

УДК 504.4.062.2(574)

**БИОПРОДУКТИВНОСТЬ ТРАВСТОЯ
ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ Р. ШУ КАК ИНДИКАТОР
ДИНАМИЧНОГО РАЗВИТИЯ
РЕЧНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

Канд. геогр. наук М.Ж. Бурлибаев

Исследования по испытанию устойчивости речной экосистемы показывают, что решение подобной задачи возможно лишь на основе объективной оценки состояния динамического подвижного равновесия отдельных биологических компонентов речного комплекса. Сделана попытка показать динамичное развитие речной экосистемы на примере биопродуктивности, используя данные за реальный длительный период наблюдений.

Сравнительный анализ современной деградации речных экосистем показывает, что этот процесс является прямым результатом отсутствия своевременных прогностических оценок и предвидения возможных последствий тех изменений в речных комплексах, которые связаны, прежде всего, с нарушением естественного хода гидрологического и гидрохимического режима водотоков. В связи с этим в ретроспективе необходимо было разработать методы по недопущению и предотвращению этих негативных последствий, эти методы должны были быть заложены в планы и служить основой концепции водохозяйственного планирования и схем комплексного использования водных ресурсов. Но, к сожалению, в результате экстенсивного водохозяйственного планирования этого не произошло. Обычно равновесие речной экосистемы и динамика развития базируются на представлениях об общей экологии, но понимаются современными исследователями по-разному. В качестве основных характеристик развития речной экосистемы разные авторы предлагают рассматривать такие признаки, как сложность, целостность, стабильность, продуктив-

ность, надежность, буферность, аномальность, управляемость, степень изменчивости и так далее. Эти различия в трактовке изучения динамики и сохранения речной экосистемы связаны не с терминологической неточностью, а с множеством подходов к определению данного свойства системы и понимания самого существа проблемы. Это, по-видимому, объясняется несколькими причинами, в том числе, не в последнюю очередь, отсутствием или недостаточностью экологической информации для целей обеспечения моделируемых процессов и, следовательно, трудностью конструирования последних. Следует заметить, что особую сложность в экологической оценке создает динамичность экологических процессов, как естественная (природная), так и вызванная антропогенной деятельностью человека. Речная экосистема характеризуется большим числом взаимосвязанных и взаимообусловленных факторов, в основном зависящих от естественного гидрологического и гидрохимического режима водотоков. И в связи с этим в них невозможно четко выделить роль каждого фактора системы в отдельности. При этом динамика развития речной экосистемы оказывается результатом совокупного воздействия ее элементов и факторов. Исследования, базирующиеся на поиске экологических (природных) закономерностей, сталкиваются с необходимостью одновременного учета взаимодействия большого количества процессов различной природы: физических, химических, биологических и т.д. Собрать и анализировать в каждом конкретном случае репрезентативную информацию, а тем более достаточно однородную, практически не представляется возможным. И даже при наличии такого объема материалов, большое число наблюдений при существенных пробелах в матрицах, наравне с отсутствием сведений о характере распределения, делают невозможным применение традиционных методов исследования. В связи с чем, для уменьшения числа анализируемых элементов, многие исследователи прибегают к критериям Стьюдента или Фишера. Немаловажной особенностью речной экосистемы является длительность и динамичность ее развития, связанные с гидрологическим и гидрохимическим режимами водотока. Это исключает возможность проведения прямых экспериментов для получения исходной информации или дополнительных данных с целью заполнения пробелов или дополнительных данных в многолетнем ряде наблюдений. Анализ материалов таких наблюдений зачастую показывает

их неоднородность, где важнейшей чертой многих факторов динамики развития экосистемы является цикличность (чередование маловодных, средне- и многоводных периодов).

