

УДК 551.4: 631.92

Адилбектеги Г.А., Мустафаев Ж.С.,  
Козыкеева А.Т., Жигитова С.З.

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана,  
Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы,  
Таразский государственный университет им М.Х.Дулати, г. Тараз*

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ПРИРОДНОЙ СИСТЕМЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

### Аннотация

На основе предложенной методики оценки экологической емкости природной системы определены экологические емкости природной системы Северного Казахстана в разрезе областей и районов, которые позволяют рационально использовать природно-ресурсный потенциал и размещения производительных сил агропромышленного комплекса региона.

**Ключевые слова:** природа, система, оценка, экология, емкость, энергия, баланс, ландшафт, «индекс сухости», урожай, потенциал, ресурсы.

### Введение

Основным принципиальным условием анализа экологического равновесия в биосфере является определение критических уровней антропогенных воздействий на природную среду, превышение которых ставит под угрозу поглощающую и регенерационную способность природных ресурсов. Разница между фактическими значениями воздействий и пороговыми уровнями позволяет судить о степени экологической опасности для здоровья населения и окружающей среды.

При этом следует учитывать, что экономика и экология находятся в неразрывном единстве и взаимосвязи. В свою очередь, эколого-экономические системы (ЭЭС), складывающиеся в ходе естественной эволюции, тонко сбалансированы. Имеются такие границы, которые нельзя переступать, не создавая угрозы для жизнедеятельности системы в целом. В последнее десятилетие человечество вплотную подошло ко многим из этих порогов, поэтому важной задачей является формирование системы экологических ограничений, в рамках которых должна развиваться экономика. Очевидно, что экономический рост после превышения границы допустимых возмущений стал выступать как основной дестабилизирующий фактор для окружающей среды, а через нее - и для человека.

Поэтому оценка экологической емкости природной системы является одной из приоритетных задач геоэкологических исследований, без решения которой невозможна выработка научно обоснованной системы экологических ограничений.

### Цель исследования

На основе законов и принципов природного процесса разработать методику оценки экологической емкости природной системы и использования их для прогнозирования экологической емкости природной системы Северного Казахстана.

### Методика и материалы исследования

Интенсивность накопления биомассы конкретного растения в природной системе, даже при находящихся в оптимуме всех регулирующих факторов, зависит от количества фотосинтетически активной радиации ( $R$ ), которая определяется затратами солнечной энергии в биогеоценозе на почвообразование ( $Q_n$ ). Это позволяет рассчитывать экологическую емкость ландшафтов, на основе продуктивности биоценоза на основе зависимости формирования относительной продуктивности растений от динамики гидротермического коэффициента, то есть «индекса сухости» - ( $\bar{R}$ ) в условиях антропогенной деятельности [1].

Среди интегральных критериев изменения средообразующих факторов в результате проведения комплексных мелиораций можно использовать показатель гидротермического режима, который характеризует тепло- и влагообеспеченность растений и учитывает природно-климатические условия – «индекс сухости» Будыко. В естественных условиях «индекс сухости» определяется как [2]:

$$\bar{R}_0 = R / LO_c \text{ ,}$$

где  $R$  – радиационный баланс,  $\text{кДж/см}^2$ ;  $O_c$  – атмосферные осадки, мм;  $L$  – скрытая теплота парообразования,  $\text{кДж/см}^3$ .

Экологическая емкость ландшафтов, характеризует максимально–возможный уровень повышения продуктивности ландшафтов на основе антропогенной деятельности человека, которая обеспечивает или сохраняет экологическую устойчивость и стабильность природных систем.

В условиях антропогенной деятельности, когда обеспечивается сбалансированность тепла и влаги ( $\bar{R}=1.0$ ), затраты энергии на почвообразование увеличиваются, следовательно, и экологическая емкость ландшафтов, которую можно определить по формулам [3; 4; 5; 6; 7; 8]:

$$\mathcal{E}E_{\text{л}} = \mathcal{E}П_{\text{сх}} \cdot F_{\text{л}} \text{ или } \mathcal{E}E_{\text{л}} = \Delta Q \cdot F_{\text{л}} \text{ ,}$$

где  $F_{\text{л}}$  – площадь ландшафтов, га;  $\mathcal{E}П_{\text{сх}}$  – энергетический потенциал растительного покрова ландшафтов или агроландшафтов.

Агроландшафт является открытой биологической системой, аккумулирующей солнечную энергию, которая в природе используется для формирования биомассы растений и сельскохозяйственных культур. Для оценки продуктивности растительного сообщества или сельскохозяйственных культур можно использовать метод эталонных урожаев:  $ПУ$  – потенциальный урожай;  $ДВУ$  – действительно возможный урожай;  $УП$  – урожай в производстве;  $РУ$  – реальный урожай. Разность между  $ПУ$  и  $ДВУ$  – это недобор урожая, вызванный неблагоприятными агроклиматическими условиями, между  $ДВУ$  и  $УП$  – это недобор из-за недостаточных агроклиматических условий при оптимальных управляющих воздействиях (агротехника и орошение), между  $УП$  и  $РУ$  – это недобор из-за неблагоприятного мелиоративного режима почв. Для приближенной оценки потенциального урожая ( $ПУ$ ) можно использовать формулу [9]:

$$ПУ = \eta \cdot K_{\text{хоз}} \cdot R / q \text{ ,}$$

где  $\eta$  – потенциальный КПД посева или сельскохозяйственных культур;  $R$  – фотосинтетически активная радиация (ФАР), в  $\text{МДж/м}^2$ ;  $K_{\text{хоз}}$  – коэффициент, определяющий хозяйственно ценную часть урожая;  $q$  – удельная теплота сгорания, в  $\text{МДж/кг}$ .

