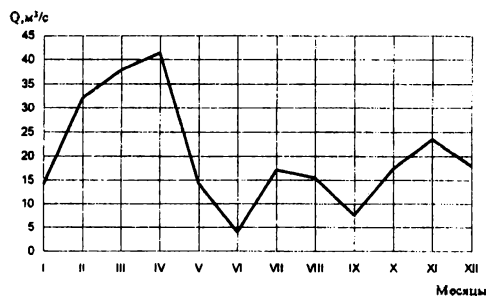
Деление гидрологического года на периоды и сезоны производится в зависимости от типа гидрологического режима реки и преобладающего вида использования стока. Год, период года и сезон, в которых естественный сток может лимитировать водопотребление, принимаются за лимитирующие. В лимитирующий период входят два смежных сезона, из которых один является наиболее неблагоприятным в отношении использования стока (лимитирующий сезон). Для р.Лесная, как для реки с весенним половодьем (за март-апрель проходит 30...40% годового стока), за лимитирующий период принимаются два маловодных сезона: лето-осень и зима. Преобладающим видом использования стока р.Лесная - с.Катинбор является промышленное водоснабжение СЭЗ "Брест", поэтому, за лимитирующий сезон, согласно СНиП 2.01.14-83 "Определение расчетных гидрологических характеристик", принимается зима, и в водохозяйственных расчетах необходимо исследовать минимальные расходы, формируемые в зимние месяцы. Представление о лимитирующих годах в гидрологическом режиме р.Лесная можно получить, проанализировав многолетний ход годового стока в створе с.Замосты (рис. 1.7).

Лимитирующий год - год прохождения наименьших расходов воды во все его периоды и сезоны, включая и лимитирующие. Например, для р.Лесная - с. Замосты, такими годами были 1954, 1959, 1963 и т.п. При водохозяйственных расчетах в лимитирующие годы, часто лимитирующими оказываются и другие периоды (сезоны, месяцы и т.п.). Вышесказанное является справедливым и для р.Лесная - с.Катинбор, аналогом которой принята р.Лесная - с.Замосты.

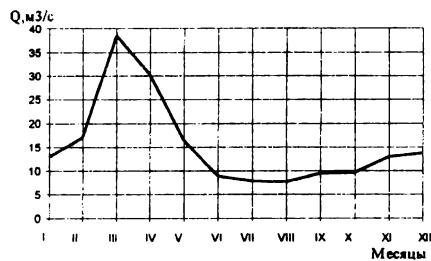
а)



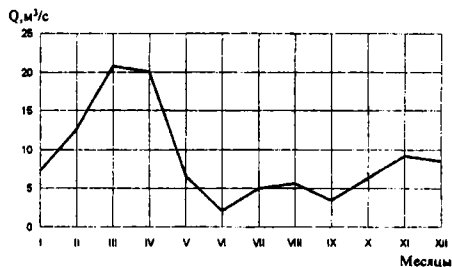
б)



в)



г)



д)

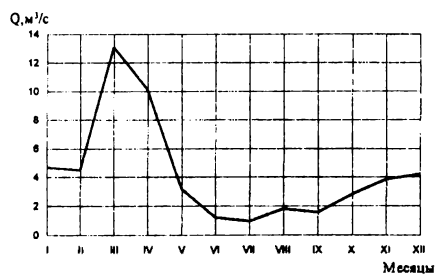


Рис. 1.6 Гидрографы стока различной обеспеченности (р. Лесная - с. Катинбор): а) 5%; б) 25%; в) 50%; г) 75%; д) 95%.

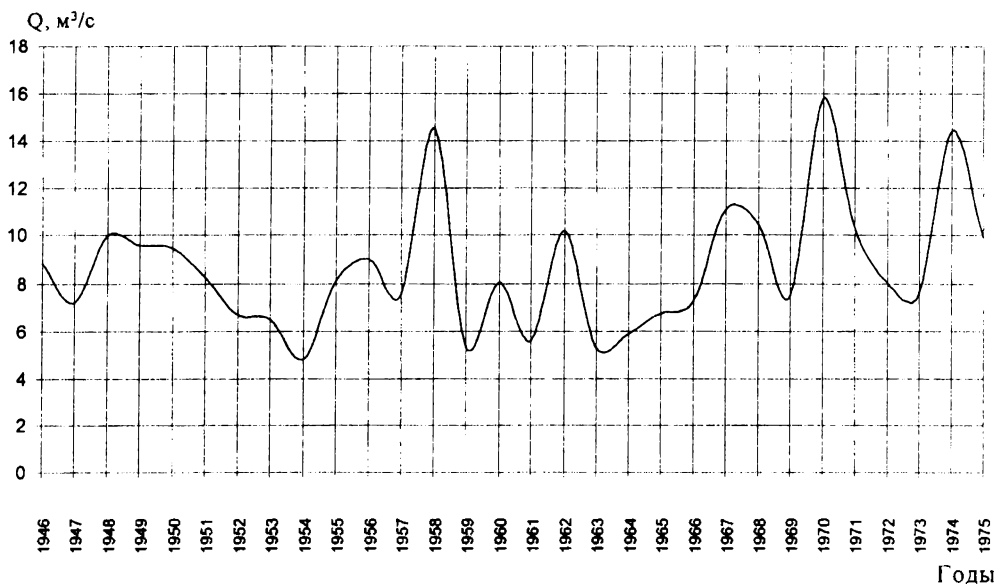


Рис. 1.7 Многолетний ход годового стока р.Лесная - с.Замосты.

1.4.2 Особенности разработки информационно - советующей системы (ИСС) с целью регионального мониторинга и аудирования состояния окружающей Среды Беларуси

Из изложенного выше, необходимо сделать вывод об отсутствии в настоящее время единой методологии, базовых методов, четких принципов, рабочих методик и обобщенного опыта экологически безопасного размещения производственных комплексов. По нашему мнению, в качестве стержневой здесь должна использоваться научно - практическая гипотеза гидролого - климатического обоснования безопасного, планомерного и прогнозируемого на среднесрочную и долгосрочную перспективу размещения на территории Беларуси промышленных и сельскохозяйственных комплексов.

Гидролого - климатическая составляющая всего множества имеющихся объектов должна целиком входить в *региональный мониторинг* и в *мониторинг окружающей Среды*, обеспечивающий постоянное и надежное слежение за состоянием окружающей человека природной Среды и предупреждение о создающихся критических ситуациях. Первоочередным должно стать исследование состояния гидролого - климатической изученности объекта и сопредельных территорий, формирование банка гидрометеорологических и др. экспериментальных данных в контексте реализуемой научной гипотезы. Кроме того, необходимо собрать фактические данные полевых гидролого-климатических, почвенно - мелиоративных и др. исследований и экспериментов (из ве-

домственных фондов и стационаров), отраслевых материалов, характеризующих производственную и санитарно - экологическую составляющие деятельности предприятий.

Принципиальная схема мониторинга окружающей Среды приведена на рис.1.8.

Практика показывает, что уже на стадии экспериментально-поисковых и технических работ (формирование баз исходных данных с разработкой выходных документов для ПЭВМ; систематизация, обобщение, анализ и документальное представление гидрометеорологической информации, материалов полевых экспериментов, соответствующих обобщений и исследований) требуется надежное программное обеспечение процесса НИР.

В тесной связи с мониторингом окружающей Среды должен осуществляться *экологический аудит*, главной целью которого явится выявление потенциального риска на промышленных предприятиях регионов и юридической ответственности за загрязнение окружающей Среды, снижение антропогенных воздействий до установленных нормативов и лимитов в период эксплуатации производственных объектов при условии совершенствования технологий, уменьшения количества отходов и сокращения выбросов. Экологическое аудирование, как независимая проверка предприятий, фирм и организаций, позволит своевременно выявлять соответствующие проблемы, пополнять банк данных по динамике антропогенных воздействий на окружающую Среду, будет способствовать, следовательно, среднесрочному и долгосрочному прогнозу ее состояния в регионах. Экологическое аудирование осуществляется не на этапе планирования, а в ходе производственного процесса на предприятиях, фирмах и в организациях. В рыночных условиях оно является основным индикатором в деле сочетания высоких экологических показателей и конкурентоспособности предприятий. Поэтому, экологический аудит может быть обязательным и инициативным, что дает широкую возможность на устойчивой (постоянной) основе пополнять банки данных, входящих в мониторинг окружающей Среды.

Как отмечено выше, для принятия решений, касающихся проблем экологии СЭЗ “Брест”, *неизбежен постоянный мониторинг* различных параметров окружающей Среды. В этом случае, постепенно формируется набор параметров, характерных для данной точки замера, а также появляется возможность отслеживания взаимных влияний параметров отбора проб на различных контрольных постах. При наборе достаточно большой статистики, появляется возможность делать предсказания характера поведения конкретного параметра, в случае изменения других параметров.

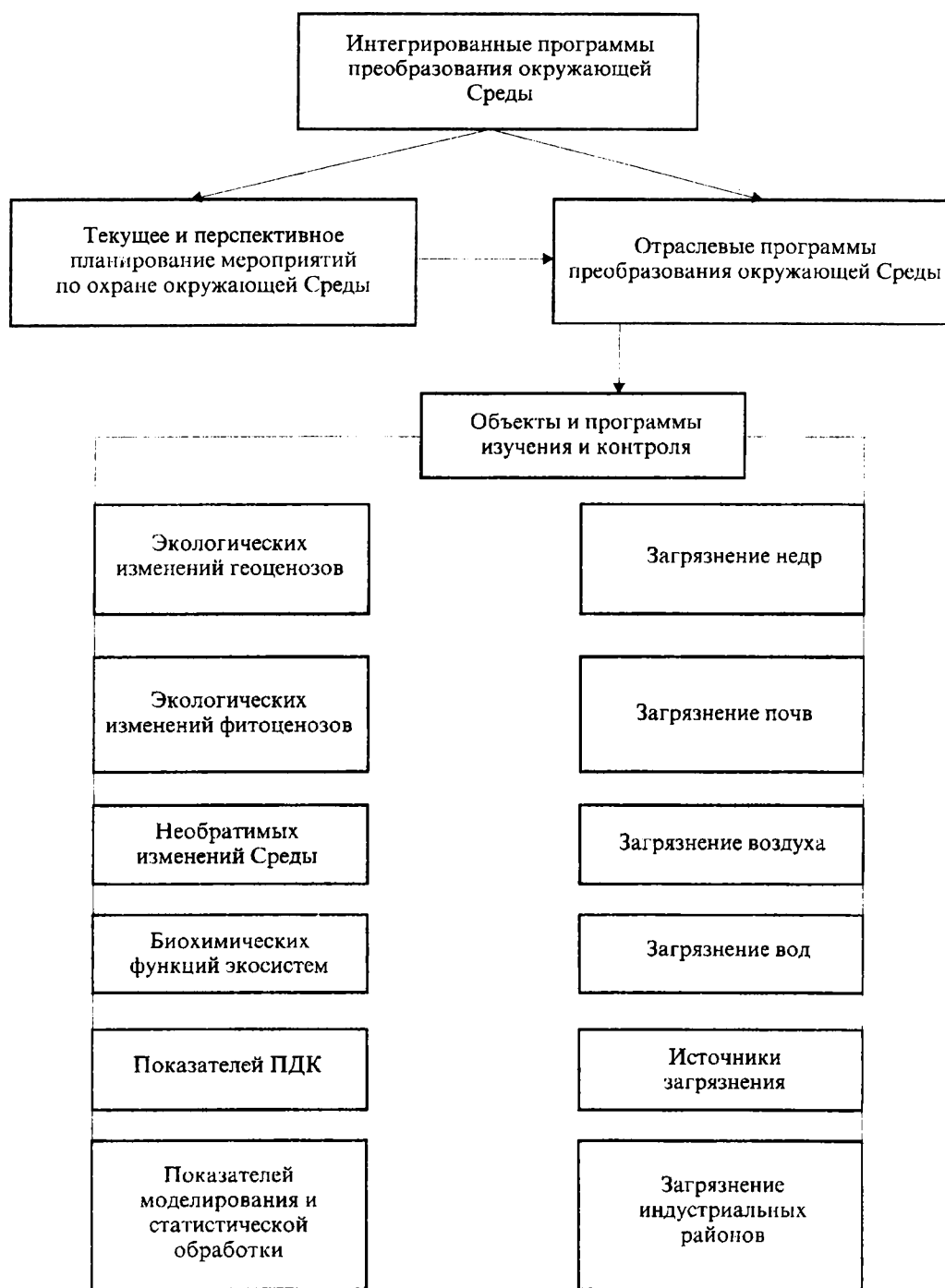


Рис. 1.8 Принципиальная схема мониторинга окружающей Среды.

