

T.A. БАСОВА<sup>1</sup>

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ АНТРОПОГЕННОЙ НАРУШЕННОСТИ ЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Ландшафттылардын антропогендік бұзылуын бағалаудың ең маңызды тәсілдері, принциптері және әдістері карастырылған. Бұзылудың картографиялық бағалануы өсеп етегін антропогендік факторлардың (ауылшаруашылық, қоныстық, желілік-техногендік, өнеркәсіптік-техногендік, гидротехникалық және орманшаруашылық) барлық жыныстары көпенде балдық бағалау негізінде болынған ландшафттылар контурлары шегінде жүзеге асырылуы кажет.

Рассмотрены наиболее значимые подходы, принципы и методы оценки антропогенной нарушенности ландшафтов. Картографическая оценка нарушенности должна осуществляться в пределах выделенных ландшафтных контуров на основе комплексной балльной оценки всей совокупности антропогенных факторов воздействия. В систему оценочных показателей рекомендуется включить наиболее информативные параметры, отражающие сельскохозяйственное, селитебное, линейно-техногенное, промышленно-техногенное, гидротехническое и лесохозяйственное воздействие на ландшафты.

In the article the most important approaches, principles and methods for assessing human disturbed landscapes. Cartographic the impairment should be carried out within the limits of landscape units based on a complex point scoring throughout the whole, drawing man-made factors. The system of assessment of indicators is recommended to include the most informative parameters reflecting the agricultural, residential, linear-technological, industrial and technological, hydro and forestry Impact on the landscape.

Разработка научных основ устойчивого развития природных систем Республики Казахстан требует решения большого количества задач, в том числе задач, касающихся интегральной оценки степени трансформации природно-территориальных комплексов (ПТК). В настоящее время существует несколько подходов к определению антропогенного ландшафта. Ф.Н. Мильков [5] под антропогенными ландшафтами понимает компонентную систему, единый комплекс равнозначных компонентов, развивающихся в соответствии с природными закономерностями. Измененные хозяйственной деятельностью геосистемы В.Б. Сочава [10] определяет как их антропогенные модификации, образующие ряды трансформаций исходных структур в зависимости от интенсивности и продолжительности антропогенного воздействия. По мнению А.Г. Исаченко антропогенные ландшафты, это антропогенно-модифицированные системы, которые остаются природными образованиями и все антропогенные элементы ландшафта функционируют в нём по природным законам [2]. В.А. Николаев [6], полагает, что

антропогенное воздействие приводит к формированию «природно-антропогенных систем, по сложности и устройству не уступающим природным ландшафтам». Несмотря на различные подходы, все перечисленные определения сводятся к одному: антропогенно нарушенные комплексы развиваются по законам природных комплексов и формируются в границах природных ландшафтов. Для антропогенно нарушенных комплексов в отличие от природных (естественных) свойственна разная степень трансформации некоторых компонентов ландшафта, а иногда и морфологической структуры исходного ПТК. Для сильно трансформированных ландшафтов характерны изменения их структурно-функционального разнообразия. Это проявляется как в вертикальной, так и в территориальной их организации (в горизонтальной структуре) и является причиной их слабой устойчивости к естественным природным процессам.

Данное положение должно явиться необходимым условием при изучении антропогенной трансформации ландшафтов конкретной террито-

<sup>1</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт географии

рии как на этапе оценки современного состояния исследуемой территории, так и при разработке сценариев развития данной территории в будущем.

В настоящее время существует много разновидностей антропогенных ландшафтов и разработано несколько классификаций построенных на основе: учёта степени антропогенной измененности ПТК; факторов воздействия на природную среду; видов нарушения и охвата территории; целей использования и хозяйственной ценности и др. [2,5,10]. Однако, в основе их разработки лежат отличные друг от друга методические подходы и выделение тех или иных категорий нарушенных ландшафтов базируются на разных критериях, что создает сложности их совместного использования. Поэтому, при решении задачи оценки антропогенного изменения ландшафтов необходимо создание адаптированной для территории республики Казахстан классификации антропогенной нарушенности ландшафтов, учитывая разнообразие ландшафтной структуры и видов воздействия на ПТК.