Действительно возможный урожай  $ДВУ$  сельскохозяйственных культур может быть рассчитан по формуле [10]:

$$ДВУ = ПУ \cdot \overline{ПОЗ(R)},$$

где  $\overline{ПОЗ(R)}$  - коэффициент, характеризующий продуктивность орошаемых земель [10].

Реальную урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от климатических, почвенно-мелиоративных и гидрогеохимических факторов можно рассчитывать по формуле [11]:

$$ПУ = ДВУ \cdot \prod_{i=1}^n K_i = ДВУ \cdot K_w \cdot K_t \cdot K_q \cdot K_s \cdot K_o \cdot K_{sar},$$

где  $K_w$  - коэффициент, учитывающий отклонение влажности активной части корнеобитаемого слоя почвы от оптимальной для растений величины;  $K_t$  - коэффициент, характеризующий температурную обеспеченность природных условий;  $K_q$  - фотосинтетический коэффициент, характеризующий изменение потенциально максимального урожая с отклонением ФАР от среднесуточных значений;  $K_s$  - коэффициент снижения урожая из-за присутствия в почве токсичных солей;  $K_o$  - коэффициент снижения урожая из-за присутствия в оросительной воде токсичных солей;  $K_{sar}$  - коэффициент, учитывающий возможность снижения урожайности из-за осолонцевания почвы.

Энергетический потенциал сельскохозяйственных культур ( $ЭП_{cx}$ ) определяется по формуле [3; 4; 5; 6; 7; 8]:

$$ЭП_{cx} = ПУ \cdot f \cdot q_o,$$

где  $f$  - коэффициент перевода единицы полученной хозяйственно-ценной продукции в сухое вещество;  $q_o$  - содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества основной продукции сельскохозяйственных культур, МДж.

Прирост потенциально возможной или оптимальной энергии, затраченной на почвообразовательный процесс при соблюдении сбалансированного использования тепла и влаги агроландшафтом, будет равен:

$$\Delta Q = Q_o - Q_n,$$

где  $Q_n = R \cdot \exp(-\alpha_o \cdot \bar{R})$  - затраты энергии на почвообразование в ландшафтах, кДж/см<sup>2</sup>;  $Q_o = R \cdot \exp(-0.9 \cdot \alpha_o)$  - затраты энергии на почвообразование в агроландшафтах, кДж/см<sup>2</sup> [12].

При этом коэффициент, характеризующий уровень роста использования солнечной энергии на почвообразовательный процесс при соблюдении сбалансированного использования тепла и влаги агроландшафтов определяется по формуле:  $\Delta \bar{Q} = Q_o / Q_n$ .

### Результаты исследования

Природно-системные зоны Северного Казахстана являются традиционные зоны земледелия, то есть агропромышленного комплекса, экологическая, социальная и экономическая устойчивости во много зависит от рационального и эффективного использования природных ресурсов с учетом геоэкологических ограничений. Поэтому, оценка и прогнозирование естественных и потенциальных экологических емкостей природной системы обеспечивают оптимальное размещение производительных сил агропромышленного комплекса Северного Казахстана. В связи с этим экологическая емкость природной системы, то есть ландшафтных систем, определена в разрезе областей и районов, чтобы определить располагаемые ими природные ресурсы для развития

агропромышленного комплекса Северного Казахстана с целью обеспечить продовольственную безопасность страны.

На основе разработанных методологического подхода и методики оценки экологической емкости природной системы определены располагаемые экологические емкости в разрезе областей и районов Северного Казахстана (рисунки 1-4).

Как видно из рисунка 1, природная система всех районов Акмолинской области имеют достаточно высокую экологическую устойчивость, то есть удельная экологическая емкость находится в пределах от 59.7 до 71.0 кДж/ га. При этом самая низкая экологическая емкость природной системы наблюдается в условиях Сандыктауского района (59.7 кДж/ га) и самая высокая- Астраханского района (71.0 кДж/ га).

