

Экспериментальная часть работы была проведена в два этапа. Первый этап включал исследование ДНК семян и растений, подвергшихся влиянию изучаемых химических факторов. На втором этапе осуществлён анализ химического состава исследуемых образцов на наличие веществ, классифицированных IARC (International Agency for Research on Cancer) как опасные и потенциально опасные (категории 1, 2A и 2B), а так же других веществ, повреждающих ДНК, с использованием газового хроматома-спектрометра (GCMS QP-2010 Plus, Япония).

Наибольшее количество ДНК по интенсивности свечения было выделено из семян 1 группы (118% яркости свечения контрольного образца), при этом отмечались незначительные повреждения ДНК. Семена 2 и 3 групп показали недостоверные отличия с группой контроля по яркости свечения (109 и 111% соответственно), повреждений ДНК не выявлено. Образец ДНК группы 4 (снег с обочины дороги) образовал только один шмер, соответствующий низкомолекулярной фракции, который мигрировал дальше контрольного образца и был более вытянут. Высокомолекулярная фракция в данной группе не выделялась. Образец ДНК группы 5 (снег из пешеходной зоны) образовал два шмера, отличающихся яркостью свечения от контрольной группы. Концентрация ДНК больше, чем в предыду-

щем образце. Самое большое количество ДНК выделено из растений контрольной группы.

На втором этапе не было выявлено веществ, классифицированных IARC как опасные и потенциально опасные. Тем не менее, в образце группы 4 обнаружена трихлоруксусная кислота, которая может выступать в качестве повреждающего фактора структуры ДНК, уменьшая её количество. Из изученных растений выделены стероиды (прегнан), по имеющимся данным стероиды повышают риск развития онкологических заболеваний у человека. Вместе с тем, в растениях обнаружены ненасыщенные жирные кислоты, кверцетин, токоферол ацетат, являющиеся антиоксидантами и протекторами ДНК от активных форм кислорода и свободных радикалов. В представленных растительных образцах выявлены соединения кремния (силанов), обладающих повреждающим действием на геномную ДНК.

В результате проведённых исследований были сделаны следующие выводы: 1) применение удобрений и стимуляторов роста, обладающих высоким физиологическим эффектом, оказывает слабое повреждающее действие на структуру ДНК изученных растений; 2) талые воды, стекающие как с автомобильных дорог, так и с городских пешеходных зон, не оказывают заметного влияния на всхожесть растений, но снижают в них количество ДНК.

Экология и рациональное природопользование

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Тилекова Ж.Т., Тонкопий М.С.

Казахский национальный технический университет

им. К.И. Сатпаева, Алматы;

Казахский экономический университет

им. Т. Рыскулова, Алматы,

e-mail: tilek_zhanna@mail.ru

Исследования проводились на территории центрального Казахстана, которая занимает обширную котловину. Сюда входят плато Северного Прибалкашья и песчаные пустыни Южного Прибалкашья. Равнинное плато Северного Прибалкашья окаймляет котловину оз. Балкаш, средняя высота его составляет 400 – 450 м. Рельеф побережья Северного Прибалкашья представлен обособленными холмами и короткими невысокими горными цепями [1].

В регионе в пределах исследуемой территории выделяются 2 геоэкологические провинции и 4 геоэкологических анклава [2].

Первая провинция включает юго-восточную окраину Казахской складчатой страны, примыкающую к северному побережью оз. Балкаш, это Мелкосопочный, увалисто-холмистый рельеф (350 – 550 м над ур. м.). Здесь характерна полынно-солянковая растительность на серо-

бурых пустынных почвах. В межсопочных понижениях – обычные солончаки и солончаковатые такыровидные почвы под сочно-солянковой растительностью.

Вторая провинция занимает Балкаш-Алакольскую тектоническую впадину с бессточными озерами Балкаш, Алаколь, Сасыкколь. Она сложена мезо-кайнозойскими песчано-глинистыми отложениями. Они перекрыты с поверхности мощной толщей аллювиальных, озерных, эоловых четвертичных отложений. Преобладают эоловые равнины (высота 340-760 м над ур.м.), постепенно понижающиеся с юга на север к озеру Балкаш. Они заняты многочисленными песчаными массивами: Сарыесик-Атырау, Мойынкум, Таукум, Сарытаукум, Локкум и др.

Каналами распространения экологической опасности для территории Прибалкашья являются воздушные и водные потоки, играющие решающую роль в передаче изменений окружающей среды от места к месту. В качестве индикатора источника экологического риска служат атмосферные потоки загрязнения.

Трансграничные перемещения загрязняющих веществ характерны и для поверхностных вод Прибалкашья. Особенностью гидроэкологического положения Прибалкашья является водно-ресурсная зависимость района от загрязнения вод, поступающих из КНР. Главная водная артерия района р. Иле является трансграничной

водной системой. Анализ распределения трансграничного речного стока по важнейшим водным артериям позволяет отнести их к загрязненной категории [3].