Методическая и методологическая основа оценки антропогенной нарушенности природно-территориальных комплексов РК должна базироваться на научных подходах и соответствующих им принципах и методах. Одним из подходов оценки деградации ландшафтов является *системный*. Следует отметить, что разные авторы имеют различное представление о структуре системы. Проведенный И.И. Мамай анализ литературных источников по данному вопросу [4] позволил установить, что системой в одних случаях являются только составные части ПТК (природные компоненты и морфологические единицы); в других – только взаимосвязи, т.е. процессы [10]; в – третьих к системе относятся как составные части, так и взаимосвязи (процессы между природными компонентами, между морфологическими единицами и между ПТК и его внешней средой) [1]. Последнее положение, на наш взгляд, наиболее полно отражает сущность системного подхода, который позволяет установить качественные и количественные показатели, характеризующие поступление, трансформацию и вывод вещества и энергии в рамках определенной природно-хозяйственной системы при различных видах антропогенного воздействия. Важным моментом при использовании систем-

ного подхода является принцип «учета ландшафтных рубежей» [6], который предусматривает осуществление хозяйственных мероприятий в пределах конкретных природных комплексов, что обуславливает целостность всей системы.

Использование историко-географического подхода при оценке деградации природных комплексов РК является необходимым требованием, так как без ретроспективного анализа природных комплексов, вовлеченных в различные виды хозяйственной деятельности, невозможно выполнить анализ состояния геосистем региона на определенный исторический период времени, познать и оценить механизмы динамики и функционирования природно-хозяйственных систем и разработать стратегию их использования и управления. Для устойчивого функционирования природно-антропогенных систем необходимо, на основе изучения ландшафтной структуры природных комплексов, разработать интегриированную оценку природно-хозяйственных условий региона и установить оптимальное соотношение различных видов хозяйственного использования территории.

Применение *регионального* подхода при оценке антропогенной нарушенности ландшафтов подразумевает общую оценку ландшафтно-экологического состояния конкретной территории и основывается на принципах генезиса, территориальной целостности, индивидуальной структуры ландшафтов и региональных особенностей антропогенной трансформации [4,6].

Одним из необходимых условий изучения антропогенной нарушенности ландшафтов и ее картографирования следует считать использования *генетического* подхода. Исследование генезиса ПТК позволяет четко установить виды ландшафтов, в пределах границ ландшафтов проследить развитие природных и антропогенных процессов и установить смены составных частей ПТК. На современном этапе часто практикуется создание ландшафтных, почвенных карт и карт растительности только на основе экспертиного или автоматического дешифрирования космических снимков. Безусловно, это большой прогресс при составлении картографических моделей. Однако, неучет генезиса конкретной территории не позволяет составить достоверные картографические модели, и, как показала практика, при подобном дешифрировании один и тот же

цвет может присваиваться различным генетическим типам ПТК.

При оценке антропогенной нарушенности геосистем более низкого таксономического ранга наиболее приемлемым является *типовический* подход, позволяющий оценить ландшафтную структуру и вычленить однотипные природные комплексы, в равной степени одинаково реагирующие на один и тот же вид антропогенного воздействия. При изучении природных комплексов, подверженных различным видам воздействия, большое значение принадлежит *ландшафтно-экологическому* подходу, базирующемуся на принципах комплексности и сохранения экологической полноценности среды в зонах хозяйственного освоения. Данный подход позволяет установить целесообразность проведения тех или иных хозяйственных мероприятий и предполагает: определение характера и интенсивности влияния различных видов антропогенного воздействия на составляющие ПТК, оценку их устойчивости к данным воздействиям; установление экологических факторов, лимитирующих использование природных ресурсов в пределах выделенных ПТК; осуществление прогноза и разработку комплекса природоохранных мероприятий направленных на устойчивое функционирование конкретных природно-хозяйственных систем.