Полноценный анализ динамического развития, а также выработка концепции по восстановлению и сохранению речной экосистемы для целей пересмотра стратегических направлений водохозяйственного планирования должен базироваться на реальных и достоверных наблюдениях за отдельными компонентами речного комплекса в многолетнем разрезе при естественном гидрологическом и гидрохимическом режимах водотока. В нашем конкретном случае изучение динамики развития и равновесное положение речной экосистемы на примере Шу (для перспективного испытания теории устойчивости речной экосистемы через индекс воздействия весеннего половодья и паводков), будет основываться на динамике биопродуктивности и флористического состава травостоя пойменных лугов в зависимости от водообеспеченности весеннего половодья и паводков. При этом изменение биопродуктивности и флористического состава выступают как один из основных показателей равновесного развития речной экосистемы. То есть изучение развития речной экосистемы нами искусственно ограничивается, во избежание в данном случае многофакторности явления. Хотя следует оговориться, что реакция экосистемы на возмущающие факторы по таким показателям, как соленакопление почв пойменных лугов в толщах корнеобитаемого слоя, аналогичны биопродуктивности травостоя.

Как и другие пойменные луга, пойма р. Шу является наиболее продуктивным естественным кормовым угодьем региона, существование и устойчивость которого базируется и предопределяется в жесткой взаимосвязи с естественным гидрологическим режимом реки. Исследованиям р. Шу посвящено много работ, затрагивающих как гидрологический режим, так и экологические аспекты. Среди них следует отметить фундаментальные работы Б.А. Быкова [1], О.М. Деминой [2] и Р.П. Плисак [5], основанные на стационарных геоботанических исследованиях в пойме р. Шу, проводившихся более 15 лет. Авторами исследована зависимость урожайности пойменных лугов и изменения видового флористического состава травостоя от водности конкретного года. В этих работах подробно освещены результаты детального изучения урожайности, видового состава трав-

стоя и их произрастания по отдельным фазам распределения стока реки внутри вегетационного периода. Результирующими факторами являются выводы за отдельно взятые годы, или иначе, так называемые дискретные случаи из аппарата математической статистики. Но, к сожалению, реальные годы, исследованные авторами, не оценены по водообеспеченности в многолетнем периоде наблюдений. Изменения, произошедшие в гидрологическом режиме р. Шу в последнее десятилетие, привели к полной деградации не только дельтовой части, но и затопляемых пойменных лугов. В связи с чем в настоящее время и на перспективу встает задача восстановления естественного гидрологического режима реки и пойменных лугов как неотъемлемой части речной экосистемы. В перспективном водохозяйственном планировании и оперативном управлении водными ресурсами (при обязательном восстановлении естественного хода гидрологического режима) для достижения максимальной продуктивности пойменных лугов нам необходимо основываться на результатах более длительного, чем 15 лет, режимного парного наблюдения. При этом немаловажную роль играет определение водности отдельно исследованных лет (вышеперечисленными авторами) в многолетнем разрезе. Приходится констатировать, что некоторые реальные годы из этих 15-лет приходится на период нарушенного хода естественного гидрологического режима р. Шу, в связи с вводом после реконструкции, начиная с 1975 года, Таш-Уткульского водохранилища (главного гидроузла), на чью долю выпадает основная зарегулированность водотока. При определении начала хозяйственной деятельности, связанного с крупным забором воды из р. Шу, необходимо помнить о Чумышском ирригационном узле и о Ортогойском водохранилище, хотя их влияние на общий водный потенциал не так велико, как Таш-Уткульского водохранилища. Поэтому в нашем случае приводимые периоды естественного гидрологического режима можно назвать условными. На основе факторного анализа за парными наблюдениями урожайности травостоя (общая зеленая масса и тростниковое сообщество), на низкой и средней пойме реки, приведенные в работах О. Деминной и Р. Плисака [2, 3, 4], с одной стороны, и длительностью затопления поймы, с другой стороны, нами установлены с помощью метода наименьших квадратов количественные связи между двумя этими переменными (корреляционные отношения равны 0,62-0,68).