Говоря иными словами, появляется возможность предсказания влияния на экологическую обстановку в СЭЗ “Брест” строительства крупного завода, распашки земель, и т.п. Таким образом, задача мониторинга окружающей Среды распадается на два важных этапа:

1 - накопление информации о значениях контролируемых параметров в течение длительного отрезка времени;

2 - анализ накопленных данных с целью обнаружения взаимозависимостей между параметрами, что позволит в дальнейшем предсказать изменение конкретного параметра, в зависимости от изменений других.

Исходя из выше сказанного, авторы предлагают собственную систему, способную не только хранить наблюдаемые данные, но также вести их обработку.

Очевидно, что данная система представляет собой расширение уже имеющихся баз данных, средствами их автоматической обработки. Данные средства поставляются авторами, а также могут самостоятельно создаваться пользователями Информационно - Советующей Системы (ИСС), посредством использования авторского стандарта передачи данных.

Коротко перечислим основные возможности ИСС:

1. *Создание и ведение базы данных по параметрам наблюдения, контрольным постам и т. д.*

Этот раздел подсистемы функционально эквивалентен имеющимся СУБД.

2. *Средства автоматизирования заполнения отсутствующих данных, исходя из статистического анализа поведения имеющихся данных.*

При решении ряда задач, необходимо обеспечить аппроксимацию пропусков наблюдаемых данных. Поэтому, в системе предусматривается ведение двух баз данных: наблюдаемых параметров и аппроксимированных параметров. Для заполнения отсутствующих элементов используются общепринятые статистические методы и разработанные авторами рабочие методики. При этом, средства регистрации содержат информацию об методе (методике) оценки использованных при аппроксимации соответствующих величин.

3. *Возможность формирования множественного запроса данных и передачи полученного результата внешней или встроенной программе анализа указанного запроса.*

Решение любой практической задачи опирается на некоторый набор данных. ИСС предоставляет пользователям возможность выборки имеющихся данных из нужных баз наблюдаемых параметров.

4. *Средства протоколирования работы ИСС.*

Для осуществления текущей экологической экспертизы состояния компонентов природной Среды, контроля изменений баз данных, самой работы ИСС, для поиска источников ошибочных данных, крайне полезными представляются средства протоколирования работы ИСС. Эти средства, дополнительно, позволяют администратору системы

определять, кто и когда осуществлял доступ к базе, а также характер выполненных, при этом, действий.

5. Средства ведения архивов баз данных.

Для защиты от случайной потери данных, для возможности отказа от изменения данных, для защиты данных от происков всякого рода вирусов, ИСС предполагает ведение собственной подсистемы архивации имеющихся баз данных и программ обработки информации.

Схема взаимодействия компонентов ИСС представлена на рис.1.9.

Программа реализуется средствами языка Visual Basic 5.0, и рассчитана на работу под управлением MS Windows 95.

Практическая реализация ИСС “Мониторинг и аудирование состояния окружающей Среды (объекта - региона)” требует проведения следующих экспериментально-поисковых и организационно-технических работ:

- сбор, обобщение, систематизация и формирование фондовых таблиц данных фактического состояния природного комплекса в зонах эксплуатируемых промышленных, сельскохозяйственных объектов и населенных пунктов, в целом;

- сбор, систематизация, обобщение и формирование фондовых таблиц по коротковолновой суммарной солнечной радиации на исследуемой и сопредельных территориях;

- сбор, систематизация, обобщение и формирование фондовых таблиц по альбедо подстилающей поверхности, эффективному излучению, отражённой и поглощенной солнечной радиации;

- сбор, систематизация, обобщение и формирование фондовых таблиц по адвективному тепловлагопереносу (адвекция тёплых и холодных воздушных масс на исследуемую территорию);

- сбор, систематизация, обобщение и формирование фондовых таблиц по теплообмену в деятельном почвенном слое (теплоемкость почв, температурный режим, фазовые превращения воды и выявленные циклы перехода $t^{\circ}\text{C}$ через нуль, затраты тепла на фазовые превращения воды);

- сбор и обработка экспериментальных данных по почвенному покрову, генезису почв, физико-механическому, химическому составу, агрогидрологическим свойствам, фактическим влажностям почв и загрязнителям;

- сбор и обработка экспериментальных данных по подстилающим почвенный покров породам;

- сбор и обработка экспериментальных данных по гидрогеологическим характеристикам исследуемой территории (почвенно-грунтовые, грунтовые, подземные воды, их природа, запасы, дебиты, динамика водообмена, горизонтальный и вертикальный переток (гидравлические связи), участие этих вод в формировании водного режима испаряющего слоя);

- сбор, систематизация, обобщение и формирование фондовых таблиц по гидрометеорологическим и тепловоднобалансовым характеристикам исследуемой и сопредельных территорий;



Рис. 1.9 Принципиальная схема ИСС "Мониторинг и аудирование состояния окружающей Среды (объекта - региона)".

- сбор, систематизация, обобщение и аналитическое представление основных характеристик загрязняющих веществ в системах водоотведения и вентиляции на характерных производственных комплексах страны;

- пространственно - временной анализ, с привлечением опытных (экспериментальных) данных, уровня радиоактивной загрязненности сельскохозяйственных территорий в зоне влияния Чернобыльской катастрофы;

- сбор, систематизация, обобщение и формирование фондовых таблиц по гидрологическому режиму водотоков и водоемов на исследуемой территории;

- сбор, систематизация, анализ и описание хозяйственно - экономических показателей предприятий народного хозяйства на исследуемой территории (для базовых лет);

- разработка, с привлечением массовых гидролого - климатических характеристик, ПЭВМ и методов математического моделирования, экологизированных принципов размещения производственных объектов в регионе, как основы имитационных моделей безопасного их взаимодействия с природным комплексом.

Значительное внимание должно уделяться и проработке следующих теоретических вопросов:

- методы качественной и количественной оценки состояния природной Среды на эксплуатируемых объектах народного хозяйства и прилегающих к ним территориях (компоненты природной Среды и определяющие факторы антропогенного воздействия на природные комплексы, задачи по их сохранению и восстановлению);

- методы обобщения производственного опыта безопасного взаимодействия человека с окружающей Средой в реальных (аналоговых) хозяйственно - экономических условиях;

- комплексная оценка гидролого-климатических условий и тепловоднобалансовых характеристик регионов для природоохранных целей;

- способы анализа, пространственно - временной интерпретации, описания статистической структуры и графоаналитического представления исходных гидрометеорологических данных и тепловоднобалансовых характеристик (с использованием ПЭВМ);

- оценка точности массовых расчетов гидролого - климатических и тепловоднобалансовых характеристик в процессе моделирования полей их статистических структур;

- разработка комплексного метода оценки гидролого - климатических и эколого - хозяйственных условий для природоохранных целей при размещении в регионе производственных объектов, позволяющего осуществить - оценку тепловлагомассообмена в системе - атмосфера - подстилающая поверхность - почвогрунты - почвенногрунтовые (подземные) воды, влажностей почвогрунтов - интегральной характеристики естественной увлажненности земель;

- моделирование внутригодового хода почвенных влагозапасов, исходя из их пространственно - временной динамики, оптимальных требований различных видов хозяйственной деятельности на больших территориях и рекреации с учетом экологической безопасности природного комплекса, в целом, и его компонентов, в частности;

- совместный анализ гидролого-климатических, тепловоднобалансовых и гидрогеологических показателей (характеристик) на землях, используемых под строительство производственных комплексов;

- совместный анализ гидролого-климатических, тепловоднобалансовых и гидрогеологических показателей (характеристик) на территориях, испытывающих радиоактивное загрязнение и заражение стоками животноводческих комплексов;

- гидролого-климатическое и эколого-мелиоративное обоснование направлений освоения земель, подверженных радиоактивному загрязнению и заражению стоками животноводческих комплексов;

- моделирование экологически безопасных режимов гидромелиораций при освоении больших территорий (в зоне размещения крупных производственных объектов);
- решение проблем водоотведения населенных пунктов и промышленных предприятий;
- решение проблем влияния утилизируемых стоков на поверхностные воды;
- оценку влагопереноса в атмосфере и распространения загрязнений в гидросфере Земли;
- оценку связи поверхностного и подземного водосборов и границ водоохранных (экологически опасных) зон населенных пунктов, производственных и сельскохозяйственных комплексов в осваиваемых регионах;
- учет взаимовлияния производственных комплексов и их суммарного влияния на природную Среду.

1.4.3 Предварительная прогнозная оценка антропогенного изменения гидрологического режима рек и водного баланса исследуемой территории

Суммарные ресурсы влаги в реальные годы на речных водосборах Полесья, включая территорию СЭЗ “Брест”, определяются, главным образом, атмосферными осадками, частично, - сезонными приращениями влагозапасов в аэрированном слое почвогрунтов, а также положительным сальдо грунтовых вод, которые питаются теми же осадками, перераспределенными во времени из-за количественного несоответствия ресурсов тепла и влаги в их годовом ходе.

Комплексная оценка гидролого - климатических условий и пространственно - временной анализ статистической структуры полей тепловоднобалансовых элементов дают возможность научно обосновать границы природоохранной (водоохранной) зоны и наиболее вероятную территорию, на которую, постоянно, и, особенно, в чрезвычайной ситуации будет влиять хозяйственная деятельность в СЭЗ “Брест”. В связи с этим, природоохранные мероприятия должны, в целом, охватывать бассейны р.р. Западный Буг, Припять. Очевидны также антропогенные воздействия СЭЗ “Брест” через речную сеть на акватории Балтийского и Черного морей. Учитывая тенденции синхронных колебаний факторов, определяющих естественную увлажненность земель, и тесную связь почвенных влагозапасов со строительными свойствами почвогрунтов, необходимо изучение и количественная оценка деформаций грунтов оснований и осадок фундаментов искусственных сооружений, при плановой застройке территории СЭЗ “Брест”, на фоне их связей с определяющими гидролого - климатическими показателями, как естественными, так и получившими определенные трансформации за счет антропогенных (техногенных) воздействий.