Природные комплексы, в зависимости от их природной устойчивости, при антропогенном воздействии характеризуются различной интенсивностью и направленностью их изменений. Поэтому, при оценке различных видов воздействия на ландшафты большое значение имеет использование принципов и методов, адаптированных для решения поставленной задачи.

Принцип учета ландшафтных рубежей предусматривает учет хозяйственной деятельности в пределах конкретных природных комплексов, что обуславливает целостность всей системы.

Принцип сравнительно-географического анализа подразумевает сопоставление состояния одной и той же территории за определенный промежуток времени или сопоставление состояния различных территорий, близких по своему содержанию в один и тот же промежуток времени.

Прогнозно-динамический принцип сводится к отображению антропогенных модификаций коренных ландшафтов и их динамических соотношений.

Из методов следует отметить: картографический, методы географических аналогий, ландшафтно-генетических рядов, функциональных зависимостей, а также ландшафтно-индикационный, сравнительно-динамический и пространственно-морфометрический методы.

Комплексное использование выше названных подходов, принципов и методов позволяет:

- установить сущность и механизм антропогенной трансформации ПТК и причинно-следственные связи, их вызывающие;

- оценить динамику, скорость и направленность развития негативных процессов при различных видах антропогенного воздействия и дать интегральную оценку степени нарушенности конкретного ПТК;

- осуществить ранжирование территории по степени нарушенности; установить пределы антропогенных нагрузок на ландшафты и на их основе – провести зонирование конкретной территории по степени антропогенной трансформации ПТК.

Следует отметить, что направленность и скорость антропогенной трансформации природных комплексов при различных видах антропогенного воздействия зависит от особенностей рельефа, геолого-морфологических, литологических, климатических, гидрогеологических и эдактических условий, устойчивости природных комплексов к механическим воздействиям, степени трансформации ПТК на момент проведения научных исследований.

Одним из методов, отображающих состояние природно-антропогенных систем и их трансформацию при хозяйственной деятельности является *картографический* с применением ГИС-технологий. В современной научной литературе представлено несколько подходов и принципов картографического отображения антропогенных изменений природных систем. Довольно часто на обычную ландшафтную основу накладываются контуры использованных земель – пашни, сенокосы, каналы и т.д. или хозяйственной деятельности – вырубки, гари, которые по существу являются картами использования земель на ландшафтной основе [3] и не отражают степень и тенденций изменения ландшафтов. По мнению А.Г. Исаченко [1] основной принцип построения карт деградации или нарушенности ландшафтов можно определить как прогнозно-динамический

и в основу анализа антропогенной нарушенности ПТК должна быть положена ландшафтная карта, построенная с использованием принципов регионально-типологических и структурно-динамических особенностей природных комплексов. При разработке критерииев нарушенности за нулевую точку отсчета рекомендуется принять состояние фоновых ландшафтов (инвариантов). Данный подход позволяет в пределах ландшафтных выделов пространственно отображать современное соотношение естественных и нарушенных ПТК, факторы антропогенного воздействия, установить предполагаемые направления трансформации ПТК при различных видах хозяйственной деятельности, а так же процессы, обусловленные антропогенными воздействиями.

Картографирование процессов деградации ландшафтов предполагает натурные, мониторинговые наблюдения и использование значительного объема спутниковых, картографических и фондовых источников информации, дающих разнообразные сведения как о фоновом состоянии территории, так и об уровне ее антропогенной нарушенности. Оценка антропогенной трансформации ландшафтов обычно предполагает несколько уровней картографической оценки. Мелкомасштабные карты (масштаба 1:500000 – 1:5000000) являются обзорными, составляются на основе картографических и фондовых материалов и ставят своей задачей отражение общей ситуации трансформации ландшафтов, региональную приверженность преобладающих видов антропогенного воздействия и обобщенную оценку степени антропогенной нарушенности. Трансформация ПТК отражается в пределах видов или подклассов ландшафтов.