Как показывает опыт хозяйственных субъектов, установление подобной корреляционной связи урожайности травостоев и внешних природно-климатических факторов является привлекательным аппаратом для прогнозирования продуктивности кормовых угодий и с удовольствием применяется на практике. Закономерность и наличие функциональной связи полученной нами зависимости подтверждаются результатами и других авторов. Например, такие же количественные связи урожайности травостоя и продолжительности затопления поймы получены Н.В. Ткаченко на примере реки Иртыш [6]. Для получения научно обоснованных выводов, повышения точности и надежности инженерных расчетов (т.к. полученные зависимости на основе 15-летнего парного наблюдения недостаточны) ряды парного наблюдения необходимо привести к многолетнему периоду, т.е. необходимо удлинение рядов с помощью математического моделирования процесса. Как показывают исследования, для дальнейших расчетов представляется целесообразным перейти от коррелирования между урожайностью и длительности затопления поймы к установлению количественной связи между урожайностью и обеспеченностью весеннего половодья, из-за ограниченности или отсутствия статистических данных по длительности затопления пойменных лугов рек Казахстана. При переходе от продолжительности затопления к обеспеченности весеннего половодья (обеспеченности за реальные годы, когда наблюдалось затопление поймы), упрощается задача, т.к. отпадает необходимость в определении створов и абсолютных отметок выхода воды на пойму, что, в свою очередь, сопровождалось бы дополнительными расходами на геодезические изыскания. При этом мы считаем, что длительность затопления поймы является дифференцированным показателем в определении биологической продуктивности травостоя. Но также справедливо и то, что продолжительность затопления за реальный год в неизученных створах на практике может быть определена только с помощью специально проводимых экспедиционных или стационарных исследований, подобно работам, организованным Институтом ботаники НАН РК. Поэтому в наших работах мы вместо продолжительности затопления за реальные годы применили обеспеченности весеннего половодья, т.к. наблюдение за гидрологическим режимом реки ведется более длительный период. Прежде чем приступить к приведению (удлинению) данных парных

наблюдений в течение 15 лет к многолетнему периоду, нами проанализирована исходная информация на однородность. Следует отметить, что все методы приведения (удлинения) коротких рядов наблюдений к более длительному периоду базируются на регрессионном анализе, в нашем конкретном случае, выполненном графоаналитическим и аналитическим методами, в основу которых положены данные количественной связи между биологической продуктивностью и обеспеченностью весеннего половодья. Причем данных наблюдений за стоком реки в период весеннего половодья больше чем исходной информации о биологической продуктивности травостоя. В результате удлинения рядов нами вторично получены более тесные корреляционные отношения ($r = 0,73-0,86$), характеризующие хорошую связь между этими двумя величинами (рис.), как на низкой, так и средней затапливаемой пойме.

Установленные корреляционные отношения - параболические и описываются (аппроксимируются) уравнением регрессии

$$y = -const_i(P)^2 + const_j \pm const_k, \quad (1)$$

где y - биопродуктивность травостоя пойменных лугов, ц/га; P - водообеспеченность весеннего половодья и паводка, %; $const_{i,j,k}$ - эмпирические градиенты, отличающиеся для каждой зависимости, полученные для различных частей пойменных лугов.

Полученные зависимости имеют не только математический смысл, но и физическое объяснение и обоснование, т.е. водообеспеченность каждого года выражается через продуктивную влагообеспеченность корнеобитаемого слоя ($P\%$) и соответственно определяется как

$$P_i = W_i - W_s, \quad (2)$$

где W_i - продуктивный влагозапас корнеобитаемого слоя почвы i - го года, мм; W_s - влагозапас почвы, соответствующий завяданию растения, мм.

