N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES
ISSN 2224-526X
Volume 6, Number 36 (2016), 94 – 103

K. Zh. Mustafayev, Zh. S. Mustafayev, A. T. Kozykeeva,
G. A. Adilbektegi, S. Z. Zhigitova

«Water Engineering and Amelioration Technical Society» JCS, Taraz, Kazakhstan,
Kazakh National Agrarian University, Almaty. Kazakhstan,
L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
M. Kh. Dulaty Taraz State University, Taraz, Kazakhstan.
E-mail: kmustafaev@gmail.com; z-mustafa@rambler; rualiya.kt@yandex.ru; adilbekova.gulmira@yandex.kz

EVALUATION OF MOISTURE AND HEAT LANDSCAPES OF NORTHERN KAZAKHSTAN WITH REGARD TO CLIMATE CHANGE

Abstract. On the basis of the laws of geographic zoning and natural process we developed integrated mathematical model of the natural system, which provides an assessment of changes in natural systems due to climate change, which is used to assess the moisture and heat supply landscapes of Northern Kazakhstan in view of global climate change.

Keywords: assessment, climate, nature, area, system, model, geography, heat, humidity, security, productivity, landscape, change, process, temperature, precipitation.

УДК 910.1

К. Ж. Мустафаев, Ж. С. Мустафаев, А. Т. Козыкеева,
Г. А. Адильбектеги, С. З. Жигитова

ТОО «НТО Гидротехника и мелиорация», Тараз, Казахстан,
Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Тараз, Казахстан,
Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Тараз, Казахстан,
Таразский государственный университет им М. Х. Дулати, Тараз, Тараз, Казахстан

ОЦЕНКА ВЛАГО- И ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Аннотация. На основе законов географической зональности и природного процесса разработана интегральная математическая модель природной системы, обеспечивающая оценку изменения ареалов природной системы с учетом глобального изменения климата, которая использована для оценки влаго- и теплообеспеченности ландшафтов Северного Казахстана с учетом глобального изменения климата.

Ключевые слова: оценка, климат, природа, ареал, система, модель, география, зона, тепло, влага, обеспеченность, продуктивность, ландшафт, изменение, процесс, температура, атмосферные осадки.

Введение. Решение многих вопросов системы природопользования, связанных с пониманием процессов функционирования природных комплексов, во многом осложняется не недостатком информационного обеспечения, а отсутствием надежных теоретических построений и апробированных методологических обеспечений, позволяющих оценить состояние и прогнозировать их изменения воздействием природной и антропогенной деятельности.

Как известно, основные закономерности процессов развития природных систем формируются широтной зональностью, определяющиеся распределением тепла и влаги на поверхности и высотной поясностью, обусловленной наличием географических зон с различными абсолютными высотами.

В настоящее время в результате антропогенной деятельности происходит повсеместная антропогенная трансформация природных систем, что требует необходимости проведения комплексной оценки взаимодействия природы и общества, происходящая на одной территории в одно и то же время. Изменения структуры ландшафтов под воздействием антропогенной деятельности ведет, прежде всего, к трансформации растительного покрова, снижению природного потенциала и экологической устойчивости в целом. Для оценки степени изменения природной системы в условиях природной и антропогенной деятельности с учетом глобального изменения климата возникает необходимость построения интегральной математической модели природных систем в соответствии законов географической зональности, которые позволяют придать количественные значения качественным изменениям ареалов, занимаемых природными системами.

Цель исследования. На основе законов географической зональности и природного процесса разработать интегральную математическую модель природных систем, обеспечивающую оценку изменения ареалов природных систем с учетом глобального изменения климата.

Методика и материалы исследования. При моделировании природных систем, позволяющих придать количественные значения количественным изменениям ареалов, занимаемых природными экосистемами, при изменении климата можно использовать все географические зоны, которые считаются однородными, характеризующие некоторыми интегральными величинами продуктивности ландшафтов.

В качестве интегральной величины, характеризующей состояние природной системы, была выбрана продуктивность растительного покрова ландшафтов. Она может быть определена соотношением таких осредненных индикаторных величин, как суммарная солнечная радиация (кДж/см^2), продолжительность безморозного периода (дни), продолжительность периода с вегетационной активной температурой выше 10 °С (дни), сумма среднесуточных температур (град.), количество атмосферных осадков за год (мм), количество атмосферных осадков за теплый период (мм), испаряемость (мм) и длительность вегетационного периода (дни).

Создание полной корректной математической модели формирования продуктивности растительного покрова крайне затруднительно и приходится прибегать к уменьшению числа анализируемых факторов, сосредоточившись на самых главных, определяющих производственный потенциал природной системы.