Крупномасштабные и среднемасштабные карты (М 1:50000 – 1:200000) предполагают натурное обследование территории, работу на ключевых участках и профилях с обязательным изучением устойчивости природных комплексов и установлением особенностей деградации и восстановления ПТК при разных видах воздействия.

Проведение натурных (полевых) исследований дает возможность:

- осуществить картографирование природных систем и определить территориальное распределение нарушенных территорий;

- провести инвентаризационное картографирование сельскохозяйственных угодий, промыш-

ленных, дорожных, гидрологических, рекреационных и т.д. объектов и установить ведущие факторы антропогенного воздействия;

- качественно и количественно оценить динамику и направленность природных и природно-антропогенных процессов в определенных видах ландшафтов при конкретном характере и виде хозяйственного воздействия.

Все выше сказанное позволит произвести расчёт количественных показателей площадей каждого вида антропогенных нарушений (их доля от общей площади нарушений и доля от всей площади картографируемой территории) и получить характеристики суммарной антропогенной нагрузки на ландшафты для разных стадий хозяйственного освоения, что и ляжет в основу окончательного варианта карты антропогенной нарушенности ландшафтов.

Определенную сложность при оценке антропогенной нарушенности ПТК представляет качественное и количественное определение степени трансформации и приведение к одному знаменателю разнообразных, порой несопоставимых факторов воздействия, измеряемых в различных абсолютных или относительных величинах. В последнее время в научной литературе большое внимание уделяется вопросам разработки методов количественной оценки интенсивности антропогенного воздействия на ПТК. Однако единого решения пока не найдено. Для решения данной проблемы, с одной стороны, необходима разработка системы и схем расчета сравнимых количественных показателей состояния окружающей среды и ее компонентов. Наиболее приемлемым является применение интегральных шкал. С другой стороны, при разработке шкал нарушенности природных комплексов и их составляющих необходимо исходить из положения о том, что любая природная система может существовать до тех пор, пока силы внешнего воздействия на нее не превысят возможности системы к саморегулированию [1]. В связи с этим в зависимости от масштаба и целевого назначения, на карте антропогенной нарушенности природных систем можно выделить от трех до шести уровней нарушенности. Из шестибалльных наиболее распространенными являются следующие уровни деградации: отсутствует, слабая степень нарушения, средняя степень нарушения, сильная, очень сильная и собственно техногенные ландшафты; дру-

Таблица 1. Критерии оценки степени распаханности

Градация	Степень распаханности, (%)	Антропогенная нарушенность ландшафтов
1	менее 20	Практически отсутствует
2	21-30	Слабая
3	31-40	Умеренная
4	41-60	Значительная
5	Более 60	Сильная

Таблица 2. Критерии воздействия скота на пустынные пастбища

Градация	Степень воздействия скота, (гол/100 га)	Антропогенная нарушенность ландшафтов
1	менее 30	Практически отсутствует
2	31-50	Слабая
3	51-75	Умеренная
4	76-100	Значительная
5	Более 100	Сильная

гие авторы выделяют всего три степени измененности ландшафтов: низкая, средняя и высокая [1,4,8].

Для определения современного состояния и степени антропогенной трансформации природных комплексов Республики Казахстан наиболее приемлемой на наш взгляд является комплексная балльная оценка всей совокупности антропогенных факторов воздействия. Оценка многопланового воздействия на природную среду предполагает значительный набор наиболее информативных и значимых оценочных показателей (критериев), в том числе представленных в государственных документах, Государственных стандартах Республики Казахстан, нормативно-методических документах, научных публикациях [7,9]. Для Республики Казахстан в систему оценочных показателей рекомендуется включить ряд наиболее информативных параметров, отражающих сельскохозяйственное, селитебное, линейно-техногенное, промышленно-техногенное, гидротехническое и лесохозяйственное воздействие на ландшафты, а так же учитывать проявление антропогенно-обусловленных процессов (водная эрозия, дефляция и т.д.). Учитывая тот факт, что процесс деградации ландшафтов и их составляющих протекает стадиально и характеризуется наличием нескольких этапов, отражающих степень деградации оценку нарушенности ландшафтов Казахстана рекомендуется оценивать по пятибалльной шкале. Для этого для каждого вида антропогенного воздействия была принята коли-

