

урожайности пшеницы. По сравнению с другими методами селекции, применение маркеров имеет ряд важных преимуществ для пирамидирования генов. Применяя молекулярные маркеры STS, SCAR, SSR, среди изученных 68 растений 7 линии было определено пирамидирование устойчивых к желтой ржавчине генов Yr5, Yr10, Yr15 в растениях №7, 8, 9 линии №1420. Рекомендуется использовать полученные данные в селекционных программах для создания сортов пшеницы, устойчивых к желтой ржавчине.

Ключевые слова: пшеница, желтая ржавчина, гены устойчивости, молекулярные маркеры.

Yessenbekova G., Kokhmetova A., Kampitova G., Atishova M.N.

PYRAMIDING OF CARRIERS OF GENS RESISTANT TO YELLOW RUST (PUCCINIA STRIIFORMIS F.SP. TRITICI) DISEASE IN WHEAT SELECTION

Annotation

Yellow rust is one of the most spread and most harmful diseases of wheat, as well, it is one of the main factors decreasing wheat yield. Using markers for gens pyramiding has a number of advantages in comparison with other selection methods. 68 plants of 7 lines were investigated by means of use of molecular markers STS, SCAR, SSR, and pyramiding of gens Yr5, Yr10, Yr15 resistant to yellow rust was identified in plants №7, 8, 9 of lines №1420. It is recommended to use the obtained data in selection programs to create the wheat lines, which are resistant to yellow rust.

Keywords: wheat, stripe rust, resistance genes, and molecular markers.

УДК 552.482.2:577.4

Жанымхан К., Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т.

Казахский национальный аграрный университет

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА МАЛЫХ РЕК В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА БАЛХАШ

Аннотация

На основе существующих математических моделей продуктивности водной среды позволяющих определить экологически допустимые пределы антропогенного воздействия на основе принципа Ле-Шателье-Брауна, разработана одна из модификаций математических моделей, на базе уравнения гидрохимического баланса вещества в речных бассейнах, описывающей поведение водной системы с учетом всех природных и антропогенных факторов, характеризующих поведение водной экосистемы, находящейся в состоянии устойчивого равновесия

Ключевые слова: модель, оценка, ресурсы, природа, река, расход, сток, возвратные воды, водопотребление, загрязнение, функция, соли, факторы.

Постановка проблемы

В настоящее время все водные объекты суши являются не только источниками водопотребления для промышленности, сельского и коммунально-бытового хозяйства, но и местом сброса отработанных сточных вод городов и различных отраслей экономика. В связи с этим возникает необходимость и важность изучения условий формирования и изменения гидрогеохимического режима малых рек диктуется рядом их особенностей. С одной стороны малые реки необычайно уязвимы за счет тесной связи формирования их

стока с ландшафтом бассейна и постоянно увеличивающимися антропогенными нагрузками на него. С другой стороны малые реки широко распространены и необычайно важны для комфортного существования человека. При этом, особенно следует отметить, то, что формирования гидрогеохимического режима малых рек оказывают особенно объем воды в реке и загрязненность речных бассейнов, так как их диапазон саморегулирования в сравнение в больших реках ограниченно.

Количественное истощение водных ресурсов малых рек наносит природным и хозяйственным комплексам большой экологический и экономический ущерб, нарушает устойчивость речных экосистем, затрудняет водопользование и ухудшает условия жизнедеятельности человека. В связи с этим изучение влияния урбанизации и хозяйственной деятельности человека на гидроэкологический режим водных объектов являются весьма актуальными проблемами в системе природопользования [1].

Анализ последних исследований и публикаций по проблеме

Для оценки экологически допустимого воздействия на малые реки М.Ж. Бурлибаев использовал зависимости биопродуктивности травостоя пойменных лугов[2], и воспроизводства рыбных запасов, то есть гемостатическая кривая Б. Фашевского[3], «диаграмма жизненного цикла речных бассейнов» Ж.С. Мустафаева и Л.Ж. Мустафеевой [4], «график зависимости эколого-экономической активности природной системы от интенсивности использования природных ресурсов» Ж.С. Мустафаева, Л.Ж. Мустафеевой, К.Б. Койбагаровой и К.Ж. Мустафаева[5], коэффициент эколого-экономической активности общества при использовании природных ресурсов К.Ж. Мустафаева[6], В.Н. Маркин использовал функции, на базе уравнения гидрохимического баланса веществ в речных бассейнах, описывающей поведение водной системы [7], В.В. Шабанов использовал способ пропорциональных расходов речных бассейнов [8].