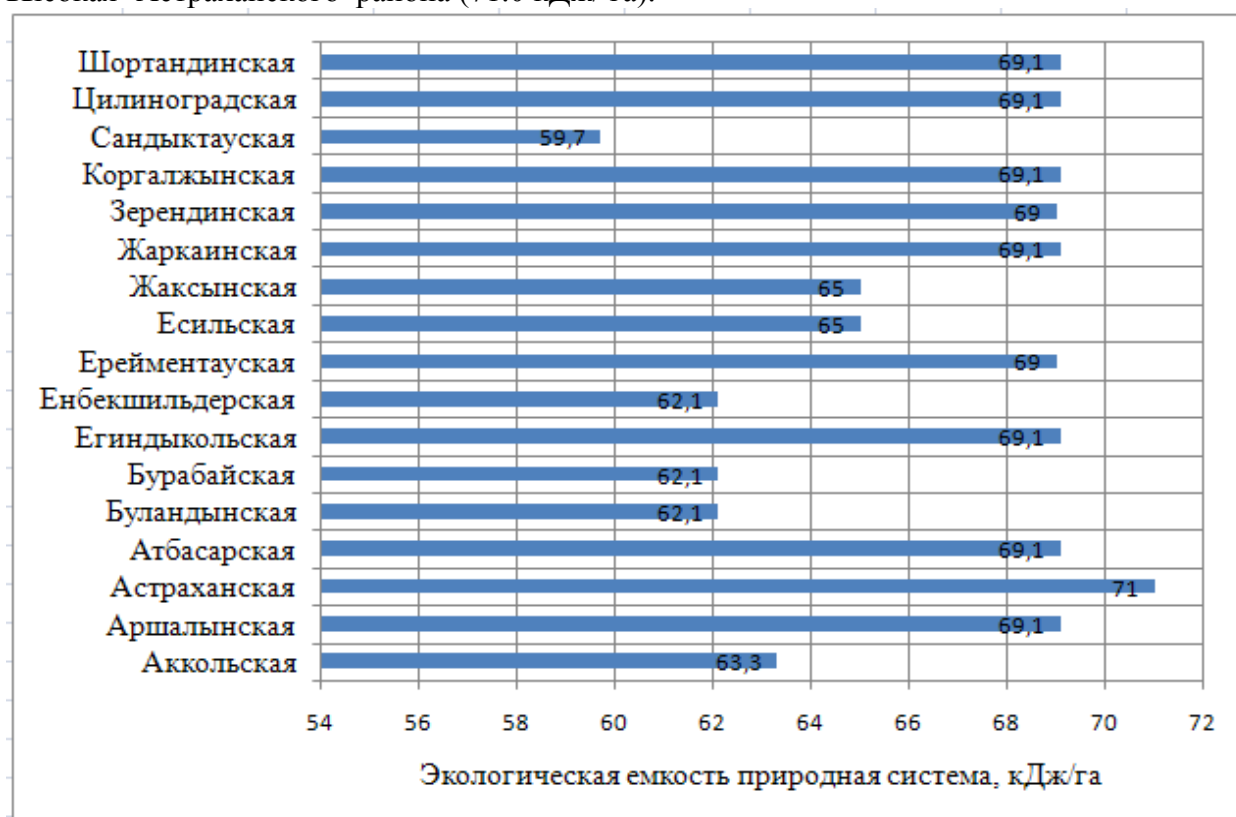


Рисунок 1- Экологическая емкость природной системы Акмолинской области в разрезе районов

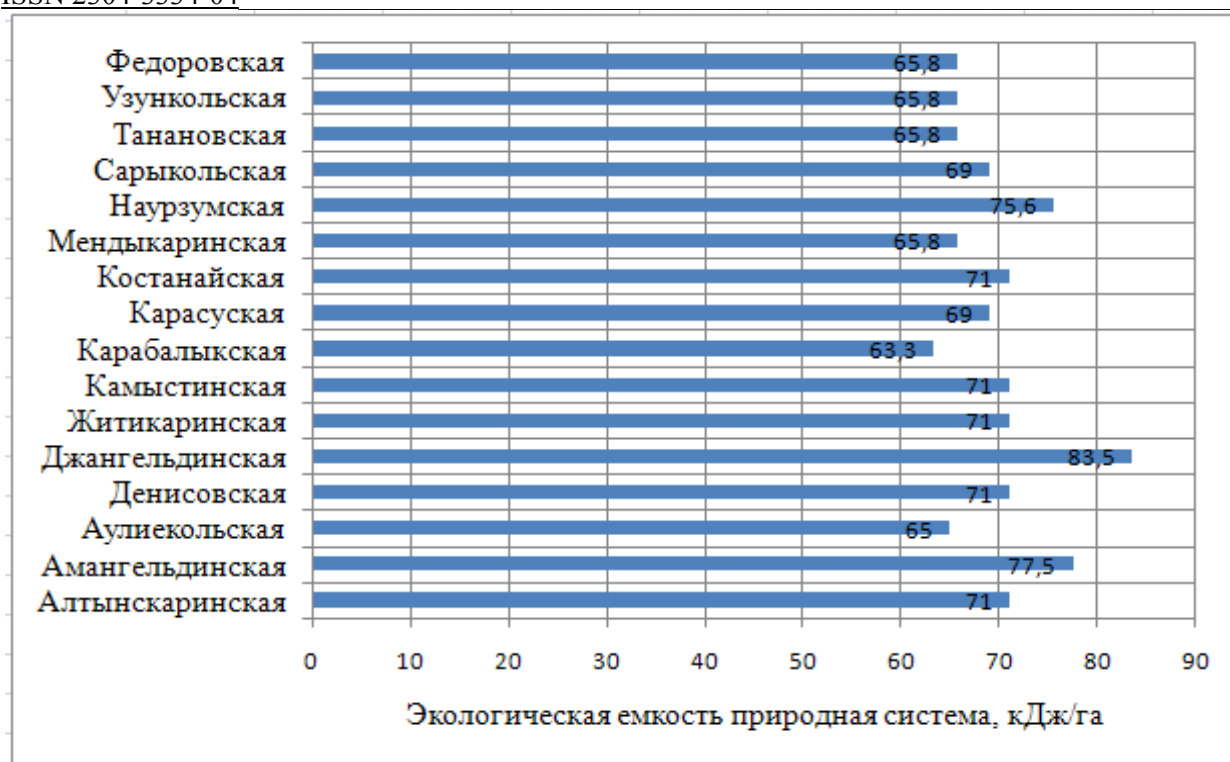


Рисунок 2- Экологическая емкость природной системы Костанайской области в разрезе районов