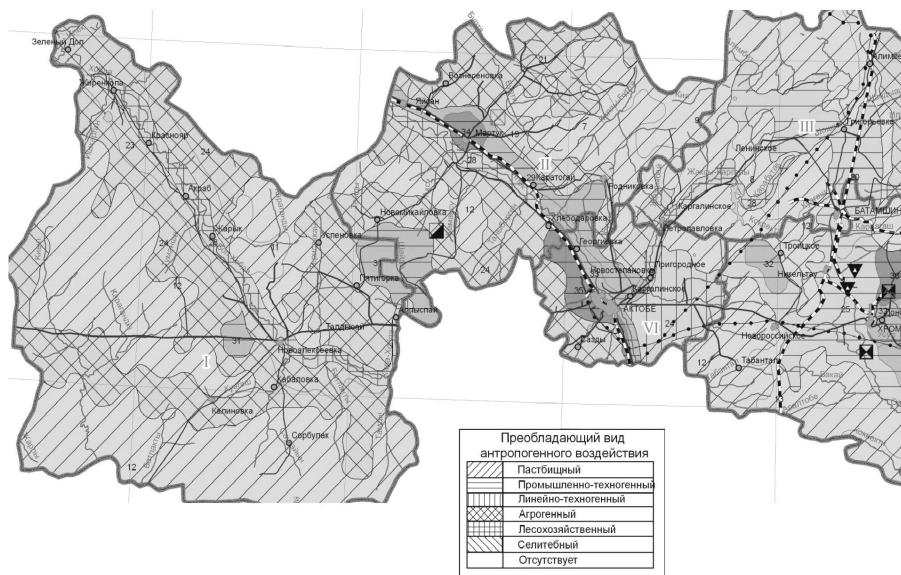
чественная шкала, по которой было проведено ранжирование ландшафтов по степени их нарушенности (от 1 балла – воздействие данного фактора практически отсутствует до 5 баллов – воздействие данного фактора сильное). Общий уровень антропогенной нарушенности является кумулятивным показателем всех вышеуказанных видов антропогенного воздействия.

*Практически ненарушенные ландшафты* максимально приближены к фоновым ПТК и характеризуются незначительными изменениями в растительном покрове, которые при прекращении воздействия извне возвращаются в исходное состояние.

*Слабонарушенные ландшафты* характеризуются сохранением свойств всех составляющих ПТК, умеренной трансформацией растительного покрова и слабыми нарушениями почвенного покрова.

*Умеренно нарушенных ландшафтах* отмечаются существенные изменения в почвенно-растительном покрове и частичная перепланировка рельефа. Тем не менее, внутри- и межландшафтные связи в ПТК сохранены и при прекращении антропогенного воздействия наблюдается формирование условно коренных природно-территориальных комплексов.