Постановка задачи

Основной целью исследования является разработка одной из модификаций математических моделей, на базе уравнения гидрохимического баланса вещества в речных бассейнах, описывающей поведение водной системы с учетом всех природных и антропогенных факторов, характеризующих поведение водной экосистемы, находящейся в состоянии устойчивого равновесия.

Материалы и методы исследования

Река Каратал в бассейне озера Балхаш- типичный пример малого водного объекта, протекает по территории Алматинской области (рисунок 1). Длина реки Каратал 390 километров, площадь водосбора 19 100 километров квадратных. Берет начало с ледников на юго-западных склонах Джунгарского Алатау, впадает в озеро Балхаш. В верхнем и среднем течении в Каратал впадают многоводные притоки Коксу, Биже; русло расширяется, течение замедляется и до устья Каратал протекает по пустынной равнине и пустыням Жетысу (Мойынкум, Сарыесик-Атырау, Жаманкум, Бестас, Лёккум). Питание ледниково-снеговое, частично грунтовое, подземное [1]. Среднегодовой расход воды у города Уштобе 66,7 метров в секунду. Естественный речной приток по бассейну изменяется от 2,38 до 4,21 км³/год, то есть в среднем речной приток составил 3,04 км³/г. Годовой сток неизученных водотоков и притоков составляет в среднем 0,55 км³/г и сток с межбассейновых участков 0,11 км³/г. Естественные водные ресурсы 50 %-ной обеспеченности 3,69 км³/год; 75 %-ной – 3,01 км³/год; 95%-ной – 2,28 км³/год. Поступление возвратных вод в среднем составляет 0,057 км³/год.



Рисунок 1- Бассейн реки Каратал

Таким образом, река Каратал является питьевым водоисточником и основной водной артерией крупного промышленного региона – Алматинской области, и в то же время относится к типу водных объектов, с одной стороны испытывающих мощный «антропогенный пресс» связанной в первую очередь с их истощением в результате водозабора и загрязнением при сброса сточных вод городов и промышленных объектов, а также коллекторно-дренажных вод Каратальскую оросительную систему. При этом, является водоприемником одной из крупных естественных водоемов Казахстана - озера Балхаш, где поступающие стоки малых рек достаточно быстро рассеиваются внутри водоема. Следовательно, основную экологическую нагрузку испытывает сама река Каратал, при определенном уровне внешнего воздействия, то есть загрязнение водных источников и их истощение утрачивают средообразующую способность и экологическую устойчивость.

Под «загрязнением» понимается внесение в окружающую среду и появление в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических или биологических компонентов, присущие бассейну реки Каратал.

«Истощение вод» характеризуется уменьшением минимально допустимого стока поверхностных вод или сокращением подземных вод с одной стороны с изменением климата, с другой стороны с изъятием из водного источника, для обеспечения водопотребности промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых объектов. Последние являются наиболее серьезным фактором при оценке экологического состояния водного объекта, поскольку именно уменьшение объема воды в русловой сети ниже предельного его значения, с точки зрения геоэкологии, и вызывает нарушение естественных жизненных процессов водного объекта.

В реке Каратал в гидрохимических постах выше города Талдыкорган и в поселке Екпенды средняя минерализация воды 199 мг/дм^3 при жесткости 2.12 мг-экв/дм^3 , pH воды

составил 7.3. Преобладающими ионами в воде реки Каратал являются ионы гидрокарбонатов и кальция (HCO_3^- и Ca^{2+}), индекс воды по Алекину $\text{C}^{\text{Ca}}_{\text{II}}$ (таблицы 1 и 2).