С учётом этого физического процесса выражение (1) принимает вид

$$y = -const_i(W_i - W_s)^2 + const_j(W_i - W_s) \pm const_k. \quad (3)$$

Дальнейшее преобразование этого уравнения позволяет определить максимальную биопродуктивность

$$dy/d(W_1 - W_3) = -const_1(W_1 - W_3) + const_2. \quad (4)$$

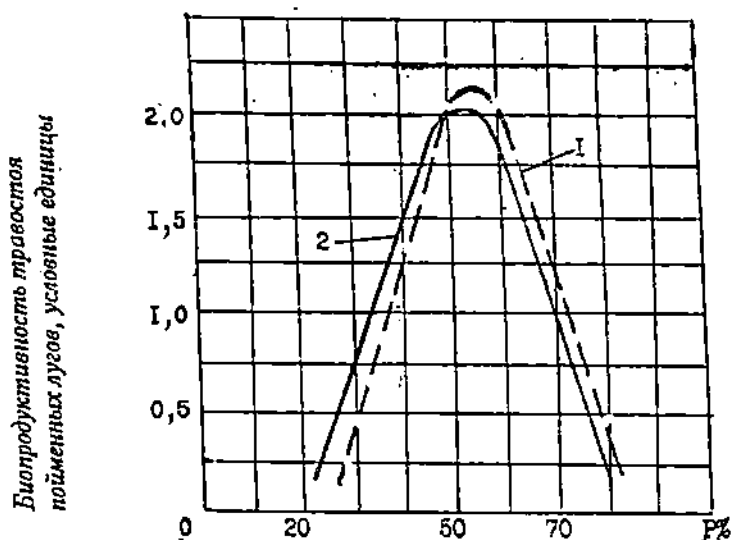


Рис. Зависимость биопродуктивности травостоя пойменных лугов от обеспеченности весеннего половодья и паводков (на примере р. Шу). 1 - средняя пойма; 2 - низкая пойма.

Как видно на графике (см.рис.), максимумы производства травостоя приходятся на средние по обеспеченности ($P=50 \div 60\%$) весеннего половодья годы, тогда как в многоводные и маловодные снижаются. К аналогичным выводам приходит И.С. Никитин (1972 г.) в результате многолетних наблюдений, в центральной части поймы реки Ока. Максимумы урожайности, на примере трех типов заливаемых лугов (мелкоразнотравный на гриве, ползучеразнотравный в ложине, канареечниковый с осокой в ложине), были достигнуты при обеспеченности весеннего половодья для лугов первого типа $45 \div 60\%$, второго и третьего $30 \div 44\%$. Эти же выводы справедливы и в отношении зависимостей, полученных Н.В. Ткаченко [5], где максимумы урожайности приходятся на сроки затопления $20 \div 25$ суток, тогда как превышение или сокращение этих сроков приводят к сни-

жению урожайности. Анализы, проведенные нами в отношении сроков затопления на заливных лугах поймы р. Иртыш, также показывают, что продолжительности затопления сроком 20 ÷ 25 суток, по сути, соответствует средним (50 ÷ 60 %) обеспеченностям весеннего половодья. Таким образом, полученные результаты отличаются тем, что максимальные урожаи пойменных лугов в средние и среднемноговодные годы характерны как в отношении краткопоемной средней поймы, так и длительно затапливаемой низкой поймы (травостой состоит преимущественно из гигрофильных сообществ). Анализом полученной зависимости также установлено, что продуктивность пойменных лугов снижается не только от недостаточной увлажненности, в результате краткопоемности или отсутствия затопления, но и от избытка влаги при продолжительном затоплении.

От избытка влаги растения страдают не меньше, чем от ее недостатка. При длительном затоплении вода заполняет почвенные капилляры и корни растений испытывают недостаток кислорода, что, прежде всего, отрицательно сказывается на поступлении в них минеральных солей и других элементов питания, так как интенсивность данного процесса зависит от энергии, выделяющейся при их дыхании. В результате этого в растениях нарушаются все важнейшие физиологические процессы (фотосинтез, биосинтез углеводов, белков, хлорофилла и т.д.). В таких условиях растение вынуждено переходить на угнетенное или бескислородное дыхание, образуя при этом токсичный для клеток этанол. Длительное затопление также приводит к усилению деятельности в почве различных видов анаэробных микроорганизмов, накапливаются продукты неполного окисления органических веществ, называемые болотными токсинами (метан, аммиак, сероводород, соли закисного железа и т.д.), также угнетающие процессы жизнедеятельности растений. Избыток влаги хорошо переносят только гидро- и гигрофиты, у которых развита аэренхима, обеспечивающая хорошую проводимость кислорода во все органы растения. Более длительное, чем при средней обеспеченности, затопление сопровождается более высокими уровнями стояния грунтовых вод в послепоемное время и ведет не только к снижению урожайности, но и к выпадению или угнетению отдельных видов сообществ, а также потере этими сообществами прежней ценотической роли, развитию и утверждению более гигрофильных видов, входящих в состав