Распределение атмосферных осадков по подстилающей поверхности Полесья происходит под воздействием общециркуляционных процессов атмосферы. Атмосферные

движения имеют вихревой характер и отличаются нестационарностью. В результате вертикальной неоднородности атмосферы и перехода от одного слоя атмосферы к другому промышленные выбросы и вредные испарения постоянно меняют направление и скорость переноса. Именно этим объясняется “пятнистость” загрязнения территории водосборов химическими элементами, в т.ч. радионуклидами после Чернобыльской катастрофы. Количество выпадающих атмосферных осадков определяется рядом факторов (фоновых, региональных; местных, в т.ч. пока необъяснимой их части).

Для геометрического центра СЭЗ “Брест” среднее многолетнее значение (норма) атмосферных осадков составляет 661мм, из которых около 10% формируется за счет влияния местных факторов и до 45% годовой нормы (300мм) расходуется на инфильтрационное питание подземных вод. Усиливая неравномерность распределения кинетической энергии за счет промышленных выбросов и испарений в атмосферу на территории СЭЗ “Брест”, возможно повлиять на местные факторы в формировании атмосферных осадков (до ± 100 мм), исказив установленную от создателя региональность, увеличив неравномерность их выпадения и нарушив закономерности инфильтрационного питания подземных водоносных горизонтов. Вектор существенного влияния, направленный на периферию, составляет до 700 км от геометрического центра СЭЗ “Брест”. Производственные объекты должны равномерно распределяться по осваиваемой территории, их влияние на атмосферные процессы должно быть уравновешенным.

Реки Лесная, Западный Буг, Мухавец - типичные представители малых рек Беларуси. Доминирующими в водном питании этих рек являются весенняя (снеготаяние) и дождевая составляющие. Грунтовый сток, формируемый за счет перераспределения во времени атмосферных осадков, составляет около 20% от годового. Водный режим этих рек наиболее полно интегрирует в себе влияние местных физико - географических факторов, и в нем существенно отражаются многообразные изменения ландшафта в результате хозяйственной деятельности на водосборах. Поэтому, рациональное сочетание хозяйственной деятельности, на все более радикально осваиваемых территориях, подобно СЭЗ “Брест”, с экологически безопасным функционированием малых рек и временных водотоков, является актуальной проблемой. С экологической и инженерно - гидрологической точек зрения, пока не решена задача достоверной практической оценки водных ресурсов малых рек, качественного и количественного влияния на них антропогенных факторов. Здесь необходимо идти по пути замера расходов и уровней воды, на вновь организуемых водомерных постах, и разработки региональных (по - бассейновых) физико-математических моделей норм годового стока, максимальных и минимальных расходов воды малых рек и временных водотоков, а также зависимостей для внутригодового распределения стока. Основными факторами стока здесь выступают: атмосферные осадки, географические параметры, гидрографические характеристики (площадь водосбора, его уклон, уклон реки, залесенность, растительный покров, заболоченность и др.), почвен-

ный покров, геологическое строение бассейнов рек, гидравлическая связь поверхностных и подземных вод и т.п.

В связи с отсутствием гидрометрических постов на реках в СЭЗ “Брест”, гидрологические расчеты необходимо вести по региональным зависимостям с использованием для контроля данных рек - аналогов.

Получены характерные расходы воды р. Лесная - с. Катинбор различной обеспеченности, включая норму (50% - ная обеспеченность) годового стока [$5\% \Leftrightarrow 32,25$; $25\% \Leftrightarrow 20,21$; $50\% \Leftrightarrow 15,43$; $75\% \Leftrightarrow 8,94$; $95\% \Leftrightarrow 4,32$ м³/с].

Сравнение рассчитанных и наблюдаемых расходов воды ($P=50\%$) для р.Лесная - с.Замосты показало их достаточно высокую сходимость (относительная ошибка до 23%).

Расходы воды малых рек и временных водотоков в реальные годы необходимо отслеживать и увязывать с экспериментальными данными на фоне характерных (5; 25; 75; 95% - ной и др. обеспеченности) гидрографов стока. Данные гидрографы являются основой прогноза изменения годового стока р.Лесная - с.Катинбор и др. Представление о лимитирующих годах в гидрологическом режиме р.Лесная дает восстановленный нами многолетний ход нормы годового стока. Лимитирующий год - год прохождения наименьших расходов воды во все его периоды и сезоны, включая и лимитирующие. Например, для р.Лесная - с.Замосты, такими годами были 1954, 1959, 1963 и ряд др. При водохозяйственных расчетах в лимитирующие годы, часто лимитирующими оказываются и другие периоды (сезоны, месяцы и т.д.). Это справедливо и для р.Лесная - Катинбор.

При интенсивной хозяйственной деятельности на водосборах р.Лесная и др., застройке больших территорий, смене растительного покрова, распахке земель, сводке древесно - кустарниковой растительности, прокладке дорог и др. линейных сооружений, выключающих из работы значительную часть водосборной площади, асфальтировании промышленных площадок и т.п. произойдет существенная смена гидрографических характеристик водосборов и адекватное, возможно обвальное, изменение руслового стока, нарушится режим поверхностного стока (особенно, элементарного), активизируются эрозионные процессы на сельскохозяйственных землях и др. Прогноз этих изменений не так сложно осуществить по установленными физико - математическим моделям стока, имея количественные показатели антропогенных влияний на компоненты природной Среды.

Статистический ряд расходов р.Лесная - с.Катинбор, приведенный выше, свидетельствует о том, что норма годового стока может изменяться в диапазоне от 4,32 м³/с (95%) до 15,43 м³/с (50%) и 32,25 м³/с (5%). Антропогенное влияние способно снизить эти расходы на 40...90%.

Многоплановые природные процессы, как отмечалось выше, помогают оценить метод балансов. Каждый природный процесс или гидролого - климатические условия СЭЗ “Брест”, в комплексе, с целью их качественной и количественной оценки описываются балансовыми уравнениями. Положительным считается сальдо баланса, в котором сумма

статей (видов вещества или энергии), вошедших в рассматриваемую систему, больше, чем сумма статей, вышедших из нее, и такое определение естественно, так как положительный баланс отражает тенденцию к росту, расширению, усилению, отрицательный - тенденции к снижению, уменьшению (значимым считается сальдо положительное и отрицательное; нейтральное сальдо - сальдо, равное нулю).

В основу тепловоднобалансовых исследований территории СЭЗ “Брест” нами положена взаимосвязь уравнений теплоэнергетического и водного балансов деятельной поверхности, позволяющая раскрыть объективно существующую картину распределения тепла и влаги на исследуемой территории. Закон сохранения и превращения энергии отражен уравнениями теплоэнергетического баланса деятельной (испаряющей) поверхности территории СЭЗ “Брест”. Закон сохранения и превращения вещества (воды) отражен уравнением водного баланса речных водосборов СЭЗ “Брест”, в котором за некоторый промежуток времени предполагается количественное равенство суммы приходных и расходных балансовых статей. Связующим звеном, названных выше балансов, является суммарное испарение (водопотребление для занятых растительностью ландшафтов). Тепловоднобалансовые (ТВБ) расчеты выполнены на ПЭВМ с использованием специально разработанной авторами данной работы программы. Базовыми исходными данными для “ТВБ - расчетов” явились средние многолетние гидрометеорологические и др. характеристики, восстановленные в геометрический центр СЭЗ “Брест”.

Переход от норм ресурсов тепла и влаги (50% - ной обеспеченности) к их значениям в характерные годы (5, 25, 75, 95% - ной обеспеченности) осуществлен с использованием статистических методов и ПЭВМ. На территории СЭЗ “Брест” исследована динамика изменения во времени теплоресурсов (испаряемости), атмосферных осадков, влагозапасов почвогрунтов, суммарного испарения (водопотребления), относительного суммарного испарения, климатического стока, суммарных влагозапасов на водосборах. Исследованы также дефициты (избытки) почвенных влагозапасов, исходя из условия обеспечения оптимального водопотребления растительного покрова, включая кустарник и лес, в средний многолетний ($P=50\%$), влажные ($P=5; 10; 25\%$) и сухие ($P=75; 90; 95\%$) годы.

В воднобалансовых исследованиях в качестве интегральной характеристики естественной увлажненности речных водосборов использованы не только влагозапасы почвогрунтов и суммарный климатический сток, но и русловой сток рек, получающий свое питание в пределах территории СЭЗ “Брест”, сведения о котором приведены выше. В основу прогнозной оценки изменения водного баланса территории, осваиваемой под СЭЗ “Брест”, положены результаты “ТВБ - расчетов” при следующем сочетании в реальные годы обеспеченных величин *ресурсов тепла* (испаряемость климата или водный эквивалент теплоэнергетических ресурсов - максимально возможное испарение) и *ресурсов влаги* (атмосферные осадки): $5\% \Leftrightarrow 5\%$; $25\% \Leftrightarrow 25\%$; $95\% \Leftrightarrow 95\%$; $5\% \Leftrightarrow 25\%$; $25\% \Leftrightarrow 5\%$; $25\% \Leftrightarrow 75\%$; $75\% \Leftrightarrow 25\%$; $75\% \Leftrightarrow 95\%$; $95\% \Leftrightarrow 75\%$. В годы подобного сочетания ресурсов тепла и влаги (тепловлагообеспеченности) получены естественные показатели

почвенных влагозапасов, суммарного испарения, суммарного климатического стока, суммарных влагозапасов на водосборах, дефицитов водопотребления растений и др. При этом, все воднобалансовые характеристики изменяются в естественных условиях в закономерной череде лет (гидрологические циклы) в среднем за год в широком диапазоне: максимально возможное испарение от 658 до 947мм, атмосферные осадки от 450 до 886мм, суммарное испарение от 403 до 698мм, суммарный климатический сток от 29 до 203мм, почвенные влагозапасы от 127 до 173мм (на дерново - подзолистых песчаных почвах), суммарные влагозапасы на водосборах от 450 до 885мм, дефициты (избытки) водопотребления естественного растительного покрова: от 3000 м³/га (сброс почвенной влаги при осушении) до 2250 м³/га (подача оросительной воды).

При стихийном (нерегулируемом) антропогенном воздействии на тепловоднобалансовые характеристики территории СЭЗ “Брест”, произойдет нарушение естественного процесса тепловлагомассообмена в атмосфере и на уровне деятельной поверхности речных водосборов, влекущее за собой структурные перестройки в балансовых уравнениях. Следует ожидать радикальных отклонений в естественных гидрологических циклах водности малых рек в СЭЗ “Брест”, включая сопредельные территории. Диапазон (размах) этих влияний соизмерим с естественными колебаниями тепловоднобалансовых характеристик, установленными нами и охарактеризованными выше. Однако, экологическую опасность представляют не сами колебания тепловоднобалансовых характеристик, а их несогласованность с природными циклами и антагонизмы, изначально заложенные в природных и антропогенных процессах. Заблаговременное количественное описание результатов воздействия хозяйственной деятельности в СЭЗ “Брест” на гидросферу, с ее естественными тепловлагоресурсами, возможно лишь с использованием статистических подходов на эвристическом уровне. Действительная картина этих воздействий должна отслеживаться оперативно в рамках мониторинга и аудирования состояния окружающей Среды СЭЗ “Брест”.