Таблица 1- Состояние качества воды в река Каратал

Гидрохимический створ	Индекс загрязнения воды		Содержание загрязняющих веществ превышающих ПДК (2010 год)		
	2009	2010	Ингредиенты	Средняя концентрация, мг/дм ³	Кратность превышения ПДК
Город-Талдыкурган	0.89	4.25	медь	0.0207	20.7
			Азот нитрат	0.031	1.55
Поселок Екпенды	1.21	4.25	медь	0.0217	21.7
			Азот нитрат	0.032	1.6

Таблица 2-Результаты анализа донных отложений реки Каратал (мг/кг)

Показатели	Место отбора пробы					
	Город -Талдыкурган			Поселок Екпенды		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Хром	0,07	0,09	0,23	0,08	0,08	0,145
Никель	1,6	12,5	15,65	0,89	12,8	13,43
Мышьяк	2,1	1,93	2,05	2,7	0,96	1,69
Марганец	0,2	0,67	0,97	0,5	1,28	1,04
Кадмий	1,6	1,92	2,3	0,87	1,95	1,16
Свинец	1,6	3,55	8,7	1,9	2,9	2,1
Медь	639,2	847,8	872,3	750,5	847,1	699,4

Как видно из таблиц 1 и 2 гидрохимический состав стока реки очень сложный и достаточно высокий, а также в составе донных отложений встречаются соли и тяжелые элементы, оказывающих влияние на продуктивности водной растительности, что требует необходимости разработать систему математических моделей, позволяющих прогнозировать экологические устойчивости речных экосистем и предельно-допустимого уровня использования водных ресурсов малых рек.

Изложение основных материалов исследования

Оценка допустимого уровня воздействия на реки может быть сделана с помощью функции, позволяющий описать поведение водной системы, находящейся в состоянии устойчивого равновесия, с учетом влияния природных и техногенных факторов. Дляэтого рассмотрим средообразующие факторы реки Каратал, где в качестве функции, описывающей поведение водной системы используем уравнение гидрологического и гидрохимического баланса вещества для условий среднесноголетнего года (рисунок 1):

$$W_p = W_{\bar{c}} + W_b - W_{bn} + W_{nz};$$

$$G_p = G_{pn} + G_{\bar{c}} + G_b + G_n - B,$$

где W_p – объем речного стока; W_b - объем возвратных вод: $W_b = W_{bk} + W_{bno} + W_{bo}$, W_{bk} – объем возвратных вод городского коммунально-бытового хозяйства; W_{bno} - объем возвратных вод промышленных объектов; W_{bo} - объем коллекторно-дренажных вод с орошаемых земель; W_{bn} - объем водопотребления; $W_{\bar{c}}$ - объем воды поступающих с водосборной площади: $W_{\bar{c}} = g_{\bar{c}} \cdot F_{\bar{c}}$, $g_{\bar{c}}$ – модуль стока воды с водосборной площади; $F_{\bar{c}}$ -

площадь водосбора; G_p - масса растворимых солей в гидрографической сети: $G_p = W_p \cdot C_p$, C_p - концентрация вещества в речной воде; G_b - поступление массы растворимых солей с объемом возвратных (сточных) вод: $G_b = W_b \cdot C_b = W_{bk} \cdot C_{bk} + W_{bn} \cdot C_{bn} + W_{bo} \cdot C_{bo}$, - концентрация вещества в возвратных водах; C_{bk} - концентрация вещества в возвратных водах городского коммунально-бытового хозяйства; C_{bn} - концентрация вещества в возвратных водах промышленных объектов; C_{bo} - концентрация вещества в коллекторно-дренажных водах; $G_{\bar{o}}$ - масса растворимых солей, поступающих с водосборной площади: $G_{\bar{o}} = g_{b\bar{o}} \cdot F_{\bar{o}}$, $g_{b\bar{o}}$ - удельный вынос вещества с единицы водосборной площади; G_{bn} - масса растворимых солей, забираемая при водопотреблении: $G_{bn} = W_{bn} \cdot C_p$; B - объем вещества поглощенного водной растительностью; $G_{nз}$ - поступление массы растворимых солей с подземными водами: $G_{nз} = W_{nз} \cdot C_{nз}$; G_{pn} - поступление массы растворимых солей с русловыми потоками.