Прибалкашский регион располагает крупными месторождениями полиметаллических руд, каменного угля, строительных материалов. Огромные площади земель традиционно использовались под пастбища, поэтому именно здесь располагалась родина высокопродуктивного отгонного животноводства. В настоящее время под орошаемое земледелие используется около 600 тыс. га бассейна оз. Балкаш. На долю региона приходится 16% промышленного и 13% сельскохозяйственного производства Казахстана, более 44% улова рыбы, 75% кормовых угодий. Здесь выращиваются зерновые (пшеница, кукуруза, рис), технические (сахарная свекла, табак, соя) и овощебахчевые культуры [3].

Источниками загрязнения являются, в основном, промышленные предприятия, особенно Балкашмыс, а также коллекторно-дренажные и коммунальные сточные воды. Специфическое воздействие на водные ресурсы оказывают предприятия пищевой промышленности – сахарные заводы, птицефабрики, фермы и др. Объемы их стоков незначительны, но они насыщены органическими соединениями. Загрязнения в р. Иле поступают и с территории Китая. Ухудшение санитарного состояния водных источников, снижение качества воды, рисосеяние, интродукция чужеродных видов привели к значительному сокращению рыбных запасов.

На современном этапе воздушный бассейн Прибалкашья подвергается интенсивному загрязнению вредными веществами предприятий цветной металлургии, энергетики и автотранспорта. По всей территории Прибалкашья отмечаются высокие концентрации сероводорода, сернистого газа и двуокиси азота. На берегу озера Балкаш расположен гигант цветной металлургии – Балкашмыс, на берегу р. Каратал работает свинцово-цинковый комбинат, разведаны и начата разработка карьеров каменного угля, полиметаллических руд, а также на базе местного сырья действуют предприятия легкой промышленности.

В водах озера Балкаш присутствует вся таблица Менделеева. Например, в сточных водах, сбрасываемых в залив Тарангалык, концентрация меди составляет от 35 до 300 ПДК, фенола и нефтепродуктов – 4–6 ПДК. Самый загрязненный район озера – рядом с городом Балкаш бухта Бертыс. В год в нее сбрасывается 75 т химических веществ. По данным Института органического катализа и электрохимии имени Сокольского, среднегодовая концентрация меди в заливе превышает 32–35 ПДК, цинка – 2 ПДК. Сюда ежегодно поступает свыше 90 млн. кубометров сточных вод комбината «Балкашмыс», а с ними 300 кг меди, свинца, мышьяка.

По ориентировочным данным Института геологических наук в хвостах Балкашмыс заключено до 430 тыс. т меди, 300 тыс. т цинка, 700 тыс. т серебра и 200 т рения. Еще с более высоким содержанием различных компонентов встречаются отходы обогащения свинцово-цинковых, золото-редкометаллических руд и особенно шлаков металлургических, медных и свинцовых производств. Озеро загрязняется химикатами, пестицидами и гербицидами, вымываемыми с орошаемых полей. Выявленные тенденции состояния качества вод свидетельствуют о наличии серьезной угрозы возникновения необратимых изменений уникального биоценоза озера и недопустимого ухудшения жизни населения Прибалкашья в результате загрязнения водоема.

Понятие емкости территории используется при проектировании хозяйственного освоения и заселения территорий, для регламентации хозяйственной деятельности с целью обеспечения совместимости ее с окружающей средой (экологического равновесия) [4]. Экологическое равновесие наблюдается в том случае, если соблюдаются предельно-допустимые антропогенные нагрузки на окружающую природную среду, которые устанавливаются через емкость территории.

Полная экологическая емкость территории – это количественная способность ландшафта удовлетворять потребности населенных мест без нарушения экологического равновесия. Она определяется, во-первых, объемами основных природных резервуаров – воздушного бассейна, совокупности водоемов и водотоков, земельных площадей и запасов почв, биомассы флоры и фауны, во-вторых, мощностью потоков биогеохимического круговорота, обновляющих содержимое этих резервуаров, скоростью местного атмосферного газообмена, пополнением объемов чистой воды, процессов почвообразования и продуктивности биоты.

В экологическую емкость территории входит экологическая техноемкость территории.

Экологическая техноемкость территории (ЭТТ) – это обобщенная характеристика территории, количественно соответствующая максимальной техногенной нагрузке, которую может выдержать и переносить в течение длительного времени совокупность реципиентов и экологических систем территории без нарушения их структурных и функциональных свойств [4].