ценоза в виде развитых растений. Например, в долгопоемные годы биологическая продуктивность в общей массе не превышает 80 центнеров с гектара, причем на долю тростникового сообщества приходится около 90 % общего веса скошенного травостоя и лишь 10 % составляет разнотравье, представляющее собой особенную ценность при заготовке кормов. При затоплении средней обеспеченности доля разнотравья в общей массе составляет до 60 % [3].

При краткочемности или же в годы отсутствия затопления пойменных лугов дефицит водного баланса корнеобитаемого слоя начинает ощущаться до начала вегетационного периода. Однако сохранившийся некоторый запас влаги относительно благоприятствует временному сохранению травостоя только в начале вегетационного периода. При наступлении почвенной засухи из-за отсутствия полноводных и паводковых вод развивается глубокое завядание, следствием чего становится нарастание различных физиолого-биохимических расстройств, охватывающих все жизненно важные функции сообщества растений, что, в свою очередь, приводит к их гибели. Этот процесс выражается, прежде всего, уменьшением дисперсности коллоидов и нарушением конформации мембранных белков. В результате чего механическая прочность мембран снижается, а проницаемость для влаги и веществ увеличивается. Из-за местных разрывов мембран метаболиты (в т.ч. и гидролитические ферменты цитосом) высвобождаются и вступают в реакции взаимодействия, что приводит, в свою очередь, к нарушению упорядоченности биохимических превращений. Таким образом, недостаток почвенной влаги пагубно влияет на белковый синтез. Более того, белки клетки гидролизуются до аминокислот, а аминокислоты затем подвергаются окислительному расщеплению, результатом чего является выделение токсичного аммиака. Как представляется, для каждой совокупности сообществ с одной и той же доминантой или группой доминирования характерен процесс и интервал длительности поемности. Однако это относится только к флористическому составу, а не к объемной массе. Биопродуктивность этих сообществ наравне со связанностью с гидрологическим режимом также зависит от стока взвешенных наносов и гидрохимического режима самой реки. Как отмечалось ранее, вследствие зарегулированности стока водохранилищами и безвозвратных потреблений воды для целей орошения, произошли коренные изменения в естествен-

ном гидрологическом режиме, заключающиеся в выравнивании внутригодового распределения за счет срезки пика весеннего половодья и паводка для их аккумуляирования. При этом изменилась вариация (C_v) и асимметрия (C_s) стока. Например, исследования по восстановлению естественного хода гидрологического режима показывают, что срезка весеннего половодья и паводка составляет 88,2 %, при разнящихся показателях по отдельным месяцам: март 81,5 %; апрель 90,6 %; май 92,3 %. При этом необходимо учесть, что эти весенние три месяца формировали, при естественном гидрологическом режиме, около 40 % годового стока и именно на их долю приходилось продолжительное затопление пойменных лугов. В абсолютных величинах объемы срезки весеннего половодья и паводка по этим отдельным месяцам составляют: 437,9 млн m^3 - март, 225,5 млн m^3 - апрель, 160,7 млн m^3 - май, тогда как объемы попусков, осуществляемых в нижний бьеф Таш - Уткульского водохранилища, выражены в объемах: 96,4 млн m^3 март, 23,3 млн m^3 - апрель, 13,4 млн m^3 - май. Как видно из этих расчетов, основная причина отсутствия затопления пойменных лугов кроется именно в аккумуляировании основной части весеннего стока и в ее последующем безвозвратном потреблении для целей орошения. Разумеется, что вышеприведенные характеристики срезки весеннего стока выявлены для реального года, соответствующего средней обеспеченности водности года, т. е. при $P = 50 \%$. Характер влияния хозяйственной деятельности на гидрологический режим реки при интервале водообеспеченности от 75 % до 95 % еще более губителен для пойменных лугов в низовьях реки, в районе ГП Фурмановка и Уланбель практически отсутствует сток. При этих водообеспеченностях вода полностью разбирается для ирригационных целей. Таким образом, наши исследования по части зарегулированности стока и исследования О.М. Деминой [2, 3] по смене растительности лугов в зависимости от продолжительности затопления показывают, что современная деградация речной экосистемы Шу при сохранении условия затопления: длительное \rightarrow среднемноголетнее \rightarrow краткое \rightarrow отсутствие произошла по следующей схеме:

- на легких по механическому составу почвах: а) болотистые луга (рогозовая, тростниковая, разнотравно-тростниковая) \rightarrow настоящие луга (разнотравно - тростниково - вейниковая, разнотравно -

вейниковая с участием ячменя и пырея) → тутай (ивовый, ивоволоховый, лоховый с разнотравьем и злаками, изреженный лоховый с участием чингиля и тамариска); б) болотистые луга (рогозовая, тростниковая, разнотравно-тростниковая) → настоящие луга (разнотравно-тростниково-вейниковая, разнотравно-вейниковая с участием ячменя и пырея) → ячмениевые луга → разнотравные луга (кермековая с участием соссюрей, солянково-кермековая) → однолетнесолянковые луга (петросимонева, климакоптеровая) → полукустарниковые луга (карабараковая);

- на тяжелых по механическому составу почвах: болотистые луга (рогозовая, тростниковая, разнотравно-тростниковая) → солянково-тростниковые луга → тростниково-солянковые луга → эндогенный процесс. При этом необходимо оговориться, что при смене растительности наравне с затоплением пойменных лугов не последнюю роль играют стояние уровня грунтовых вод и соленакопление в почвах пойменных лугов.

Исследования по их влиянию на смену формации растительных сообществ - тема для отдельного разговора и, учитывая вышесказанное, целью настоящей статьи является поиск связи динамики растительности от естественного гидрологического режима реки. Известно, что сток взвешенных наносов, как и водный сток реки, является одним из ведущих факторов литоморфогенеза и почвообразования не только в дельтовых участках, но и в заливаемых пойменных угодьях реки. Кроме того, сток взвешенных наносов, транспортируемых речным стоком, является одним из основных показателей ирригационного качества вод по содержанию элементов питания растений (валового фосфора, калия, гумуса и азота). В настоящее время, наравне с водным стоком, сток взвешенных наносов претерпел коренное изменение. Например, до ввода в эксплуатацию Таш - Уткульского водохранилища (в условно-естественный период гидрологического режима), в среднемноголетнем разрезе за период весеннего половодья, в створе ГП Чапаево сток взвешенных наносов составлял 0,65 млн т в год. При измененном гидрологическом режиме этот сток составляет 0,090 млн т в год, что в семь раз меньше первоначального показателя. Кроме объема стока взвешенных наносов основную роль играет его гранулометрический состав. Например, в стоке наносов р. Шу в период весеннего половодья до 1970 года наносы с диаметром

частиц менее 0,01 мм составляли около 60 % общего объема наносов. На долю наносов с диаметром частиц менее 0,05 мм приходилось порядка 31 %, тогда как крупные наносы составляли примерно 9 %. Гранулометрический состав стока взвешенных наносов весеннего половодья, осуществляемого полупусками из водохранилища, выглядит следующим образом: частиц с диаметром менее 0,01 мм - 10 %; частиц с диаметром менее 0,05 мм - 63 %; частиц с диаметром более 0,05 мм - 27 %. Как видно из приводимых фракционных содержаний частиц (представляющих самую ценную часть), взвешенные наносы диаметром менее 0,01 мм уменьшились в шесть раз, тогда как другие крупные фракции увеличились более чем в 2 раза.