Объем вещества поглощенного водной растительностью в бассейнах реки зависит от объема воды в реке (W_p) и ее загрязненности (C_p), то есть определяется из следующего уравнения: $B = B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)$, где $B_{\max}$ - максимальный объем вещества поглощенного водной растительностью: $B_{\max} = b_{\max} \cdot W_{\bar{o}}$, $b_{\max}$ - максимальный объем вещества, поглощаемый водной растительностью из единицы объема воды; $S(w)$ - относительная продуктивность водной растительности зависящая от объемов воды в реках; $S(c)$ - относительная продуктивность водной растительности зависящая от загрязненности воды в реках.

Для оценки условий формирования гидрохимического режима стока речных бассейнов составляющие уравнения баланса вещества представим в следующем виде:

$$W_p \cdot C_p = g_{b\bar{o}} \cdot F_{\bar{o}} + W_b \cdot C_b - W_{bn} \cdot C_p + W_{nз} \cdot C_{nз} - B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c).$$

При этом объем возвратных вод можем представить следующем виде:

$$W_b = K_b \cdot W_{bn} = K_{bk} \cdot W_{bk} + K_{bno} \cdot W_{bno} + K_{bo} \cdot W_{bo},$$

где K_b - коэффициент возвратных вод; K_{bk} - коэффициент возвратных вод городского коммунально-бытового хозяйства; K_{bno} - коэффициент возвратных вод промышленных объектов; K_{bo} - коэффициент возвратных вод с орошаемых земель.

С целью несколько упростить решаемые задачи, уравнение гидрохимического баланса вещества речных бассейнов, представим их в следующем виде:

$$W_p \cdot C_p = g_{b\bar{o}} \cdot F_{\bar{o}} + W_b \cdot C_b - W_{bn} \cdot C_p + W_{nз} \cdot C_{nз} - B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c).$$

С учетом, что $W_b = K_b \cdot W_{bn}$ уравнение гидрохимического баланса веществ речных бассейнов можно записать в следующем виде:

$$W_p \cdot C_p = g_{b\bar{o}} \cdot F_{\bar{o}} + W_{bn} \cdot K_b \cdot C_b - W_{bn} \cdot C_p + W_{nз} \cdot C_{nз} - B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c).$$

Если отношения объема речного стока (W_p) к бытовому стоку реки ($W_{\bar{o}}$) обозначим буквой A , тогда уравнение гидрохимического баланса веществ речных бассейнов примет следующий вид:

$$A \cdot C_p = \frac{g_{b\bar{o}} \cdot F_{\bar{o}}}{W_{\bar{o}}} + \frac{W_{bn} \cdot K_b \cdot C_b}{W_{\bar{o}}} - \frac{W_{bn} \cdot C_p}{W_{\bar{o}}} + \frac{W_{nз} \cdot C_{nз}}{W_{\bar{o}}} - \frac{B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{W_{\bar{o}}}$$

или

$$A \cdot C_p = \frac{gb\bar{o}}{g\bar{o}} + \frac{W_{bn}}{g\bar{o} \cdot F\bar{o}} (K_b \cdot C_b - C_p) + \frac{W_{n3} \cdot C_{n3}}{g\bar{o} \cdot F\bar{o}} - \frac{B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{g\bar{o} \cdot F\bar{o}}.$$

После некоторых преобразований уравнение гидрохимического баланса веществ речных бассейнов получим:

$$A \cdot C_p = \frac{gb\bar{o}}{g\bar{o}} + \frac{g_{bn}}{g\bar{o}} (K_b \cdot C_b - C_p) + \frac{g_{n3} \cdot C_{n3}}{g\bar{o}} - \frac{b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{g\bar{o}}$$

или

$$A \cdot C_p + \frac{g_{bn}}{g\bar{o}} \cdot C_p = \frac{gb\bar{o}}{g\bar{o}} + \frac{g_{bn}}{g\bar{o}} \cdot K_b \cdot C_b + \frac{g_{n3} \cdot C_{n3}}{g\bar{o}} - \frac{b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{g\bar{o}}.$$

Для оценки изменения концентрации речного стока, приведенное уравнение баланса веществ в речных бассейнах проводим некоторые преобразования, то есть:

$$C_p \left(A + \frac{g_{bn}}{g\bar{o}} \right) = \frac{gb\bar{o}}{g\bar{o}} + \frac{g_{bn}}{g\bar{o}} \cdot K_b \cdot C_b + \frac{g_{n3} \cdot C_{n3}}{g\bar{o}} - \frac{b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{g\bar{o}}$$