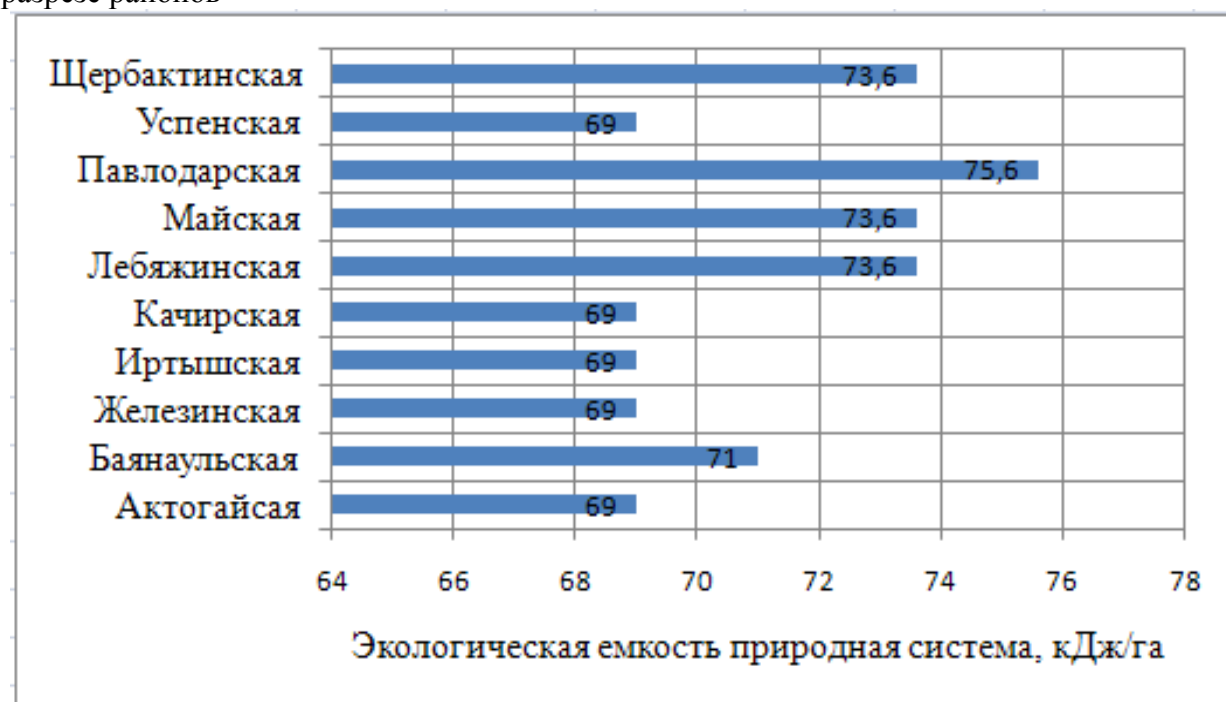


Рисунок 3- Экологическая емкость природной системы Павлодарской области в разрезе районов

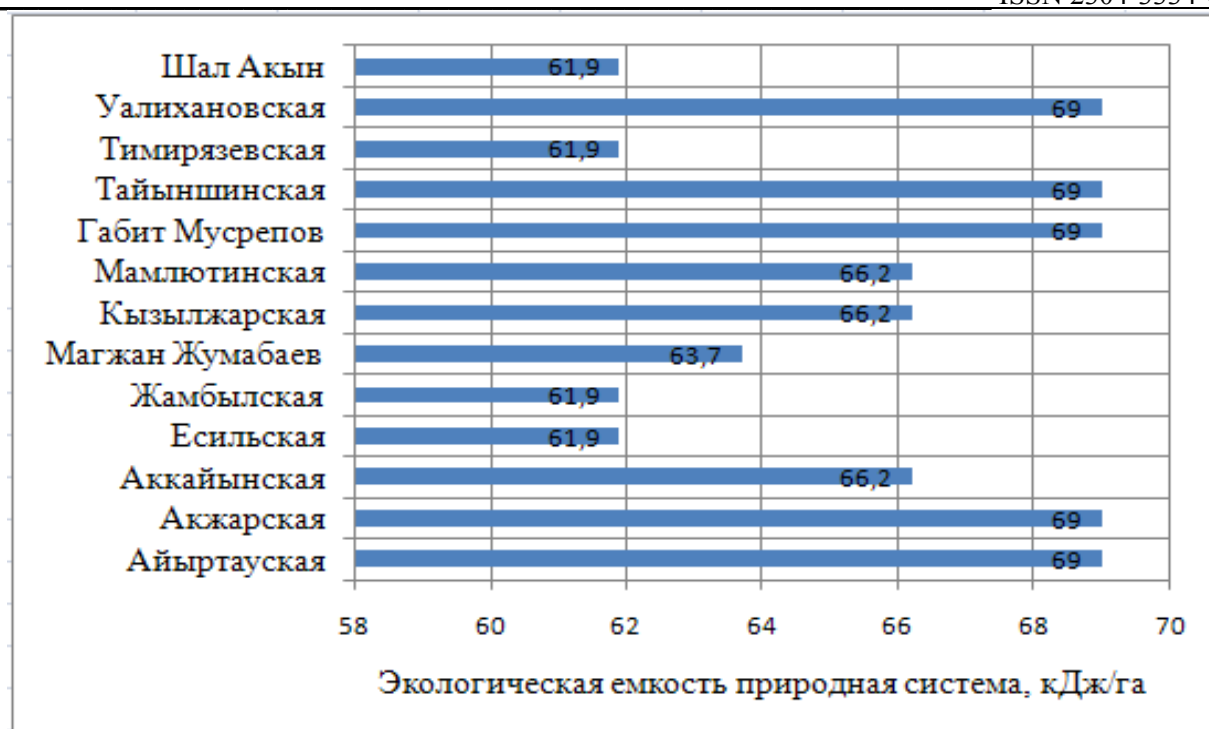


Рисунок 4- Экологическая емкость природной системы Северо-Казахстанской области в разрезе районов