Результаты предварительной прогнозной оценки изменения гидрологического режима рек и водного баланса территории, осваиваемой под СЭЗ “Брест”, позволяют сделать следующее заключение:

1. Гидрометеорологическая и гидрометрическая сеть на территории проектируемой СЭЗ “Брест” не развиты, экспериментальные данные, практически, отсутствуют, что диктует необходимость незамедлительного создания опорной сети наблюдений и разработки региональных методик гидрологических, тепловоднобалансовых и эколого - технических расчетов и прогнозов.

2. Исходя из особенностей циркуляционных процессов, переноса влаги, метеоров и кислорода в атмосфере, тепловлагомассообмена на уровне подстилающей поверхности и непосредственной близости г.Бреста, наиболее оптимальным и единым центром расположения СЭЗ “Брест” является условная точка, находящаяся, примерно, в 10 км на северо - запад от запланированного на настоящее время ее местоположения.

3. Территория СЭЗ “Брест” должна, в основном, ограничиваться правобережьем р.Лесная, которая является естественной дренажной и природоохранной объектом первоочередной важности. Застройку левобережья р.Лесная можно осуществлять восточнее ж.д. Брест - Белосток.

4. Гидрогеологический комплекс междуречья Лесной, Мухавца и Западного Буга (примерно до ж.д. Брест - Белосток) имеет специфическую (динамичную) структуру, запасы подземных вод на данном ограниченном участке водосбора формируются не столько режимом выпадения здесь атмосферных осадков, а в процессах питания водоносных транзитными русловыми и подрусловыми водами (в пик половодья) и частичной разгрузки грунтовых вод в русла рек (в межень). В режиме подземных вод междуречья негативно отражаются результаты хозяйственной деятельности, в целом, на площади водосборов рек Лесная, Мухавец, Западный Буг. С целью достоверной оценки запасов подземных вод на данной территории, необходимо провести экспериментальные работы, связанные с моделированием ее гидрогеологического режима и гидрологического (включая уровенный) режима рек - Западного Буга, Лесной, Мухавца. Данная территория должна эксплуатироваться в режиме гидролога - гидрогеологического заповедника.

5. Проблемы водоснабжения СЭЗ “Брест” должны решаться при условии многолетнего регулирования стока р.Лесная и использования подземных вод правобережной части ее водосбора. Для решения проблем водоотведения потребуются строительство очистных сооружений в СЭЗ “Брест”.

6. Необходимо исключить использование р.Мухавец в качестве водисточника - водоприемника предприятий СЭЗ “Брест” и строительство производственных объектов на его водосборной площади выше г.Бреста (по течению реки).

7. Разработать и внедрить в хозяйственную практику в течение 1...2 лет (ИСС) “Мониторинг и аудирование состояния окружающей Среды СЭЗ -Брест”.

1.5 Минимизация и преодоление последствий Чернобыльской катастрофы в Беларуси

Последствия Чернобыльской катастрофы радикально воздействуют на все сферы жизнедеятельности людей в пострадавших регионах и в государстве, в целом. Поэтому, преодоление последствий катастрофы нельзя замыкать лишь на мерах радиационной защиты. Принятые в Республике Беларусь законы, другие нормативные акты сориентировали политику государства на защиту здоровья пострадавших людей, обеспечение надлежащих условий жизнедеятельности населения, проживающего на загрязненных территориях, на минимизацию и преодоление социально-психологических, экономических и экологических последствий катастрофы. Накопленные, более чем за десятилетие, научно-практические материалы по результатам радиационного воздействия на живую природу и человека дают возможность обосновать и эффективно реализовать адекватные меры по снижению, в дальнейшем, отрицательных последствий этого воздействия.

1.5.1 Радиозкологические последствия Чернобыльской катастрофы

В соответствии со статьей 40 Закона Республики Беларусь "О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС", общая оценка радиационной обстановки (радиационный мониторинг) и методическое руководство этим процессом осуществляются Комитетом по гидрометеорологии Министерства по чрезвычайным ситуациям и защите населения от последствий катастрофы (рис.1.10). Первые карты радиационной обстановки составлены уже в июне 1986 года. В последующем, карты содержания цезия - 137, стронция - 90 и изотопов плутония в почве издавались каждые три года. В июле 1990 года территория Беларуси объявлена, Верховным Советом, зоной экологического бедствия. Основной вклад в загрязнение природной Среды и формирование дозовых нагрузок на население на начальном этапе оказали цезий - 137 (период полураспада 30 лет), стронций - 90 (29 лет), плутоний - 238 (88 лет), плутоний - 239 ($2,4 \times 10^4$ лет), плутоний - 240 (6537 лет), плутоний - 241 (14,4 года), цезий - 134 (2 года), церий - 144 (284 дня), рутений - 106 (368 суток), йод - 131, -132, - 133, - 135 (до 8 суток), лантан - 140 (40 часов), нептуний - 239 (2 суток), барий - 140 (13 суток), молибден - 99 (66 часов), стронций - 89 (50 суток) и другие радионуклиды (до 20 видов) с более короткими периодами полураспада. Радиоактивному загрязнению, с уровнем, превышающим 37 Бк/кв.м по цезию - 137, подверглось 23% территории Беларуси. Радиоактивное загрязнение почвы, воздуха, водных систем, флоры, фауны и других экосистем различными радионуклидами зарегистрировано на расстоянии десятка тысяч километров от ЧАЭС. Для изучения поведения радионуклидов в различных экосистемах, выработки методик их прогнозов в Беларуси организованы фундаментальные научные исследования, а также действует сеть постоянного мониторинга воздушной Среды на 181-ной реперной площадке. В настоящее время, действует 31 постоянный пост мониторинга воздушной Среды, 24 створа оценки поверхностных вод рек, 85 скважин для исследования подземных вод; 54 гидрометеостанции ежедневно измеряют мощность экспозиционной дозы гамма - излучения.

Формирование радиоактивного загрязнения территории Беларуси началось сразу же после взрыва реактора. Уровни радиоактивного загрязнения короткоживущими радионуклидами йода во многих регионах были настолько велики, что вызванное ими облучение миллионов людей квалифицируется специалистами как период "йодного удара". Плотность загрязнения территории Беларуси йодом - 131 к 10 мая 1986 года (по данным реконструкции) колебалась в пределах 185...37000 и более кБк/кв.м. В апреле - мае 1986 года наибольшие уровни выпадения йода - 131 отмечались в 10...30 - километровой зоне ЧАЭС (Брагинский, Хойникский, Наровлянский районы Гомельской области). Кроме территории Гомельской области, значительному загрязнению подверглись территории Пинского, Лунинецкого, Столинского районов Брестской области, Чериковского и Краснопольского районов Могилевской области. Большие дозы облучения йодом - 131 щитовидной железы у людей вызвали, в итоге, значительное увеличение ее патологии.

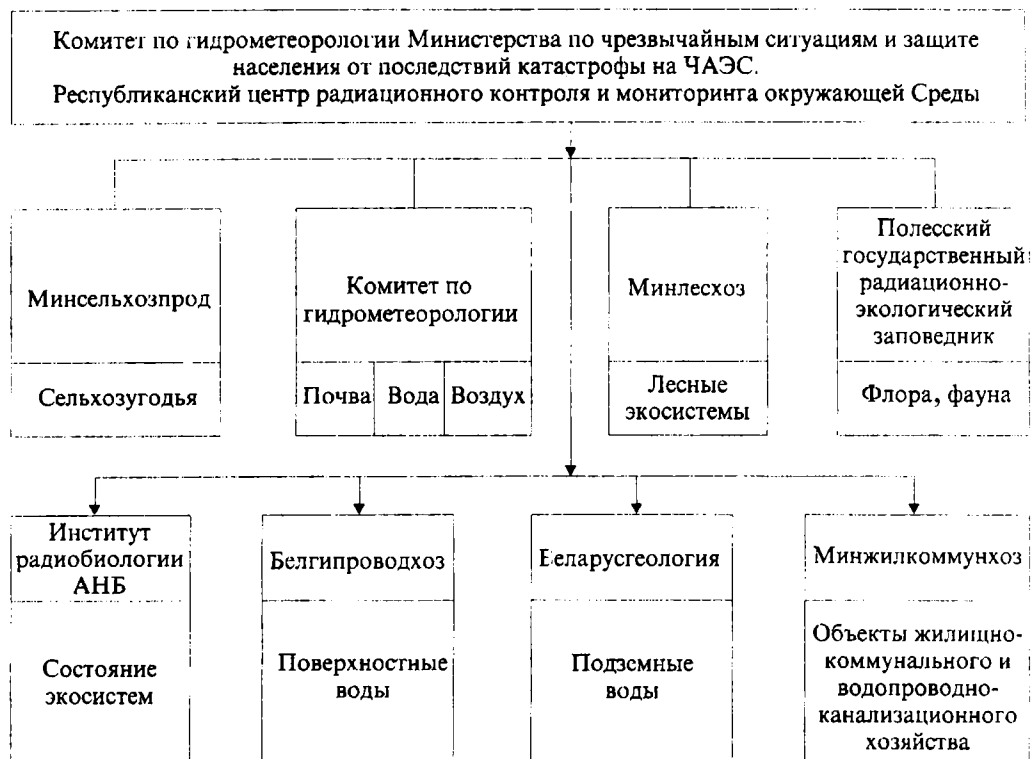


Рис. 1.10 Система мониторинга радиоактивного загрязнения природной Среды Республики Беларусь.

На здоровье людей отрицательно повлияли, кроме йода - 131 , такие короткоживущие радионуклиды, как молибден, технеций, лантан, барий, благородные газы (ксенон, криптон).

На всей территории Беларуси уровни радиоактивного загрязнения почв выше дозварийных значений и лишь в северо-западных районах Витебской области загрязнение почвы цезием - 137 сопоставимо с его глобальными выпадениями. Радионуклиды из почвы поступают в воду, воздух, а также включаются в биологические циклы миграции, создавая, тем самым, множественность путей внешнего и внутреннего облучения людей. Интенсивность миграции радионуклидов определяется ландшафтно-геохимическими особенностями территорий, типами и комплексом свойств почвенного покрова, физико-химическим состоянием выпавших радионуклидов и др.

Согласно Закону "О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению после катастрофы на Чернобыльской АЭС", территория Республики Беларусь разделена на зоны в зависимости от радиоактивного загрязнения почв радионуклидами и величины эффективной дозы (табл. 1.9).

Одновременно с зонированием территории Беларуси по уровню радиоактивного загрязнения, установлен типичный характер распределения цезия - 137, стронция - 90, плутония - 239, - 240 и америция - 241 по вертикальному профилю дерново-подзолистых почв на различном расстоянии от ЧАЭС.