или

$$C_p (A \cdot g\bar{o} + g_{bn}) = gb\bar{o} + g_{bn} \cdot K_b \cdot C_b + g_n \cdot C_n - b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c),$$

Преобразованное уравнение баланса вещества решим относительно C_p , тогда получим:

$$C_p = \frac{gb\bar{o}}{(A \cdot g\bar{o} + g_{bn})} + \frac{g_{bn} \cdot K_b \cdot C_b}{(A \cdot g\bar{o} + g_{bn})} + \frac{g_n \cdot C_n}{(A \cdot g\bar{o} + g_{bn})} - \frac{b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{(A \cdot g\bar{o} + g_{bn})}.$$

Как видно из структуры уравнение баланса веществ в речных бассейнах внешнее воздействие на речную экосистему характеризуется первыми тремя слагаемыми и с помощью их можно оценить концентрации воды речных бассейнов в зависимости от уровня техногенного воздействия антропогенной деятельности:

$$C_{pm} = \frac{gb\bar{o}}{(A \cdot g\bar{o} + g_{bn})} + \frac{g_{bn} \cdot K_b \cdot C_b}{(A \cdot g\bar{o} + g_{bn})} + \frac{g_n \cdot C_n}{(A \cdot g\bar{o} + g_{bn})},$$

где C_{pm} – концентрация воды речных бассейнов, сформировавшихся под воздействием антропогенной деятельности.

Следовательно, когда известно концентрация воды речных бассейнов в зависимости от уровня техногенного воздействия антропогенной деятельности (C_{pm}), тогда можно определить концентрацию воды речных бассейнов с учетом самоочищения воды с деятельностью водной растительности по следующей зависимости:

$$C_p = C_{pm} - \frac{b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{(A \cdot g\bar{o} + g_{bn})}.$$

Функции $S(w)$ и $S(c)$ – представляют собой однофакторные зависимости, имеющие вид куполообразных кривых, которые хорошо описываются уравнением В. В. Шабанова[8]:

$$S(w) = \left(\frac{w_i}{w_{opt}} \right)^{\gamma \cdot w_{opt}} \left(\frac{w_{\max} - w_i}{w_{\max} - w_{opt}} \right)^{\gamma_w \cdot (w_{\max} - w_{opt})};$$

$$S(c) = \left(\frac{C_i}{C_{opt}} \right)^{\gamma \cdot C_{opt}} \left(\frac{C_{\max} - C_i}{C_{\max} - C_{opt}} \right)^{\gamma_c \cdot (C_{\max} - C_{opt})},$$

где w_{opt} – оптимальное значение объема воды в реке; $w_{\max}$ – максимальное значение объема воды в реке; w_i – фактическое значение объема воды в реке; γ_w – параметр саморегулирования растений в водной среде; C_{opt} – оптимальное значение загрязненности

речной воды; $C_{\max}$ - максимальное значение загрязненности речной воды; C_i - фактическое значение загрязненности речной воды; γ_c - параметр саморегулирования растений в загрязненной среде.

Таким образом, разработанные на основе существующих математических моделей продуктивности водной среды можно определить экологически допустимые пределы антропогенного воздействия на основе принципа Ле-Шателье-Брауна, которые показывают, что после любых изменений элементов естественной среды (вещественного состава, энергии, информации, скорости естественных процессов) обязательно развиваются цепные реакции, которые стараются нейтрализовать эти изменения или формирования новых природных систем, образования которых при значительных изменениях среды может принять необратимый характер [9].

Обсуждения результатов исследования

Для проверки диапазона применимости разработанной модификации математических моделей для оценки степени экологически допустимого водозабора и сброса загрязненных сточных вод городов и промышленных объектов, а также коллекторно-дренажных вод с орошаемых земель проводим демонстрационный расчет с использованием следующих данных реки Каратал: максимальное значение объема воды в реке ($w_{\max}$) -4.21 км³; оптимальное значение объема воды в реке (w_{opt}) -3.69 км³; фактическое значение объема воды в реке (w_i) -2.28-4.21 км³; максимальная для растений концентрация вещества в реке ($C_{\max}$) -0.5 мг/л; оптимальная для растений концентрация вещества в реке (C_{opt}) -0.25 мг/л; фактическая концентрация вещества в реке (C_i) - ; параметр саморегулирования растений (γ) -0.50 (таблица 3).