С другой стороны самая высокая экологическая емкость территории наблюдается в Ерейментауском районе, где ее количественное значения составляет 126608 кДж, а самая низкая наблюдается на территории Шортандинского района, то есть 32477 кДж, которая определяется не только величиной экологической емкости, а также во многом зависит от площади занимаемой территории административных районов.

В пределах Костанайской области экологическая устойчивость, то есть удельная экологическая емкость находится в пределах от 63.5 до 83.5 кДж/ га (рисунок 2), то есть самая низкая экологическая емкость природной системы наблюдается в условиях Карабалыкского района (63.5 кДж/ га) и самая высокая - Джангельдинского района (83.5 кДж/ га). При этом самая высокая экологическая емкость территории наблюдается в Джангельдинском районе, где ее количественное значение составляет 313960 кДж, а самая низкая наблюдается на территории Камыстинского района, то есть 20570 кДж.

В пределах Павлодарской области экологическая устойчивость, то есть удельная экологическая емкость находится в пределах от 69.0 до 75.6 кДж/ га (рисунок 3), то есть самая низкая экологическая емкость природной системы наблюдается в условиях Актогайского, Железинского, Иртышского, Качирского и Успенского районов (69.0 кДж/ га) и самая высокая - Павлодарского района (83.5 кДж/ га). При этом самая высокая экологическая емкость территории наблюдается в Майском районе, где ее количественное значение составляет 133216 кДж, а самая низкая наблюдается на территории Успенского района, то есть 37950 кДж.

В пределах Северо-Казахстанской области экологическая устойчивость, то есть удельная экологическая емкость находится в пределах от 61.9 до 69.0 кДж/ га (рисунок 4), то есть самая низкая экологическая емкость природной системы наблюдается в условиях Есильского и Жамбылского районов (61.9 кДж/ га) и самая высокая - Айыртауского, Акжарского и Тайыншинского районов, а также района имени Габита Мусрепова (69.0 кДж/ га).

При этом самая высокая экологическая емкость территории наблюдается в Уалихановском районе, где их количественное значение составляет 88849 кДж, а самая низкая наблюдается на территории Мамлютского района, то есть 27142 кДж.

Для оценки экологической емкости природной системы можно использовать естественную и потенциальную продуктивности растительного покрова ландшафтных систем, которые во многом зависят от тепло- и влагообеспеченности агроклиматических зон.

В связи с достаточно высокой тепло- и влагообеспеченности ландшафтных систем Северного Казахстана естественная продуктивность растительного покрова относительно высокая, так как естественные урожайности сенокосов и пастбищ составляют в пределах от 52,0 до 62,0 ц/га. При этом следует при повышении естественной влагообеспеченности от 0.31 до 1.00 продуктивности сельскохозяйственных угодий могут быть в пределах 75.0-102.8 ц/га (рисунок 5).

В пределах Акмолинской области естественная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем колеблется в пределах от 52.0 до 63.6 ц/га, а потенциальная продуктивность от 75.0 до 87.4 ц/га (рисунок 6). При этом самая высокая естественная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем наблюдается на территории Сандыктауского района, а самая низкая продуктивность на территории Жаксынского района. Самая высокая потенциальная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем наблюдается на территории Астраханского района (87.4 ц/га), а самая низкая - Сандыктауского района (75.0 ц/га).

При этом самая высокая естественная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем наблюдается на территории Джангельдинского района, а самая низкая продуктивность на территории Аулиекольского района. Самая высокая потенциальная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем наблюдается на территории Джангельдинского района (102.8 ц/га), а самая низкая - Карабулакского района (79.5 ц/га).