При этом связь между продуктивностью растительного покрова ($У$) и индикатором природных систем можно найти, используя зависимость от суммы среднесуточных температур воздуха, длительности вегетационного периода и фактора плодородия почвы, а также количества осадков [1-10]:

$$У_i = У_{max} \cdot K_t \cdot K_w \cdot K_T \ ,$$

где $У_i$ - продуктивность растительного покрова природной системы; $У_{\max}$ - максимальная продуктивность растительного покрова при определенных гидротермических условиях; K_t - коэффициент, определяющийся температурным режимом вегетационного периода; K_w - коэффициент, определяющийся режимом увлажнения; K_T - коэффициент, определяющийся длительностью вегетационного периода.

Поскольку потребности растений в растительном покрове природной системы в тепле, влаге и длительность вегетационного периода различны и в связи с этим различны зависимости продуктивности от температуры режима, режима увлажнения и длительности вегетационного периода, ее удобно выражать в долях от оптимума, благодаря чему получается обобщенная для различных растений зависимость $K_t = f(\Sigma t_i / \Sigma t_{onm})$, $K_w = f(W_i / W_{onm})$ и $K_T = f(T_i / T_{onm})$, где Σt_i - сумма среднесуточной температуры вегетационного периода; Σt_{onm} - оптимальная сумма среднесуточной температуры вегетационного периода; $W_i = O_{ci}$ - количество осадков; $W_{onm} = O_{conm}$ -

необходимое или оптимальное количество осадков; T_i - длительность вегетационного периода; $T_{опт}$ - оптимальная длительность вегетационного периода.

Как известно, с учетом закона толерантности, продуктивность растительного покрова от влагообеспеченности (K_w) аппроксимируется уравнением параболы и для их математического описания можно использовать формулу В.В. Шабанова [7] в следующем виде изменения [3-10]:

$$K_W = \left(\frac{E_i - E_{\min}}{E_{опт} - E_{\min}}\right)^{\beta} \left(\frac{E_{\max} - E_i}{E_{\max} - E_{эо}}\right)^{\beta\left(\frac{E_{опт} - E_{эо}}{E_{эо} - E_{\min}}\right)},$$

где $E_{опт}$ - оптимальная биологическая водопотребность растений; $E_{эо}$ - экологическая водопотребность растений; E_i - фактическая водопотребность растений; $E_{\min}$, $E_{\max}$ - соответственно нижняя и верхняя границы нормы водопотребности сельскохозяйственных культур, при которой урожай равен нулю; γ_i - параметр, характеризующий отзывчивость растений отклонению влагообеспеченности.

При этом следует отметить, что первая часть уравнения полностью характеризует уровень формирования урожайности сельскохозяйственных культур влагообеспеченности, а вторая часть - влияние нормы водопотребности на почвообразовательные процессы орошаемых земель, которые в определенной степени оказывают влияние на продуктивность растений.

В качестве основного критерия теплообеспеченности сельскохозяйственных культур принимают сумму активных температур, получаемую суммированием всех среднесуточных положительных температур, равных и больших +10°С за продукционный период - от всхода весной до созревания урожая. При этом для описания продуктивности сельскохозяйственных культур от теплообеспеченности использованы три термического показателя: максимальная сумма температур выше 10°С (Σt_i), характеризующая возможные теплоресурсы в регионе и минимальные ($\Sigma t_{\min}$) и максимальные ($\Sigma t_{\max}$) суммы биологически активных температур, необходимые для вызревания растений.

Коэффициент (K_t), определяющийся температурным режимом вегетационного периода, описывается следующим выражением [3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10]:

$$K_t = \left(\frac{\Sigma t_i - \Sigma t_{\min}}{\Sigma t_{\max} - \Sigma t_{\min}}\right)^{\beta} \left(\frac{\Sigma t_{\max} - \Sigma t_{опт}}{\Sigma t_{\max} - \Sigma t_i}\right)^{\beta\left(\frac{\Sigma t_{max} - \Sigma t_{опт}}{\Sigma t_{опт} - \Sigma t_{\min}}\right)},$$

где Σt_i - фактическая сумма температуры воздуха за вегетационный период; $\Sigma t_{опт}$ - оптимальная сумма температуры воздуха за вегетационный период, необходимая для вызревания растения; $\Sigma t_{\min}$ - минимальная сумма температуры воздуха за вегетационный период, необходимая для вызревания растения; $\Sigma t_{\max}$ - максимальная сумма температуры воздуха за вегетационный период, необходимая для вызревания растения.

Учитывая симметрию формы кривой коэффициента теплообеспеченности, примем оптимальное для фотосинтеза сумму температуры воздуха за вегетационный период как среднее арифметическое между максимальным и минимальным для фотосинтеза суммы температуры воздуха за вегетационный период, то есть $\Sigma t_{опт} = (\Sigma t_{\min} + \Sigma t_{\max})/2$.

Коэффициент (K_T), определяющийся длительностью вегетационного периода, можно определить как отношение продолжительности вегетационного периода к количеству дней в год, то есть $K_T = T_i / 365$.

При моделировании процесса изменения ареалов природных экосистем под влиянием изменений климата были также введены комплексные функции, характеризующие, с одной стороны, потепление и иссушение климата, а с другой - его похолодание и увлажнение, представленные в