Таблица 3 – Значения функции $S(w)$ и $S(c)$, зависящие от объемов воды и загрязненности воды в реках Каратал

w_i	$S(w)$	$S(c)$										
		C_i										
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
		0.000	0.879	0.946	0.977	0.994	1.000	0.991	0.978	0.945	0.882	0.000
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	0.090	0.000	0.079	0.085	0.088	0.089	0.090	0.082	0.088	0.085	0.079	0.000
1.00	0.144	0.000	0.127	0.136	0.141	0.143	0.144	0.143	0.141	0.136	0.127	0.000
1.50	0.291	0.000	0.256	0.275	0.284	0.289	0.291	0.288	0.285	0.275	0.257	0.000
2.00	0.470	0.000	0.413	0.444	0.459	0.467	0.470	0.466	0.460	0.444	0.414	0.000
2.50	0.664	0.000	0.584	0.609	0.649	0.660	0.664	0.605	0.649	0.608	0.586	0.000
3.00	0.850	0.000	0.747	0.804	0.830	0.845	0.850	0.842	0.831	0.803	0.750	0.000
3.50	0.982	0.000	0.863	0.929	0.959	0.976	0.982	0.973	0.960	0.928	0.866	0.000
4.00	0.916	0.000	0.805	0.866	0.895	0.910	0.916	0.908	0.896	0.865	0.808	0.000
4.21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

По данным таблицы 3 построены графики функций $S(w)$ и $S(c)$, зависящие от объемов воды и загрязненности воды в реках Каратал (рисунок 2) показывают, что характерным признаком кривых является их однообразие. Это еще раз подтверждает предположение о том, что различные по обеспеченности продуктивности водной растительности обуславливаются водным ресурсам реки Каратал, а требования к водным условиям для максимальной продуктивности водной растительности является генотипическим признаком.

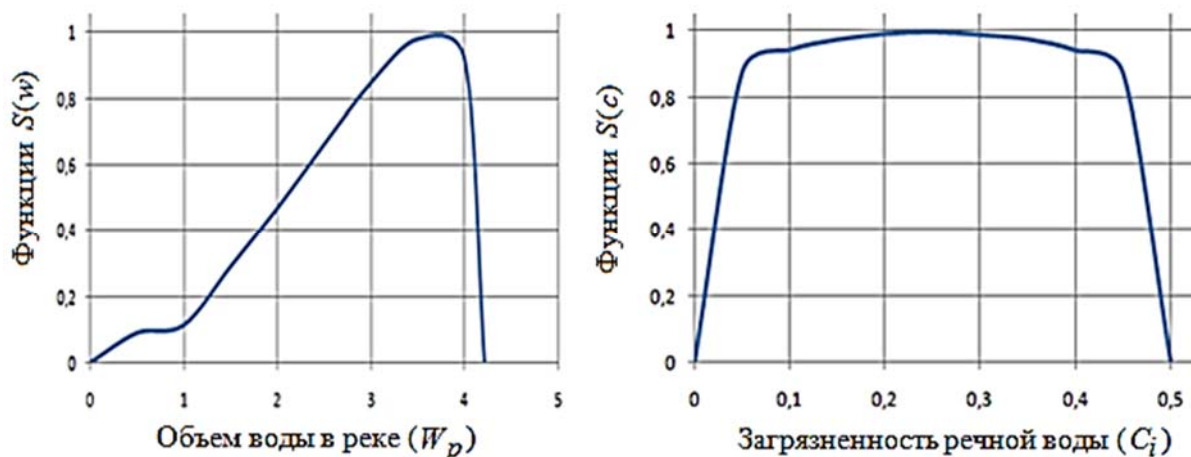


Рисунок 2- Зависимость относительной продуктивности водной растительности от объемов воды (а) и загрязненности (б) воды в реке Каратал

Вторым признаком является то, что практически существующие загрязненности воды реки Каратал, еще находятся в пределах саморегуляции водной растительности и поэтому их диапазон допустимых значений загрязнения располагается в пределах точек перегиба, которые в свою очередь полностью определяются положением точек перегиба кривых $S(c)$

Как видно из таблицы 3, можно построить совместный график функции $S(w)$ и $S(c)$, зависящая от объемов воды и загрязненности воды в реке Каратал, позволяющая оценить степени экологически допустимого водоотбора из реки и сброса в нее загрязненных сточных вод городов и промышленных объектов, а также коллекторно-дренажных вод с орошаемых агроландшафтов.