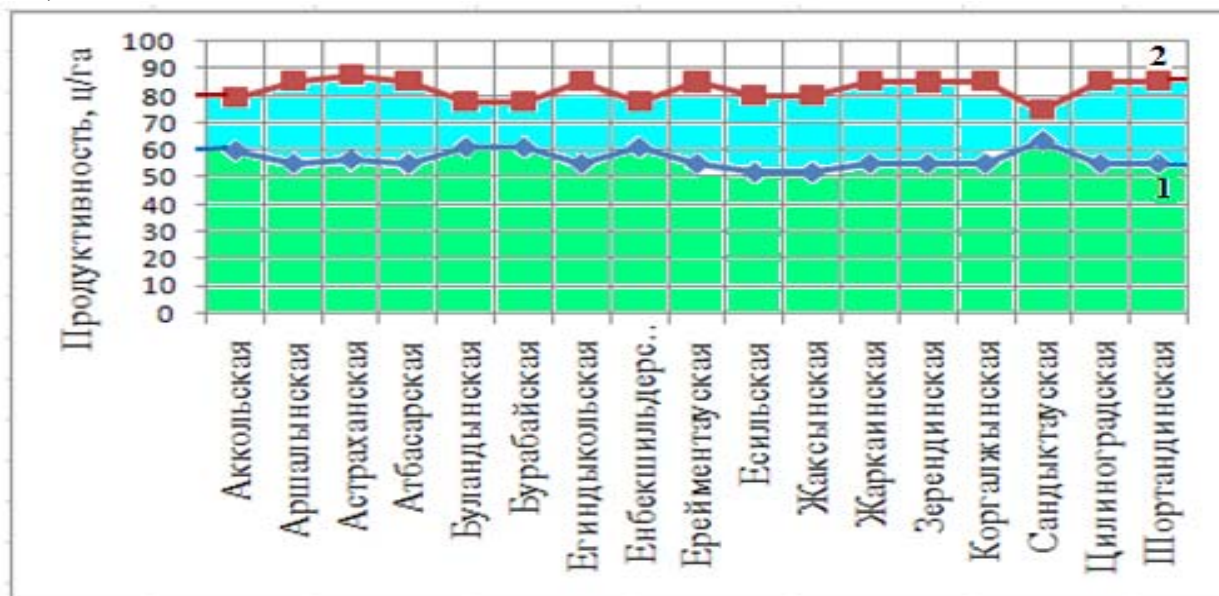


Рисунок 5 – Естественная и потенциальная продуктивности растительного покрова ландшафтных систем Акмолинской области в разрезе районов (1- естественная продуктивность; 2- потенциальная продуктивность)

В пределах Костанайской области естественная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем колеблется в пределах от 52.0 до 66.8 ц/га, а потенциальная продуктивность от 79.5 до 102.8 ц/га (рисунок 6).

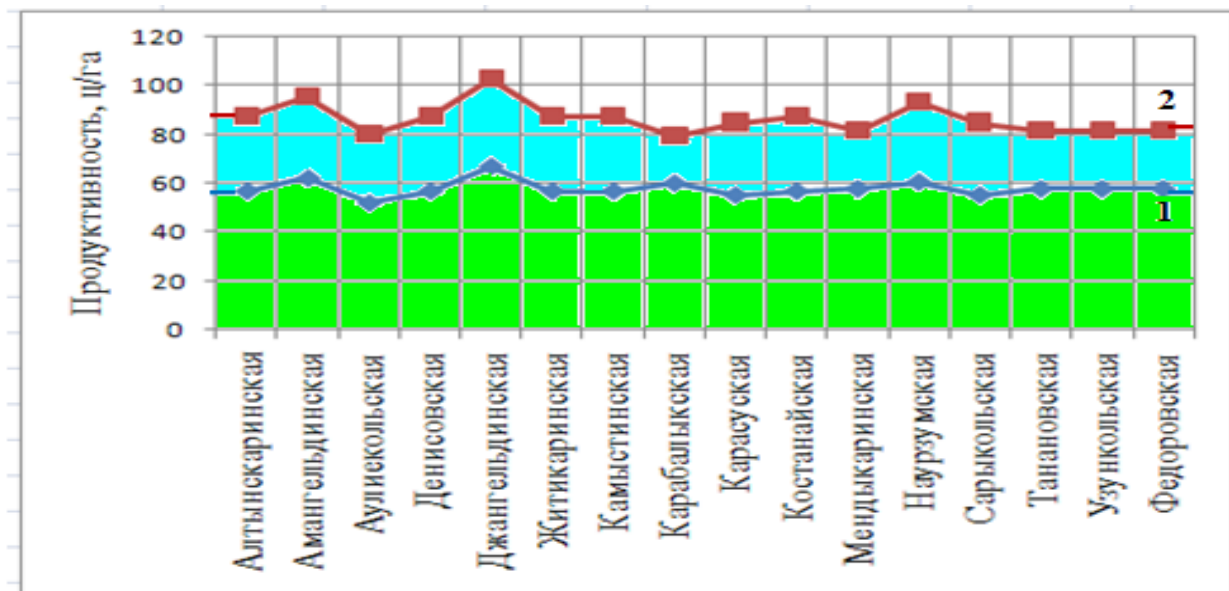


Рисунок 6 – Естественная и потенциальная продуктивности растительного покрова ландшафтных систем Костанайской области в разрезе районов (1- естественная продуктивность; 2- потенциальная продуктивность)

В пределах Павлодарской области естественная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем колеблется в пределах от 55.2 до 60.5ц/га, а потенциальная продуктивность от 75.0 до 87.4 ц/га (рисунок 7).