Таблица 1.9 Уровень радиоактивного загрязнения и дозовые нагрузки на население по выделенным зонам Беларуси

Зона	Эквивалентная доза, мЗв/год	Плотность загрязнения, кБк/м ²		
		Cs - 137	Sr - 90	Pu - 238, - 240
Проживания с периодическим радиационным контролем	< 1	37...185 (1...5)*	5,55...18,5	0,37...0,74
Проживания с правом на отселение	< 5 > 1	185...555 (15...40)*	18,5...74,0	0,74...1,85
Последующего отселения	> 5	555...1840 (> 40)*	74...111	1,85...3,70
Первоочередного отселения		> 1840	> 111	> 3,7
Эвакуации (отчуждения)	Территория вокруг ЧАЭС, с которой в 1986 году эвакуировано население			

*) - в скобках дано значение в Ки/кв.км.

Важное практическое значение имеют следующие, установленные на практике, закономерности миграции радионуклидов:

1) цезий - 137 длительное время сохраняется, преимущественно, в верхнем (0...5 см) слое почвы, в то время как, стронций - 90 проникает в более глубокие слои почвогрунтов;

2) вертикальная миграция практически всех радионуклидов возрастает с увеличением расстояния от станции;

3) америций - 241, являясь дочерним продуктом распада плутония - 241, обладает большей, чем сам плутоний миграционной способностью.

Период полураспада в ближайшей (30...40 км от ЧАЭС) и дальней (250 км от ЧАЭС) зонах для цезия - 137 составляет, соответственно, 24...27 и 10...17 лет. Для стронция - 90 период полураспада верхнего почвенного слоя (0...5 см) для ближней и дальней зон меньше и составляет 7...12 лет.

Согласно оценкам ученых, в 2006 году содержание стронция - 90, цезия - 137 и плутония - 239, - 240 в слое 0...5 см дерново-подзолистых песчаных почв ближней зоны составит, соответственно, 30...40%, 60...70% и 90...95% их общего запаса; для дальней зоны содержание этих радионуклидов, в аналогичном (0...5 см) слое, дерново-подзолистых песчаных почв будет находиться, соответственно, в пределах 15...25%, 35...45% и 10...20%.

Таким образом, сохранится возможность включения, перечисленных выше, радионуклидов, все еще пребывающих в корнеобитаемом слое, в пищевую цепочку, хотя значительное заглубление плутония можно объяснить тем, что он, освобождаясь из разрушающихся "горячих" частиц, резко увеличивает свою миграционную способность.

Содержание радионуклидов в атмосферном воздухе Беларуси возросло в 1986 году, в связи с Чернобыльской катастрофой, в сотни тысяч раз.

В послеаварийные годы радиоактивность приземного слоя постепенно снижалась, но этот процесс всецело зависит от плотности радиоактивного загрязнения почвы, антропогенной деятельности на загрязненных территориях, пожаров, состояния подстилающей поверхности и содержания пыли в воздухе, ее удельной активности и др. Например, стихийные явления, в первую очередь лесные и торфяные пожары, способны значительно повлиять на радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха.

За 1990...1994 годы период полуочищения (уменьшения в два раза) атмосферы от плутония - 239, - 240 был, практически, одинаков во всех областных центрах Беларуси и составлял около 14,2 месяца; период полуочищения от цезия - 137 около 25 месяцев (Гомель, Могилев).

Процесс радионуклидного загрязнения рек и непроточных водоемов происходил за счет аэрозольного их выпадения на водную поверхность и смыва с водосборных площадей.

Наибольшему радиоактивному загрязнению подверглись реки бассейнов Днепра, Припяти, Сожа, меньшему - Немана, Западной Двины.

Способность речных вод к самоочищению объясняется постоянной сменой масс воды, выпадением взвешенных радиоактивных частиц на дно водоемов и, частично, процессами сорбции находящихся в растворенном состоянии радионуклидов мелкодисперсными взвешенными и донными минералами и органическими веществами. В периоды половодий высокоактивные донные осадки переводятся во взвешенное состояние, и многократно возрастает радиоактивность речных вод.

По степени радиоактивного загрязнения компоненты водных экосистем располагаются в следующем порядке: донные отложения > гидробионты > вода.

Если для воды и, в меньшей степени, взвесей характерно, со временем, уменьшение содержания цезия - 137 и стронция - 90, то в донных отложениях и водной растительности обнаруживается тенденция повышения их концентрации.

Перенос радионуклидов с водами рек постепенно затухает. За период с 1987 по 1994 год объем выноса цезия - 137 в Днепр водами реки Сож уменьшился в 20 раз.

В отличие от цезия - 137, большая часть стронция - 90 (50...99%) мигрирует в растворенном состоянии.

Сегодня, наиболее высокое содержание стронция - 90 (от 1,59 до 2,70 Бк/л) наблюдается в водах рек Брагинка, Желонь, Ротовка, Несвич, являющихся естественными дренами территорий с высокой степенью радиоактивного загрязнения. Аналогичные

(0,6...2,45 Бк/л) среднегодовые концентрации цезия - 137 наблюдаются в реках Днепр, Припять, Беседь, Сож, Ипуть.

В доаварийный период концентрации стронция - 90 и цезия - 137 в воде Припяти составляли, соответственно, 0,033...0,0185 и 0,0066 Бк/л. В первые дни после аварии суммарная бета - активность воды Припяти (у ЧАЭС) превысила 3000 Бк/л и лишь в конце мая 1996 года понизилась до 150...200 Бк/л. При этом, максимальные концентрации плутония - 239 в воде Припяти составляли 0,37 Бк/л.

Из-за ограниченного водообъема, *системы озерного типа* по уровню загрязнения, в настоящее время, находятся, практически, в равновесном состоянии при значительных сезонных колебаниях концентраций радионуклидов в их воде и биоте. Накопление радионуклидов в водной растительности с ежегодным ее отмиранием, при отсутствии стока, приводит к их аккумуляции и в донных отложениях. Поэтому, продолжает сохраняться достаточно высокий уровень содержания радионуклидов в компонентах водных систем закрытого типа.

Выведенные из антропогенного процесса, озерные водные системы интенсивно зарастают, что способствует очищению воды от цезия - 137 и стронция - 90, но приводит к повышению радиоактивности донных отложений.

В будущем загрязнение поверхностных вод будет идти за счет поступления радионуклидов с водосборных площадей, их дальнего руслового переноса, а также в связи с биологическим круговоротом в водных системах.

В силу этих причин и распада радионуклидов, плотность радиоактивного загрязнения водотоков, а также водосборов будет постепенно снижаться.

При выносе цезия - 137 и стронция - 90 из прибрежных ландшафтов, будут возрастать различия их поступления в открытые водоемы за счет большей подвижности стронция. При обильных дождях, половодьях и паводках могут активизироваться процессы вторичного переноса радионуклидов вниз по течению и на менее загрязненные прибрежные территории. Замкнутые и слабопроточные системы озерного типа продолжают аккумуляцию стока радионуклидов с близлежащих территорий.

Однако, удельные активности поверхностных вод постепенно стабилизируются при их существенных колебаниях в экстремальные периоды (засухи, весенние и летне-осенние дождевые паводки).

В настоящее время, прослеживается четкая *зависимость между плотностью загрязнения и содержанием радионуклидов в грунтовых водах первого от поверхности горизонта*. Концентрация радионуклидов цезия - 137 и стронция - 90 в подземных водах увеличивается при возрастании плотности загрязнения почв и зависит от мощности слоя, состава зоны аэрации и ряда других факторов. До Чернобыльской катастрофы, удельные активности подземных вод по цезию - 137 и стронцию - 90 повсеместно составляли тысячные доли Бк/л. После аварии на ЧАЭС, в Нижне-Припятской зоне, при плотности загрязнения территории более 1480 кБк/кв.м, удельная активность грунтовых вод достигала

ла 3,0 Бк/л по цезию - 137 и 0,7 Бк/л - по стронцию - 90 (до катастрофы, соответственно, $3,7 \times 10^{-4} \dots 3,7 \times 10^{-3}$ Бк/л).

Около 25% *лесных угодий* (1,73 млн.га), в целом на территории Беларуси, оказалось в *зоне радиоактивного загрязнения*. Причем, около 80% радиоактивных частиц сразу было задержано надземными частями древесно-кустарниковой растительности и до 20% - осело на почвенном покрове. В дальнейшем (к августу 1986 года), в надземной фитомассе сконцентрировалось до 15% общего количества выпавших радионуклидов. С 1988 года, наряду с самоочищением крон, усилился процесс корневого поступления в надземную фитомассу радионуклидов цезия - 137 и стронция - 90, хотя, в настоящее время, в зависимости от возраста и густоты леса, породы деревьев и условий произрастания, в их надземной части сосредоточено 5...7% радионуклидов. Прогнозы указывают на то, что загрязнение леса будет нарастать и, в основном, за счет корневого поступления радионуклидов.

Травянистые растения в различных почвенно-ландшафтных и гидролого - климатических условиях по - разному накапливают радионуклиды. Семейства осоковых, щавелевых, бобовых, злаковых растений - типичных представителей лугово - болотных ландшафтов, обладают наибольшей способностью аккумулировать радионуклиды.

Из пищевой продукции леса наиболее загрязнены грибы и ягоды (черника, клюква, земляника), в которых содержание цезия - 137 выше допустимых нормативов (3700 Бк/кг- для грибов сушеных; 185 Бк/кг - для ягод) даже на территориях с незначительной плотностью загрязнения почвы. Подобное положение сохранится и в последующие 30...40 лет. Даже при небольшой плотности загрязнения хвойных лесов цезием - 137 (1000...1500 кБк/м), семенной материал в два раза чаще подвергается мутациям, а при более высокой (3700 кБк/кв.м) плотности загрязнения почв цезием - 137 отмечаются аномалии (радиоморфозы) в росте и развитии травянистых и кустарниковых видов. Виды аномалий самые разнообразные: искривление и опухолевые утолщения стеблей, асимметрия и курчавость листьев, усиление роста боковых побегов, карликовость и гигантизм, кустистость. У растений обнаружены также нарушения на клеточном уровне, например, разрывы хромосом. Биологический мониторинг свидетельствует о том, что, в целом, растительные комплексы относительно устойчивы к радиационному воздействию и подавляющее большинство видов растений не претерпело существенных изменений. Несмотря на отсутствие заметных нарушений на популяционном и экосистемном уровнях в растительных сообществах, нельзя исключить возможность появления изменений в фитоценозах в сторону преобладания наиболее радиорезистентных видов.

В настоящее время наблюдается *тенденция к стабилизации содержания радионуклидов в организме животных*; наиболее высокие их уровни у представителей различных видов фауны обнаруживались в первый год после аварии.