В связи с чем необходимо отметить, что при условно-естественном гидрологическом режиме сток взвешенных наносов представлял собой продукт вымывания и смыва со всей площади водосбора (в основном в зоне формирования стока). Теперь сток наносов представляет собой результат переработки берегов самого водохранилища и речных русел, в следствие водной эрозии из-за больших скоростей водного потока при сбросе из водохранилища. Эти стоки взвешенных наносов для травостоя заливных пойменных лугов прежних ирригационных качеств не имеют и как носители элементов питания растений ценности не представляют.

Как показывают результаты исследования внутригодовой динамики минерализации (при условно-естественном гидрологическом режиме), минимальные значения общей минерализации имели место в периоды весеннего половодья, а максимальные - в зимнюю межень, т.е. при подавляющем преимуществе подземной составляющей в питании рек в областях разгрузки конуса выноса. Например, в период весеннего половодья, в створе ГП свх. Амангельды общая минерализация составляла порядка 480 мг/л, при господстве гидрокарбонатов в анионном составе - 200 мг/л, при показателях: сульфатов - 110 мг/л, хлоридов - 28 мг/л. В катионном составе преобладала сумма натрия с калием - 67 мг/л. Далее идут кальций и магний, соответственно равные 42 и 22 мг/л. В зимнюю межень (в среднемноголетнем разрезе) общая минерализация приближалась к 500 мг/л, что, в общем-то, закономерно. Но в катионном составе происходили некоторые перестановки, т.е. увеличилось содержание

кальция до 80 мг/л, при уменьшении суммы натрия и калия до 40 мг/л.

При нарушенном гидрологическом режиме в этих показателях произошли коренные изменения. Например, в зимнюю межень в указанном створе резко возросли показатели сульфатов и хлоридов, соответственно до 1300 и 1500 мг/л при относительной стабильности гидрокарбонатов 220 мг/л. Общая минерализация достигла 4000 мг/л. При этом в катионном составе резко возрастает содержание магния до 420 мг/л, кальция - до 300 мг/л при резком уменьшении суммы натрия и калия (30 мг/л). Причем ранее малозначимые азотные и фосфорные группы (биогены) становятся более осязаемыми. В створе ГП Уланбель произошедшие изменения аналогичны. При показателе общей минерализации зимой 4700 мг/л, наблюдается некоторое уменьшение хлоридов (1340 мг/л) и возрастание сульфатов до 1630 мг/л. В катионном составе при постоянстве кальция (300 мг/л) резко возрастает сумма натрия и калия (до 860 мг/л), наблюдается снижение содержания магния до 320 мг/л. Очевидно, это объясняется сбросом возвратных вод с орошаемых массивов и выклиниванием в зоне гидравлической связи поверхностных и грунтовых вод. В створе ГП свх. Амангельды изменение гидрохимического режима в половодье характеризуется следующим образом.

Увеличение общей минерализации произошло более чем в 2 раза, по сравнению с условно-естественным периодом гидрологического режима, и достигло 1080 мг/л. Резко возросло содержание суммы натрия и калия (190 мг/л) при некотором росте кальция и магния (48 и 62 мг/л). Рост наблюдается в содержаниях сульфатов до 415 мг/л и хлоридов до 94 мг/л. Содержание карбонатов 240 мг/л. Створ ГП Уланбель характеризуется минерализацией до 1750 мг/л. Содержание сульфатов - до 600 мг/л, хлоридов - до 390 мг/л, при показателе гидрокарбонатности 280 мг/л. Необходимо подчеркнуть, что наравне с изменением гидрохимического режима реки Шу также наблюдается загрязнение водотока инородными ингредиентами - ионами тяжелых металлов (медь, цинк). Из всего перечня загрязнителей ни один из них не входит в список генетической принадлежности речному бассейну, т.е. все они имеют антропогенное происхождение.