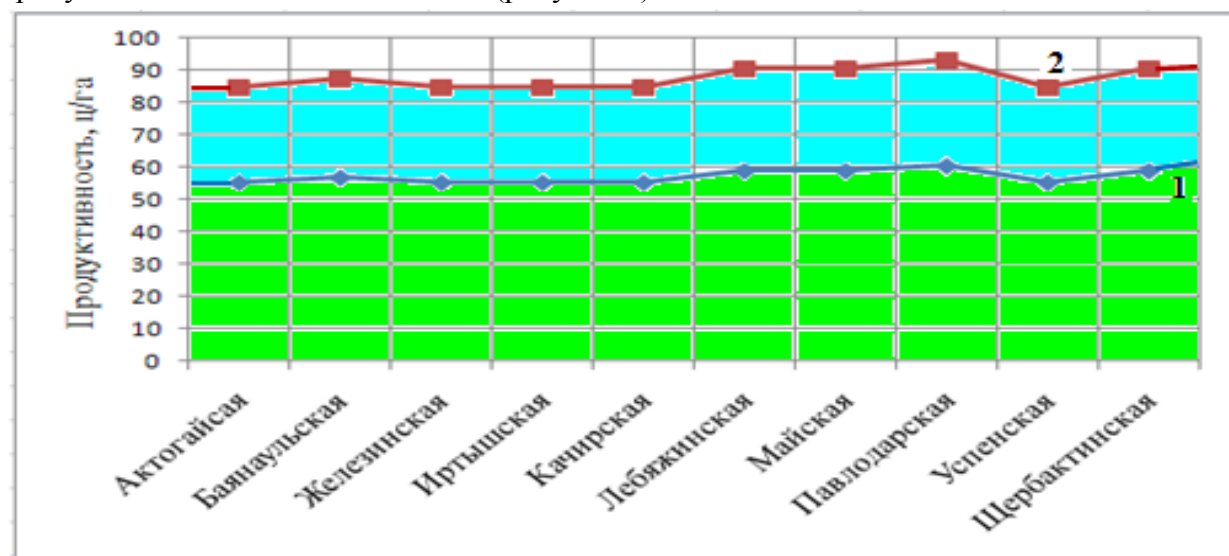


Рисунок 7 – Естественная и потенциальная продуктивности растительного покрова ландшафтных систем Павлодарской области в разрезе районов (1- естественная продуктивность; 2- потенциальная продуктивность)

При этом самая высокая естественная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем наблюдается на территории Павлодарского района, а самая низкая продуктивность на территориях Актогайского, Железинского, Иртышского, Качырского и Успенского районов. Самая высокая потенциальная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем наблюдается на территории Астраханского района (87.4 ц/га), а самая низкая - Сандыктауского района (75.0 ц/га).

В пределах Северо-Казахстанской области естественная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем колеблется в пределах от 53.0 до 55.8 ц/га, а потенциальная продуктивность от 75.2 до 84.9 ц/га (рисунок 8).

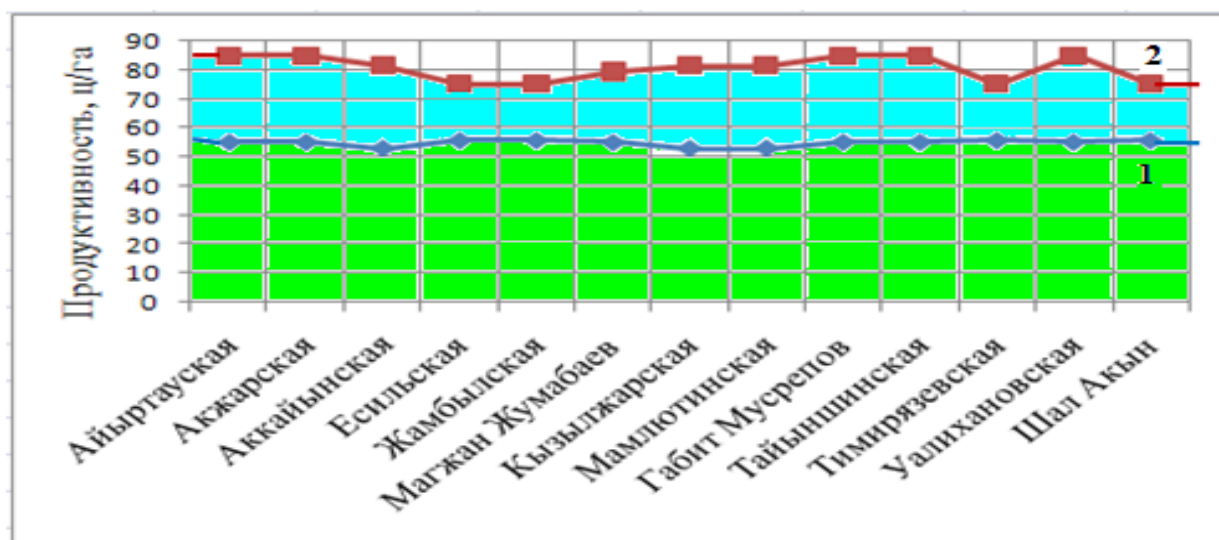


Рисунок 29 – Естественная и потенциальная продуктивности растительного покрова ландшафтных систем Северо-Казахстанской области в разрезе районов (1- естественная продуктивность; 2- потенциальная продуктивность)

При этом самая высокая естественная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем наблюдается на территориях Есильского, Жамбылского и Тимирязевского районов, в также в районе Шал Акын, а самая низкая продуктивность на территориях Аккайынского, Кызылжарского и Мамлютинского районов. Самая высокая потенциальная продуктивность растительного покрова ландшафтных систем наблюдается на территориях Айыртауского, Акжарского, Тайыншинского районов, а также в районе имени Габита Мусрепова (84.9 ц/га), а самая низкая – Есильского, Жамбылского и Тимирязевского районов, а также в районе имени Шал Акын (75.2 ц/га).

При этом следует отметить, что в рисунках 5-8 зеленым цветом показано формирование естественной продуктивности растительного покрова ландшафтных систем, а синим цветом возможный уровень повышения продуктивности растительного покрова ландшафтных систем с использованием современных технологий и технологических схем инновационного земледелия.