Выводы

Природная речная вода являются транспортным средством для перераспределения химических элементов между биогеоценозами, в них постоянно идут химические реакции, то есть саморегуляции водной растительности, что требует их учитывать при определении экологически допустимого водоотбора и загрязнении малых речных бассейнов.

Литература

1. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Жанымхан К. Геоморфологический анализ водосборов бассейна реки Каратал // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Казахского национального аграрного университета / «Новая стратегия научно-образовательных приоритетов в контексте развития АПК».- Алматы, 2015.- С.34-38
2. Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистем транзональных рек Казахстана.- Алматы: Канагат, 2007.- 516 с.
3. Фацевский Б.В. Экологическое обоснование допустимой степени регулирования речного стока.- Минск: БелНИИТИ, 1989.- 186 с.
4. Мустафаев Ж.С., Мустафаева Л.Ж. Методологические основы экономико-экологической эффективности использования водно-земельных ресурсов // Материалы Республиканской научно-практической конференции / Повышение эффективности системы сельскохозяйственного водопользования.- Алматы, .- С. 198-204.
5. Мустафаев Ж.С., Мустафаева Л.Ж., Койбагаров К.Б., Мустафаев К.Ж. Методология оценки эколого-экономической эффективности природообустройства

агроландшафтов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета.- Барнаул, 2007.-№6(32).- 24-28.

6. *Мустафаев К.Ж.* Методологические основы экологической оценки емкости природных систем.- Тараз, 2014. -316 с.

7. *Маркин В.Н.* Определение экологически допустимого воздействия на малые реки // Мелиорация и водное хозяйство, 2005.- №4.-8-11.

8. Комплексное использование водных ресурсов и охрана природы.- Под ред. В.В. Шабанова.- М. Колос, 1990.- 360 с.

9. *Шабанов В.В.* Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет.- Л.: Гидрометеоиздат, 1981.-141 с.

10. *Тарко А.М.* Устойчивость биосферных процессов и принцип Ле-Шателье // Доклад АН РФ, 1995.- - том 343.-№3.- С.393-395.

Жанымхан Қ., Мұстафаев Ж.С., Қозыкеева Ә.Т.

БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ АЛАБЫНДАҒЫ КІШІ ӨЗЕНДЕРДІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ТӘРТІБІНІҢ ҚАЛЫПТАСУ ЕРЕКШЕЛІГІ

Аңдатпа

Қазіргі кездердегі Ле-Шателье-Браун қағидасына негізделген су ортасының өнімділігі арқылы табиғи-техногендік әсердің экологиялық шектелген шамасын анықтауға мүмкіншілік беретін математикалық үлгілерді пайдалана отырып, оның жетілдірілген жүйелік түрін құру үшін, су жүйесінің табиғи және техногендік әсерлерін толық ескере отырып, өзен алабының гидрохимиялық теңгермелік теңдеуінің негізінде су экожүйесін сипаттайтын және экологиялық орнықтылықта болатын математикалық үлгінің жүйесі құрылды.

Кілт сөздер: үлгі, баға, қор, табиғат, өзен, шығын, ағын, қайтарма су, суды тұтыну, ластану, функция, тұз, дәлелдеме.

Zhanymhan K., Mustafayev Zh.S., Kozykееva A.T.

FEATURES OF FORMATION HYDROGEOCHEMICAL MODE OF SMALL RIVERS BASIN LAKE BALKHASH

Annotation

On the basis of the existing mathematical models of aquatic productivity allowing to define environmentally acceptable limits of human exposure based on the principle of Le Chatelier-Brown, developed one of the modifications of mathematical models based functions on the base equation hydrochemical balance of substances river basins, which describes the water behavior of the system, taking into account all natural and anthropogenic factors that characterize the behavior of the aquatic ecosystem in a state of stable equilibrium

Keywords: model, assessment, resources, nature, river, flow, flow, return water, water consumption, pollution, function, salt factors.