Резкое снижение содержания радионуклидов в живых организмах (в 5...10 раз) произошло в 1987 году. Обитание животных в загрязненных радионуклидами биоцено-

зах пока не привело к заметным радиационным эффектам на популяционном уровне. Однако, у почвенных беспозвоночных изменилась формула крови при увеличении доли мертвых клеток, числа цитологических и морфологических нарушений. У рыб отмечены нарушения процессов роста и развития половых клеток и их структур. Генетические изменения отмечаются у отдельных видов земноводных и пресмыкающихся, выражающиеся в повышении частоты аберрантных клеток. Стало заметным замедление созревания молодняка и снижение интенсивности размножения европейской рыжей полевки. Выполненный учеными анализ демографических показателей других видов животных, также указывает на нарушение соотношения полов, снижение воспроизводства и другие изменения.

Значительно изменилась структура видов, а также численность птиц и охотничье - промысловых млекопитающих на загрязненных территориях после прекращения на них хозяйственной деятельности.

Фауна и численность паразитов диких птиц, мелких млекопитающих, обитателей их гнезд и кровососущих двукрылых насекомых в загрязненных радионуклидами районах богаче, чем на сопредельных территориях.

Неизбежно накопление негативного генетического груза в популяциях и сообществах, практически, всех видов животных. Максимальные изменения возможны на территориях, активно эксплуатировавшихся человеком до аварии: в населенных пунктах, на сельскохозяйственных землях, включая мелиорированные угодья.

Таким образом, *радиационно-экологическая обстановка, после аварии на Чернобыльской АЭС, весьма сложная* при неоднородном загрязнении территории Беларуси альфа-, бета -, и гамма - излучающими радионуклидами с различными периодами полураспада, наличием радионуклидов, практически, во всех компонентах экосистем и вовлечением их в геохимические и трофические циклы миграции. Множественность возможных путей внешнего и внутреннего облучения людей чревата огромным риском для их здоровья. Естественный радиоактивный распад, трансформация форм существования и миграции радионуклидов будут и впредь определять радиационную обстановку в Беларуси. Прогнозная оценка изменений флоры и фауны, особенно на молекулярно-клеточном и организменном уровнях, а также и на менее выраженных - популяционном и экосистемном уровнях, невозможна без углубленного изучения динамики радиационной обстановки, поведения радионуклидов в почве, воде, воздухе, процессов включения радионуклидов в пищевые цепочки, накопления в растительных и животных организмах при комплексной оценке биологических "эффектов".

1.5.2 Экономический ущерб, нанесенный Чернобыльской катастрофой

Чернобыльская катастрофа нанесла огромный урон всем сферам жизнедеятельности человека - производству, экономике, в целом, науке, культуре, подорвала систему медицинского обеспечения и социальной защиты населения. *Экономический ущерб в*

расчете на 30-летний период оценивается в 235,4 млрд. долларов США, что *соответствует 32-м бюджетам Беларуси 1985 года*. Потери носят глобальный характер и связаны с: ухудшением здоровья населения; ущербом, нанесенным промышленности, социальной сфере, сельскому хозяйству, строительному комплексу, транспорту и связи, жилищно-коммунальному хозяйству; загрязнением водных, земельных, лесных, минерально-сырьевых и других ресурсов. Кроме того, потребовались дополнительные затраты, на осуществление мер по минимизации и ликвидации последствий катастрофы, обеспечению безопасных условий жизнедеятельности населения.

В структуре общего ущерба за 1986...2015 годы наибольшая доля (81,6%) затрат будет связана с поддержанием функционирования производства и реализацией защитных мер (191,7 млрд. долларов США); прямые и косвенные потери составят 30,0 млрд. долларов (12,6%), упущенная выгода - 13,7 млрд. долларов (5,8%).

Однако, полной и окончательной оценки медико-биологических, социальных и экологических последствий Чернобыльской катастрофы пока нет из-за отсутствия надежных методик и мирового опыта подобных расчетов. Кроме того, экономический кризис в стране усугубил социально-экономическую ситуацию на радиоактивно загрязненных территориях.

При очевидном дефиците государственного бюджета, на преодоление последствий катастрофы ежегодно направляется, в среднем, около 10% бюджетных средств: 1991 год - 16,8%, 1992 год - 12,6%, 1993 год - 9,6%, 1994 год - 6,9%, 1995 год -- 7,3%. Выплаты специальных пособий и компенсаций населению составляют 30...40% от всей суммы расходов по программе ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы. Несмотря на предпринимаемые государственные меры, этих средств недостаточно, поэтому, все актуальнее становится задача привлечения целевым порядком средств предприятий, местных бюджетов, внебюджетных фондов, а также зарубежных инвесторов.

Начиная с первых дней после аварии, Правительством Беларуси проводятся мероприятия, направленные на непрерывную и достоверную оценку радиационной обстановки, обследование, защиту населения, совершенствование принципов расчета уровней внешнего и внутреннего радиоактивного облучения человека. Только с 5 мая по 9 декабря 1986 года Правительством Беларуси было принято 32 нормативных документа, направленных на проведение защитных мероприятий на загрязненных территориях. Для ограничения дозы внутреннего облучения были введены временные допустимые уровни загрязнения продуктов питания и воды изотопами цезия (ВДУ- 88). В октябре 1989 года была принята доработанная Государственная программа преодоления в Белорусской ССР последствий аварии на Чернобыльской АЭС на 1990...1995 годы и до 2000 года. В основу Программы было включено:

- осуществление комплекса мер по максимальному снижению дозы радиоактивного облучения;
- обеспечение сохранности здоровья людей за счет медицинской профилактики,

оздоровления, социального обеспечения и отселения из населенных пунктов, в которых не соблюдаются критерии безопасного проживания;

- создание безопасных для здоровья человека условий жизнедеятельности в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению;
- повышение качества жизни населения загрязненных районов;
- научное исследование проблем, связанных с радиационным воздействием на экосистемы, и др.

После утверждения в апреле 1990 года Государственной союзно - республиканской программы неотложных мер на 1990...1992 годы по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, Президиум Совета Министров Белоруссии 28 июля 1992 года одобрил Государственную программу по преодолению в Республике Беларусь последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 1993...1995 годы и на период до 2000 года. Кроме того, Кабинетом Министров Республики Беларусь принята аналогичная Государственная программа на 1996...2000 годы. В 1991 году Верховным Советом Республики Беларусь были приняты Законы "О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС" и "О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС". *Законодательно определены понятия национального радиационного экологического бедствия, территории радиоактивного загрязнения, радиационно - опасных земель, земель отчуждения, земель ограниченного хозяйственного использования и др.*

С 1994 года в Беларуси функционирует Министерство по чрезвычайным ситуациям и защите населения от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, основной задачей которого является реализация государственной политики в области защиты населения, координация и контроль деятельности Министерств и других центральных органов управления на направлениях, определенных Государственной программой. В Беларуси созданы и ведутся банки данных радиоактивного загрязнения продуктов питания, продовольственного сырья, территорий, сельхозугодий и лесных массивов, водных ресурсов и других объектов.

Разработанные, к настоящему времени, международные Чернобыльские программы реализуются не в полном объеме, а принятые меры по формированию международного атомного права не защищают интересы людей и государств, которые могут пострадать от ядерных инцидентов, происходящих вне их границ.

1.5.3 Медицинские и социально-психологические проблемы, связанные с Чернобыльской катастрофой

Для обеспечения непрерывного контроля за состоянием здоровья более двух миллионов человек (ликвидаторов, граждан, проживающих на загрязненных территориях, и отселенных с них людей) в Беларуси реализуется специальная система медицинского обеспечения пострадавших. В системе задействованы территориальные лечебно -

профилактические учреждения, специальные выездные врачебные бригады, медицинский персонал, работающий на загрязненных территориях вахтовым методом, специализированные организации, службы республиканского и областного уровней, а также научно-исследовательские институты. Консультативную, специализированную лечебную, организационно - методическую помощь им оказывает НИИ радиационной медицины Минздрава Беларуси (г.Минск) с филиалами в Гомеле, Могилеве, Витебске. Диспансерными осмотрами охвачены, практически, все дети и взрослое население. Министерством здравоохранения выполнена трудоемкая работа по созданию "Каталога доз облучения жителей по населенным пунктам", как основы в принятии решений по проведению в них защитных мероприятий.

За 1986...1994 годы по Программе преодоления последствий катастрофы на ЧАЭС построено 295 объектов здравоохранения на 4858 коек и 22587 посещений в смену, проводится перепрофилирование ряда структурных подразделений лечебно-профилактических учреждений, создаются новые специализированные отделения. В соответствии с дозовыми нагрузками на население и уровнем загрязнения радионуклидами мест проживания и работы, осуществляются меры социальной защиты пострадавшего населения.

Лицам, ставшим инвалидами вследствие аварии на ЧАЭС, в т.ч. детям, предоставляются бесплатно лекарства и путевки на санаторно-курортное лечение и оздоровление, дополнительный оплачиваемый отпуск, денежная компенсация за ущерб здоровью и ежегодные выплаты на оздоровление, пенсионные надбавки при снижении общеустановленного пенсионного возраста. В Беларуси, в настоящее время, 600 тыс. человек, в т.ч. 512 тыс. детей и подростков, имеют право на ежегодное бесплатное оздоровление.

Меры по улучшению экономического положения пострадавшего населения включают в себя: льготы по налогообложению, получению кредитов, обеспечению жилплощадью и получению ее в собственность, проезду в общественном транспорте и оплате коммунальных услуг, надбавки к стипендиям и др. Наибольший размер компенсаций распространяется и на семьи умерших инвалидов- участников ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы.

Однако, наличная оздоровительная база и выделяемые средства (до 40% от затрат на ликвидацию последствий Чернобыльской катастрофы) не позволяют проводить лечение и оздоровление пострадавших людей в полном объеме. Поэтому, уже введено в эксплуатацию здравниц на 2123 места, в 1995...2000 годах запланировано дополнительно ввести в действие еще 7029 мест в оздоровительных учреждениях.

Эффективную помощь Беларуси в оздоровлении детей оказывают страны Западной Европы и дальнего зарубежья. Естественно, что медицинские последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС находятся под пристальным вниманием медицинской общности всего мира. Врачей беспокоит, прежде всего, многокомпонентное и пролонгированное действие ионизирующего излучения, усугубление радиационных эффектов

социальными и психологическими факторами, а также разнообразными постчернобыльскими антропогенными воздействиями. Необходимо отметить, что детерминированные эффекты непосредственно после катастрофы были выражены не так резко, однако, анализ отдаленных медицинских и социально-психологических последствий жизненно необходим.

Наиболее значимыми в формировании дозы внешнего облучения за первый год стали изотопы цезия - 137, - 134; рутения - 103, - 106; теллура - 132; циркония - 95; ниобия - 95; бария - 140; лантана - 140. Сразу после катастрофы, лучевую нагрузку на щитовидную железу формировали радионуклиды йода - 131, - 132, - 133, - 135, а также другие короткоживущие радионуклиды.

Коллективная доза внешнего облучения щитовидной железы у жителей Беларуси составила 500...700 тыс. чел.-Гр (Грей). Например, на Украине она достигает, соответственно, 400...600 тыс. чел.-Гр.