### Обсуждение

На основе законов природы и принципов природного процесса по разработанной методике оценки экологической емкости природной и агроландшафтной системы определены экологические емкости природной системы Северного Казахстана в разрезе областей и районов, которые позволяют формировать высокопродуктивные и устойчивые

агроландшафтные системы, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов и размещение агропромышленного комплекса.

### Литература

1. *Мустафаев Ж.С.* Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: Ғылым, 1997. – 358 с.
2. *Будыко М.И.* Тепловой баланс земной поверхности. - Л.: Гидрометиздат, 1956. – 255 с.
3. *Мустафаев К.Ж.* Методологические основы экологической оценки емкости природных систем. - Тараз, 2014.- 316 с.
4. *Мустафаев К.Ж.* Комплексная оценка экологической емкости ландшафтов природной системы Казахстана // Экология и промышленность Казахстана, 2015.- №2 (46) .- С. 22-28.
5. *Ибатуллин С.Р., Мустафаев Ж.С., Мустафаева Л.Ж., Мустафаев К.Ж., Далабаева Г.Т.* Эколого-экономическая оценка природной системы как среды обитания человека при мелиорации сельскохозяйственных земель // Наука и образования Южного Казахстана, 2002. - №30. – С. 131-137.
6. *Мустафаев Ж.С., Карлыханов Т.К., Маханов М., Козыкеева А.Т., Ахметов Ж.У., Мустафаева Л.Ж., Дауренбеков М.К., Мустафаев К.Ж., Далабаева Г.Т., Калауова К.Т.* Математическое моделирование формирования и функционирования водохозяйственных систем. -Тараз, 2000.- 125 с.
7. *Мустафаев Ж.С., Кудайбердиева З.Б.* Обоснование энергетических ресурсов орошаемого земледелия //Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды. – Усть-Каменогорск, 2000. – С. 166-168
8. *Козыкеева А.Т., Кудайбердиева З.Б.* Эколого-энергетические принципы максимальной продуктивности орошаемых земель // Проблемы генезиса, плодородия, мелиорации, экологии почв, оценка земельных ресурсов. – Алматы, 2002. – С. 186-188.
9. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур/Под ред. И.С.Шатилова и К.М. Каюмова) – М., Колос, 1975.- 275 с.
10. *Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Адильбектегі Г.А.* Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов. – Тараз, 2007 – 218 с.
11. *Никольский Ю.Н., Шабанов В.В.* Расчет проектной урожайности в зависимости от водного режима мелиорируемых земель // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – №9. – С. 52-56.
12. *Волобуев В.Р.* Введение в энергетику почвообразования. - М., Наука, 1974.-120 с.

**Әділбектегі Г.Ә., Мұстафаев Ж.С.,  
Қозыкеева Ә.Т., Жігітова С.З.**

**СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАБИҒИ ЖҮЙЕСІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ  
СИЫМДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ**

#### **Аңдатпа**

Ұсынылып отырған табиғи жүйенің экологиялық сиымдылығын бағалауға арналған әдістеменің негізінде Солтүстік Қазақстанның облыс және аудандарының деңгейінде

табиғи жүйесінің экологиялық сиымдылығы анықталған, ал ол аймақтың табиғи-қорлық әлеуетін тиімді пайдалануға және агроөндірістік кешендердің өндірістік күштерін ыңғайлап орналастыруға мүмкіншілік береді.

**Кілт сөздер:** табиғат, жүйе, баға, экология, сиымдылығы, қуат, теңгерме, ландшафт, «құрғақшылық белгісі», өнім, әлеует, қоры.

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

## EVALUATION OF ECOLOGICAL CAPACITY OF THE NATURAL SYSTEM OF NORTHERN KAZAKHSTAN

### *Annotation*

Based on the proposed methodology for assessing the ecological capacity of the natural system of defined ecological capacity of the natural system of the North Kazakhstan oblasts and districts, which allows efficient use of natural resources potential and distribution of productive forces in the region of agriculture.

**Keywords:** nature, system assessment, ecology, container, energy balance, the landscape, «dryness index of», harvest, potential resources.

**УДК 635.132:631.563**

**Алимханов Е.М., Петров Е.П.**

*Казахский национальный аграрный университет*

## СОРТОИЗУЧЕНИЕ СТОЛОВОЙ СВЁКЛЫ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

### **Аннотация**

В статье приведены результаты исследований по сортоизучению столовой свёклы. Установлены наиболее продуктивные сорта для климатических условий Алматинской области

**Ключевые слова:** свёкла, сорт, продуктивность, экономическая эффективность.

### **Введение**

Свёкла (*Beta vulgaris* L.) –растение семейства Лебедовые, происходит с побережья Средиземного моря. Растение двулетнее: в первый год жизни формируется корнеплод, в котором накапливаются запасные питательные вещества. На второй год формируются цветonoсные стебли на которых образуются цветки, а затем семена – сросшиеся соплодия.

Паренхима корнеплодов, в которой накапливаются запасные питательные вещества, чередуется с кольцами ксилемы и флоэмы. Между кольцами паренхимы и древесины находится слой вторичного камбия, при делении которого эти кольца утолщаются. Древесная часть утолщается быстро, особенно при больших площадях питания и недостатка влаги в почве. Это приводит к появлению белых колец, снижающих товарные качества корнеплодов.

В пищу используют корнеплоды свёклы в основном в переработанном виде. В корнеплодах содержатся 1,3% белка, 0,1% жира, 10,8% углеводов, 0,9% клетчатки, 10 мг%