В последнее время основными загрязнителями стока реки стали азот аммонийный (NH_4), азот нитратный (NO_3), азот нитритный

(NO₂), фенолы, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и фтор. Приведем анализы загрязненности реки в замыкающем створе ГП Уланбель, как интегрального показателя загрязненности по всей длине Шу, от трансграничных участков с сопредельной Республикой Кыргызстан. Отсутствие финансирования на подобные исследования не позволяет определять долю составляющих загрязнителей на кыргызстанскую и казахстанскую. Приоритетным загрязнителем в створе ГП Уланбель как был, так и остается азот аммонийный. При лимитировании предельно-допустимой концентрацией 0,5 мг N/л, показатели NH₄ в последнее время колеблются в пределах от 2 ÷ 5 мг N/л в рукаве Большая Арна до 4 ÷ 6 мг N/л в рукаве Малая Арна. Эти показатели превышают ПДК более чем в 10 раз и, согласно классификации Минздрава РК, относятся к опасным явлениям (ОЯ). Превышение содержания фенолов над ПДК обычно наблюдается в пределах двукратного, хотя и были зафиксированы значения опасного явления в рукаве Малая Арна, 0,150 мг/л при ПДК 0,001 мг/л. Превышения предельно-допустимых концентраций фтором ГП Уланбель обычное явление, при показателях ПДК 0,75 мг/л в последнее время фиксируется его содержание 4,5 мг/л. Превышения ПДК синтетическими поверхностно-активными веществами тоже не редкость.

Вследствие загрязненности ухудшается качество речного стока по таким показателям, как содержание растворенного кислорода и биохимического потребления кислорода, характеризующих, как велико потребление кислорода для окислительных процессов содержащихся в воде веществ в аэробных условиях, что, в свою очередь, сказывается на условиях обитания гидробионтов.

В связи с вышеизложенным приходится констатировать, что при сохранении нынешних методов использования водного потенциала р. Шу в ближайшее время река потеряет свою самоочищающую биологическую способность полностью. Качество воды таково, что ее уже невозможно использовать не только в питьевых целях, но и на орошение.

Для восстановления речной экосистемы необходимо осуществлять научно обоснованные экологические попуски из водохранилищ. И эти экологические попуски должны быть обоснованы с уче-

том критериев как устойчивости, так и уязвимости биокomпонентов речной экосистемы к внешним возмущающим факторам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков Б.А. Вводный очерк флоры растительности Казахстана // Растительный покров Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1966. -Т. 1. - С. 3-36.
2. Демина О.М., Арыстангалиев С.А. Луговая растительность Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1986. - 272 с.
3. Демина О.М. Растительность Чуйского геоботанического стационара и ее динамика // Пастбища и сенокосы Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1970. - С. 163 - 175.
4. Плисак Р.П., Огарь Н.П., Аязбаева Г.Ш. Динамика пойменной растительности рек Чу и Или. - Алма-Ата: Наука, 1985. - 202 с.
5. Плисак Р.П. Изменение растительности дельты р. Или при зарегулировании стока. - Алма-Ата: Наука, 1981. - 216 с.
6. Ткаченко Н.В. Пойму Иртыша - на службу животноводству. - Алма-Ата: Кайнар, 1977. - 14 с.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ШУ ӨЗЕНІ МЫСАЛЫНДА ӨЗЕН ЭКОЖҮЙЕСІНІҢ ҚАЛЫПТЫЛЫҒЫН СЫНАУДАҒЫ БІР ӘРЕКЕТ ЖАЙЫНДА

Геогр. г. канд. М.Ж. Бүрлібаев

Су қорларын пайдаланудағы қазіргі кездегі тұжырым экожүйелік қадамдарға негізделмейді. Онда жер-жерлерде өзен кешенінің толық құлдырауына өкеліп соғатын сыртқы өзгертуші әрекеттер экожүйенің қалыптығына әсері нашар екені ескертіледі. Осы мақалада қалыптылықты сынау теориясының қолданылып жүрген әдістер талдамасы негізінде өзендік экожүйе қалыптылығын жекелеген биокomпоненттер үшін нақтылы бақылаулардың нәтижесінде алынған статистикалық деректерден құрастырылған детерминдендірілген міндеттер арқылы анықтау ұсынылады.