В коллективную дозу внутреннего облучения жителей Беларуси внесли весомый вклад зоны с малой плотностью загрязнения, которые и являются регионами повышенного риска заболеваемости (загрязнение цезием - 137 в пределах 37...185 кБк/кв.м). Максимальные дозы облучения всего тела наблюдаются у участников ликвидации последствий аварии (ЛПА): 50...100мЗв - 30%, 100...250мЗв - 47%, 250...500 мЗв - 7,3% участников ЛПА. Аналогичные дозы облучения получили жители (в том числе дети), эвакуированные из 30-километровой зоны ЧАЭС в 1986 г.

В настоящее время, в целом, структуру городского населения Беларуси, а также Гомельской и Могилевской областей, можно характеризовать как прогрессивную, сельского населения - как регрессивную, так как численность жителей пожилого возраста превышает численность детей. С 1992 года в Беларуси стала возрастать младенческая смертность, как и число бесплодных браков, и невынашиваний беременности. С 1986 по 1994 год снизилась рождаемость (на 37,4%) и увеличилась смертность (на 29,9%) населения. Эта тенденция резко выражена на загрязненных территориях Гомельской и Могилевской областей.

Согласно национальному докладу "Последствия Чернобыльской катастрофы в Республике Беларусь" [38], где используются материалы Министерства по чрезвычайным ситуациям и защите от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, в послеаварийный период у пострадавшего населения имеет место более значимый, по сравнению с республиканскими показателями, рост заболеваемости, практически, по всем классам болезней, и, в первую очередь, пищеварительной, сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной, мочеполовой систем, болезней уха, горла, носа, как среди взрослого, так и детского населения. Все более ухудшается здоровье у детей и подростков, постоянно проживающих на радиоактивно загрязненных территориях, особенно, при длительном и значительном накоплении в организме долгоживущих радионуклидов - цезия - 137 и стронция - 90. Ухудшается состояние здоровья ликвидаторов и эвакуированных из зон

отчуждения, т.е. людей, получивших ранее значительные лучевые нагрузки на весь организм. У них отмечен рост заболеваний эндокринной, сердечно-сосудистой, нервной системы и др. В стране регистрируется значительный рост заболеваемости раком щитовидной железы у детей и подростков, особенно, в Гомельской и Брестской областях. Повышенные дозовые нагрузки на щитовидную железу обусловлены интенсивным поступлением в атмосферу радионуклидов йода в первый период после аварии, зобной эндемией, неправильно проведенной йодной профилактикой и др. В Гомельской области, на территориях с высоким уровнем загрязнения радионуклидами, наблюдается выраженное увеличение онкологической заболеваемости населения (рак легких, молочной железы, мочевого пузыря, почки и др.)

Люди, подвергшиеся радиационному облучению, имеют пониженный уровень психической адаптации, из-за неуверенности в себе, неустойчивости самооценок и пессимистической оценки будущего. Специфические особенности психогенных расстройств, вызванных катастрофой и ее последствиями, детерминированы следующими причинами:

- комплексным характером воздействия различных факторов;
- недостаточным знанием эффектов радиации;
- постоянно существующим опасением за здоровье и благополучие свое и близких, особенно, детей;
- резким изменением жизненного стереотипа (вынужденное переселение, ломка устоявшегося уклада жизни, изменение места и содержания работы и т.п.);
- необходимостью постоянного соблюдения мер предосторожности и профилактических медосмотров;
- сужением возможности социально-профессионального самоопределения, особенно, у молодежи;
- познавательным диссонансом, связанным с разноречивой информацией как о реальной радиационной обстановке, так и о возможных ее негативных последствиях и др.

Специалисты отмечают кумулятивный характер психогенных явлений и расширяющийся характер опасного синдрома (в 1987 году ему было подвержено 48% обследованных, в 1991 - 54%, в 1995 - 74%).

При массовом социально-радиологическом стрессе возможно становление нескольких видов адаптационных синдромов:

- повышенную соматизацию тревожных ожиданий ("бегство в болезнь");
- обесценивание потребностей (социально-психологическая апатия);
- фиксацию на неприятных травмирующих переживаниях (крайний ее случай - синдром безысходности).

Подобные адаптационные синдромы наблюдаются у большинства населения (62,6...74%) пострадавших районов.

Последствия ядерной катастрофы негативно воздействуют на человека, начиная с

внутриутробного состояния, и, видимо, на протяжении всей его жизни, ибо спустя 11 лет после аварии на ЧАЭС все еще очень высока распространенность дезадаптационных форм поведения людей.

1.5.4. Радиационная обстановка и защитные меры на сельскохозяйственных угодьях

Из сельскохозяйственного оборота в Беларуси исключено 2,65 тыс.кв.км угодий, имеющих плотность загрязнения цезием - 137 выше 1480 кБк/м², стронцием - 90 - более 111 кБк/м², плутонием - выше 3,7 кБк/м².

Вообще, радиоактивному загрязнению, с плотностью выше 37 кБк/м² по цезию - 137, подверглось более 18 тыс. км² сельскохозяйственных земель. В настоящее время в сельскохозяйственном обороте используется 13,6 тыс.км² земель, загрязненных цезием - 137 с плотностью 37...1480 кБк/м², из которых 4,78 тыс.км² одновременно загрязнено и стронцием - 90 (11...111 кБк/м²). В сложнейших условиях ведется сельскохозяйственное производство на землях, загрязненных цезием - 137 плотностью 185...1480 кБк/м² (4,20 тыс.км²), часть площадей из которых (1,13 тыс.км²) загрязнена также стронцием - 90 с плотностью 37...111 кБк/м². Из общей (100%) площади загрязненных пахотных земель и луговых угодий на отдельные области Беларуси приходится: Гомельскую - 66, Могилевскую - 24, Брестскую - 4,5, Гродненскую - 3,0, Минскую - 2,5 процента. На необрабатываемых землях радионуклиды сосредоточены, в основном, в верхней части корнеобитаемого слоя почвы, а на обрабатываемых - распределены, сравнительно равномерно, по глубине пахотного горизонта, известно также, что вертикальная миграция в почве цезия - 137 и стронция -90 протекает медленно, ее вклад в самоочищение почв, практически, не ощутим.

При этом, могут быть развиты процессы локального вторичного загрязнения территорий за счет горизонтальной миграции радионуклидов в связи с ветровой и водной эрозией легких почв, на различных элементах рельефа, а также в зависимости от естественного режима увлажнения сельскохозяйственных угодий.

Доступность радионуклидов растениям и уровень загрязнения продукции зависят от прочности закрепления цезия - 137 и стронция - 90 в почве, которая оценивается различными вытяжками и коэффициентами их перехода из почвы в растения (уточняемыми с течением времени). Так, переход в зерновые культуры и сено многолетних трав цезия - 137 в среднем за 1992...1994 годы, по сравнению с периодом - 1986...1988 годы, уменьшился в 2...4 раза, а стронция - 90 - повысился на 7...11%. Переход радионуклидов существенно зависит от межвидовых особенностей сельскохозяйственных культур. Так, накопление цезия - 137 по видам растений (в расчете на сухое вещество) может различаться до 180 раз , а накопление стронция - 90 - до 30 раз при одинаковой плотности загрязнения им почв.

В сельскохозяйственном производстве на загрязненных землях важно учитывать и

сортовые различия в накоплении радионуклидов (1,5...3 раза).

Исходя из того, что, после распада короткоживущих радионуклидов, внутренняя составляющая дозовой нагрузки на человека определяется, преимущественно, содержанием цезия - 137 и стронция - 90 в продуктах питания, на загрязненных землях необходимо применять комплекс специальных защитных мероприятий по снижению концентрации радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.

Прежде всего, *совершенствование* принципов проектирования *севооборотов* в зависимости от уровня и характера загрязнения почв радионуклидами. Сегодня, по *накоплению радиоцезия* на единицу сухого вещества, установлен следующий *убывающий ряд*: разнотравье естественных сенокосов и пастбищ, люпин, многолетние злаковые травы, клевер, зелёная масса рапса, гороха, солома овса, зеленая масса кукурузы, кормовая свекла, зеленая масса однолетних бобово - злаковых травосмесей, солома озимой ржи, зерно овса, картофель, солома ячменя, зерно озимой ржи, зерно ячменя.

По *содержанию стронция 90* в сухом веществе растений, соответственно: клевер, зеленая масса гороха, рапса, люпина, однолетних бобово-злаковых травосмесей, разнотравье суходольных сенокосов и пастбищ, многолетние злаковые травы, солома ячменя, зеленая масса озимой ржи, кормовая свекла, зеленая масса кукурузы, солома овса и озимой ржи, зерно ячменя, овса, озимой ржи, картофеля.

Данные закономерности поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию и сырье должны служить теоретической основой для переспециализации растениеводства на базе севооборотов.

Именно, подбор культур и их сортов с минимальным накоплением радионуклидов является наиболее доступным средством снижения поступления радионуклидов из почвы в сельскохозяйственную продукцию и сырье.

Данный прием эффективно используется хозяйствами загрязненной зоны, особенно, в овощеводстве и при возделывании столового картофеля (сортов Аксамит, Альтаир, Санта, Синтез) на землях, загрязненных стронцием.

Совершенствование системы обработки почв с целью уменьшения накопления радионуклидов в урожае, эрозионных процессов, продолжительности воздействия излучения на работающих в поле людей. Этим целям служат: глубокая вспашка, с последующей обработкой почв на меньшую глубину (без нарушения заделанного ранее загрязненного слоя); на эродированных, эрозионноопасных, уплотненных и временно избыточно увлажненных почвах - периодически выполняемые глубокое рыхление и щелевание; на угодьях (сенокосы, пастбища), где ранее запахана загрязненная дернина - перезалужение с поверхностным фрезерованием, посевом трав и прикатыванием или подсевом трав в дернину. Комплексные, и к месту примененные, мероприятия по коренному и поверхностному улучшению луговых угодий позволяют более чем вдвое уменьшить поступление радионуклидов из почвы в многолетние травы (глубокая вспашка - в 5...10 раз); применение комбинированных многооперационных сельскохозяйственных машин (агрегатов) -

на 30...40% снизить внешние дозовые нагрузки на механизаторов.

Наибольшую эффективность мероприятия по обработке почв показали на мелиорированных минеральных и торфяных почвах при их оптимальном водном режиме (при уровнях грунтовых вод - норме осушения, равной 90...120 см). Содержание радионуклидов в деятельном слое почвы резко возрастает (в 5...20 раз) при подъеме УГВ до 35...50 см от поверхности земли.

Переход радионуклидов из почвы в растения уменьшается при применении органических, минеральных удобрений, набора мелиорантов (цеолитов, бентонитов, глинистого мергеля, трепела, лингосульфатов, гуминовых препаратов, сапропели и др.), медленнодействующих удобрений (карбамида, сульфата аммония с добавками гуматов и других биологически активных компонентов), ассоциативных штаммов азотфиксирующих бактерий, микроудобрений, в основном, в виде некорневых подкормок, а также извести дифференцированно по типам почв, гранулометрическому составу, степени кислотности (РН) и плотности загрязнения почвенного покрова цезием - 137 и стронцием - 90. Их комплексное применение позволяет снизить накопление цезия - 137 и стронция - 90 в сельскохозяйственной продукции в 2...3 и более раз. Мероприятия по химической защите растений от вредителей, болезней и сорняков также способствуют снижению (на 20...40%) накопления радионуклидов в продукции. Загрязнение почвенного покрова сельскохозяйственных угодий с неизбежным переходом радионуклидов из кормов в мясо крупного рогатого скота, овец, свиней, домашней птицы и в молоко значительно усложнили ведение животноводства.