Расчет превышения ЭТТ сводится к определению фактической интегральной техногенной нагрузки на определенную территорию или совокупность реципиентов и сопоставлению ее с предельно допустимой техногенной нагрузкой на эту территорию. Расчет ЭТТ основан на эмпирически подтвержденном допущении, согласно которому ЭТТ составляет долю общей экологической емкости территории, определяемую коэффициентом вариации отклонений характери-

стического состава среды от естественного уровня и его колебаний. Пресыщение этого уровня изменчивости приписывается антропогенным воздействиям, достигшим предела устойчивости природного комплекса территории.

Если трем компонентам среды обитания – воздуху, воде и земле (включая биоту экосистем и совокупность реципиентов) приписывать индексы соответственно 1, 2 и 3, то ЭТТ может быть приближенно вычислена по формуле:

$$H_T = \sum_{i=1}^3 \mathfrak{E}_i X_i A_i, \quad (1)$$

где H_T – оценка ЭТТ, выраженная в единицах массовой техногенной нагрузки (усл. т/год); $\mathfrak{E}_i$ – оценка экологической емкости i -й среды (т/год); X_i – коэффициент вариации для естественных колебаний содержания основной субстанции в среде; A_i – коэффициент перевода массы в условные тонны (коэффициент относительной опасности примесей), усл. т/т.

Данные для расчета превышения экологической техноемкости территории

Показатели	Северо-Прибалкашская пустынная (животноводческо-урбопромышленная) провинция	Прибалкашско-Алакольская пустынная (животноводческо-земледельческая) провинция	г. Балкаш
Фактическая техногенная нагрузка, ФТН, усл. т/год	29600	232000	51200
Данные для расчета ЭТТ:			
Площадь территории S , км ²	1559	928	24
Слой загрязнения воздуха H , км	0,02	0,02	0,03
Средняя скорость ветра n , м/с	3,5	3,7	3,6
Годовое количество осадков W , мм	250	300	220
Расход воды в водотоках f , м ³ /с	26,6	17,3	0,8
Объем поверхностных вод V_3 , км ³	0,42	0,06	–
Плотность биомассы C_3 , т/км ²	6784	3460	125
ЭТТ, усл. т/год	129549	100169	16410
Превышение ЭТТ	0,23	2,32	3,12

Для всех трех вариантов расчета приняты одинаковые значения годового обмена биомассы F_3 в пределах 0,1 и одинаковые значения

коэффициента вариации для обмена биомассы $X_3 = 0,049$. Коэффициенты относительной опасности примесей $A_i = 0,3-0,6$.

Расчет экологической техноемкости компонентов среды

Северо-Прибалкашская пустынная (животноводческо-урбопромышленная) провинция.

Воздух $H_1 = 31,18 \times 3 \times 10^5 \cdot 4955 \times 3 \times 10^{-6} \times 0,46 = 63959$

Вода $H_2 = 0,42 \times 10^9 \cdot 8,75 \cdot 4 \times 10^{-5} \times 0,3 = 44100$

Земля $H_3 = 1559 \cdot 6784 \times 0,113 \times 0,0486 \times 0,37 = 21490$

Экологическая техноемкость территории (усл. т/год) = 129549

Прибалкашско-Алакольская пустынная (животноводческо-земледельческая) провинция.

Воздух $H_1 = 18,56 \times 0,9 \cdot 6789 \times 0,50 = 56702$

Вода $H_2 = 0,06 \times 109 \times 36,45 \cdot 4 \times 10^{-5} \times 0,4 = 34992$

Земля $H_3 = 928 \times 3460 \times 0,110 \times 0,048 \times 0,5 = 8476$

Экологическая техноемкость территории (усл. т/год) = 100169

город Балкаш

Воздух $H_1 = 0,72 \times 0,9 \cdot 42207 \times 0,6 = 16410$

(для воды и земли получаются пренебрежимо малые величины).

Отношение величин фактической техногенной нагрузки, полученной по статистике эмиссий и загрязнения среды, к рассчитанной предельно допустимой техногенной нагрузке ЭТТ, дает превышение экологической техноемкости территории. Из расчета следует, что экологическая техноемкость в Прибалкашско-Алакольской пустынной провинции превышена в 2,32 раза, а в г. Балкаш более чем в три раза.

В результате проведенных исследований была дана оценка антропогенного воздействия на экосистемы Центрального Казахстана.

Список литературы

1. Физическая география Республики Казахстан: Учебное пособие. – Алматы: Казак университеті, 1998. – 266 с.
2. Чигаркин А.В. Региональная геоэкология Казахстана: Учебное пособие. – Алматы: Казак университеті, 2000. – 224 с.
3. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / Под ред. Т.К. Кудекова. – Алматы: Канат, 2002. – 388 с.
4. Хаустов А.П. Управление экологической безопасностью. – Практикум. – М., 2012. – 107 с.