Нормативы предельно допустимого содержания радионуклидов в конкретных кормах для крупного рогатого скота, рассчитанные на основе типовых рационов кормления, приведены в табл. 1.10.

Таблица 1.10 Допустимое содержание радионуклидов в кормах для крупного рогатого скота в зависимости от производимой продукции (Бк/кг)

Продукция	Цезий - 137			Стронций - 90	
	Молоко цельное	Молоко-сырье	Мясо	Молоко цельное	Молоко-сырье
Сено	1480	1850	1850	259	1295
Солома	370	925	1110	185	925
Сенаж	740	888	1110	111	555
Силос	296	851	555	56	278
Корнеклубнеплоды	370	888	370	37	185
Зерно	370	888	592	111	555
Зеленая масса	185	703	296	37	185

Исходя из сложившейся радиологической ситуации, потребовалось технологическое разделение кормов в зависимости от степени их загрязнения радионуклидами и возможности получения продукции с определенными качествами, а также рациональная

схема выращивания молодняка и откорма крупного рогатого скота.

На первых стадиях откорма возможно выращивание молодняка на травянистых и грубых кормах с повышенным содержанием радионуклидов, на заключительной - содержание животных (2...3 месяца до убоя) на чистых кормах или с низким содержанием радиоцезия (кукурузный силос или зеленая масса кукурузы и концентраты).

Для планирования работ и повышения эффективности защитных мероприятий, на радиоактивно загрязненных землях необходимо осуществлять разностороннее прогнозирование качества конечной продукции, основанное на коэффициентах перехода радионуклидов в урожай различных культур и типовых рационах кормления животных.

Уже сегодня ясно, что производство кормов в зоне загрязнения (на территории Беларуси) для дойного стада с целью получения цельного молока с допустимым содержанием радионуклидов возможно на 86,6% пахотных земель, 75,5% - улучшенных сенокосов и пастбищ и 36,3% - естественных луговых угодий. На остальной части загрязненных сельскохозяйственных угодий, в настоящее время, можно производить корма только для получения в животноводстве мяса и молока - сырья. В данном случае, все зависит от тенденций в процессах накопления в них радионуклидов. Однако, весьма эффективным может оказаться введение в рацион мясных животных цезийсвязывающих препаратов на основе берлинской лазури.

Практически, в проведении защитных мероприятий на радиоактивно загрязненных землях можно выделить два этапа: первый - 1986...1991 годы, второй - с 1992 года по настоящее время. Для первого этапа характерным явилось исключение из пользования сельскохозяйственных земель и их севооборотов - культур, интенсивно накапливающих радионуклиды. Кроме того, проведены осушительные мероприятия, известкование кислых почв, залужение и перезалужение сенокосов и пастбищ, внесены повышенные дозы фосфорных и калийных удобрений. Все это снизило поступление радиоцезия в сельскохозяйственную продукцию в среднем в 4 раза, радиостронция - вдвое. Второй этап связан с детально ориентированными контрмерами в сельском хозяйстве, с учетом особенностей каждого поля и животноводческой фермы.

При этом, используются приемы уменьшения загрязнения растениеводческой продукции за счет регулирования минерального питания, применения бактериальных препаратов и новых форм удобрений. В животноводстве - осуществляется технологическое разделение кормов в зависимости от степени их загрязнения радионуклидами, норм - рационов кормления животных с использованием кормовых добавок, снижающих содержание радионуклидов в молоке.

По одиннадцати наиболее загрязненным административным районам реализуются программы ведения сельскохозяйственного производства с целью снижения в 1,8...2 раза поступления радионуклидов в пищевую цепочку. В последние годы осуществляется как бы приоритетное финансирование сельскохозяйственных защитных мер Министерством по чрезвычайным ситуациям и защите населения от последствий катастрофы на ЧАЭС.

Однако, экономический кризис привел к снижению на 70% в 1993...1995 годах объемов целевого финансирования и обострил последствия Чернобыльской катастрофы в Беларуси. Сельскохозяйственная продукция становится неконкурентноспособной, резко снижается урожайность всех сельскохозяйственных культур и производство зерна, картофеля и зеленых кормов на луговых угодьях и, как следствие, - производство молока и мяса.

Поэтому, усилилась значимость экономического обоснования приоритета защитных мер, охраны, поддержания и повышения плодородия почв при снижении себестоимости и повышении качества производимой сельскохозяйственной продукции.

Для уменьшения дозовых нагрузок на население, с одновременным производством конкурентоспособной продукции, необходимо решить ряд экономических и технических проблем, обеспечивающих возделывание на загрязненных землях технических культур - рапса, подсолнечника, сахарной свеклы, создание мощностей по переработке маслических культур на технические цели, картофеля и зерна - на крахмал и спирт.

Эти проблемы без расширения международного сотрудничества и соответствующих инвестиций в сжатые сроки не решить.

Определенного *смягчения радиационной обстановки* на загрязненных территориях удалось достичь *в результате дезактивационных работ*. В 1986...1989 годах проводилась массовая дезактивация населенных пунктов силами инженерных войск и гражданской обороны. Дезактивировано около 500 населенных пунктов вне 30-километровой зоны, в 60% из них работы повторялись многократно (2-3 раза). С 1989 года дезактивационные работы сокращены, вместо них, в качестве защитной меры, проводилось отселение.

На наиболее важных, с точки зрения жизнеобеспечения, объектах и территориях (детские, лечебные и оздоровительные учреждения, школы, места массового пребывания людей, предприятия пищевой промышленности и другие производственные объекты, локальные участки в населенных пунктах с аномально высоким радиоактивным загрязнением) - дезактивационные работы проводятся до настоящего времени.

Особое внимание в Беларуси уделено формированию принципов и стратегии содержания территорий, загрязненных радионуклидами (двум основным районам - зоне отчуждения и зоне отселения - первоочередного и последующего). Зона отчуждения представляет собой компактную территорию площадью 1,7 тыс. кв. км, из которой в 1986 году было эвакуировано население и создан на всей территории Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ).

На территориях зоны отселения ведется строго ограниченная хозяйственная деятельность, связанная с поддержанием в рабочем состоянии дорог, линий электропередач и других объектов, имеющих хозяйственное значение.

Однако, для укрепления режима содержания зон отчуждения и отселения необходимо завершить решение ряда проблем:

- усовершенствовать систему практической реализации охранно-режимных меро-

приятный;

- разработать долгосрочную стратегию реабилитации загрязненных территорий;
- создать, адекватную реальным условиям, нормативно - правовую базу хозяйственной деятельности на территории радиоактивно загрязненных зон;
- обеспечить практическую сохранность историко-архитектурных памятников на территории ПГРЭЗ.

1.5.5 Территория Беларуси - зона экологического бедствия

Катастрофа на Чернобыльской атомной электростанции поставила перед Беларусью комплекс сверхсложных научно-практических проблем: экологических, медицинских, социальных, правовых, агротехнических, демографических, др. К решению этих проблем на государственном уровне привлечены все ученые и специалисты соответствующих профилей. Координация научно-исследовательских работ осуществляется научно-техническим советом и оперативной группой ученых при Президиуме Национальной Академии Наук Республики Беларусь. Правительство Беларуси создало специализированные научные учреждения, организовало подготовку кадров по важнейшим направлениям их деятельности.

Наряду с Программой комплексных исследований по проблемам ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы, создана и утверждена Программа мониторинга и прогнозирования радиационной обстановки в Беларуси.

В настоящее время в стране имеются собственные кадры и научные школы по всем основным направлениям оценки воздействия радиации на человека и окружающую Среду, по которым интенсивно ведутся, на постоянной основе, научно-исследовательские работы по проблемам:

- радиационная защита населения;
- здоровье населения, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС;
- комплексная радиационно - экологическая оценка природной Среды, условий жизнедеятельности населения;
- реабилитация загрязненных территорий;
- приборно-методическое обеспечение радиационного контроля.

Приобретенный опыт организации и реализации мер по снижению отрицательных эффектов, вызванных ядерным инцидентом, уникален, имеются позитивные результаты и перспективы для их наращивания в будущем.

Однако, минимизация и преодоление последствий радиационных катастроф подобного масштаба является сложнейшей задачей, требующей все возрастающих интеллектуальных, материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Необходимо объединение усилий всего человечества для выработки и практической реализации эффективных мер защиты от ядерных аварий и безусловного ослабления последствий Чернобыльской катастрофы.

Исходя из краткой оценки радиоэкологических, медико-биологических, экономических, социальных и других последствий Чернобыльской катастрофы, необходимо сделать однозначный вывод - территория Беларуси сегодня является зоной экологического бедствия. Согласно Национальному докладу "Последствия Чернобыльской катастрофы в Республике Беларусь" [38], можно констатировать следующее:

- Чернобыльская катастрофа привела к радиоактивному загрязнению почти четвертой части территории Беларуси, на которой проживали 2,2 млн. человек. Для них на внеплановой основе построено 68 тыс. квартир и отдельных домов, школ - на 29,5 тыс. мест, детских садов - 12,2 тыс. мест, больниц - на 1,8 тыс. коек и т.д. Ущерб от Чернобыльской катастрофы народному хозяйству Беларуси составил 32 годовых бюджета республики доаварийного периода в расчете на 30-летний период преодоления ее последствий.

- Радиационно-экологическая обстановка в Беларуси характеризуется сложностью и неоднородностью загрязнения территории различными радионуклидами и присутствием их во всех компонентах природной Среды. Это обуславливает множественность путей внешнего и внутреннего облучения населения и создает риск для его здоровья.

- Отмечается ухудшение состояния здоровья населения, как эвакуированного, так и проживающего на загрязненных территориях, с увеличением в 2...10 и более раз ряда соматических заболеваний, в том числе онкологических болезней, имеет место нарушение обменных процессов и функций ряда важнейших систем организма (иммунной, эндокринной, сердечно-сосудистой и др.) Ухудшаются демографические показатели (снижается рождаемость и увеличивается смертность).

- Загрязнение сельскохозяйственных угодий обусловило в ближней от ЧАЭС зоне невозможность их использования для производства продуктов питания. На других землях потребовалось перепрофилирование хозяйств и создание новых технологий ведения сельскохозяйственного производства, что приводит к дополнительным производственным затратам.

- Установлены нарастающие деструктивные тенденции во всех сферах жизнедеятельности людей, испытавших на себе радиационное воздействие. Требуют существенной оптимизации процессы социальной адаптации и социально-психологической поддержки населения, как проживающего на загрязненной радионуклидами территории, так и переселенного в другие районы.

Радиоактивные загрязнения природной Среды вследствие Чернобыльской ядерной катастрофы носит глобальный характер. Опыт ликвидации ее последствий наглядно показывает, что достижений мировой науки и практики явно недостаточно, а рекомендуемые меры неэффективны. В связи с этим, необходимо объединение усилий всего человечества для выработки и осуществления эффективных мер по защите от аварий и преодолению последствий ядерных катастроф.