*Значительно нарушенные ландшафты*, характеризуются антропогенным воздействием, превышающим допустимые нагрузки. Отмечаются значительная трансформация почвенно-растительного покрова, перепланировка рельефа и



Тип	Подкласс	Вид	Антропогенная нарушенность ландшафтов				
			Практически отсутствует	Слабая	Умеренная	Значительная	Сильная
Степной	Относительно приподнятых равнин	Пластовый		7	19	29	34
		Цокольный		8	20		
	Мелкосопочковый	Эрозионно-денудационный		9	21		
Сухостепной	Относительно опущенных равнин	Озерно-аллювиальный		10	22	30	
		Аллювиальный		11	23		
		Аллювиально-пролювиальный	1				
	Относительно приподнятых равнин	Пластовый	2	12	24	31	35
		Цокольный		13	25	32	36
Полупустынный	Мелкосопочковый	Эрозионно-денудационный		14			
	Относительно опущенных равнин	Озерно-аллювиальный	3	15	26		
	Относительно приподнятых равнин	Пластовый	4	16	27		
		Цокольный	5	17			
Долинные комплексы				18	28	33	
Соры и солончаки			6				

Рис. 1. Фрагмент карты антропогенной нарушенности приграничной территории Актюбинской области

существенная потеря природно-ресурсного потенциала.

В сильно нарушенных ландшафтах отмечаются глубокие, порой необратимые изменения всех составляющих природного комплекса, почти полная потеря внутриландшафтных связей.

Сельскохозяйственное воздействие на ландшафты (Аф1), включает такие параметры как:

- степень распаханности районов, которая рассчитывается в % от площади района (пример оценочной шкалы приведен в таблице 1);

- степень воздействия скота на ПТК пастбищного назначения оценивается по нагрузке скота (гол/100 га) с учетом зонального распространения пастбищ (таблица 2);

- степень ирригационного воздействия на ландшафты оценивается по плотности ирригационной сети ( $\text{км}/\text{км}^2$ );

Лесохозяйственное воздействие (Аф2) на ПТК учитывает степень хозяйственного использования лесов (% вырубки от общей площади леса) и долю лесов от общей площади (%).

Промышленно-техногенное воздействие (Аф3) включает такие параметры, как степень нарушенности территории вследствие разработки месторождений полезных ископаемых (% от площади района) и плотность карьеров и рудников на 100 кв. км;

Линейно-техногенное воздействие на ландшафты (Аф4) учитывает плотность автомобильных, железных дорог и трубопроводов, а так же плотность нерегламентированной дорожной сети ( $\text{км}/\text{км}^2$ );

Селитебное воздействие на ландшафты (Аф5) оценивается по количеству населенных пунктов на единицу площади, плотности населения ( $\text{чел}/\text{км}^2$ ).

При оценке антропогенной нарушенности территорий так же должны учитываться: вид и категории хозяйственного использования природных комплексов; преобразованность ландшафтной структуры, которая подразумевает соотношение площади фоновых и слабонарушенных ландшафтов к площади умеренно и сильно нарушенных ландшафтов; а так же территории, где наблюдались проявления антропогенно-обусловленных процессов, таких как засоление почвенного покрова (Ап1), водная эрозия (Ап2), дефляция (Ап3) и др. оцениваемых на основании картографических данных, расчетных показателей и статистических данных.

Для оценки общей антропогенной нарушенности ландшафтов вовлеченных в хозяйственное использование рассчитывался общий балл по формуле 1 с последующей корректировкой для конкретных ландшафтов с учетом их устойчивости.

$$\text{Кан} = \text{Аф1}_{(1+2+\dots+n)} + \text{Аф2}_{(1+2+\dots+n)} + \text{Аф3}_{(1+2+\dots+n)} + \\ + \text{Аф4}_{(1+2+\dots+n)} + \text{Аф5}_{(1+2+\dots+n)} + \text{Ап1}_{(1+2+\dots+n)} + \\ + \text{Ап2}_{(1+2+\dots+n)} + \text{Ап3}_{(1+2+\dots+n)} \quad (1),$$

где Кан – степень антропогенной нарушенности;

Аф1, Аф2 и т.д. – степень и вид антропогенного воздействия; 1+2+...n – число параметров (критериев) оценки конкретного вида антропогенного воздействия;

Ап1, Ап2 и т.д. – степень и вид проявления антропогенно-обусловленных процессов;

1+2+...n – число параметров (критериев) оценки конкретного антропогенно-обусловленного процесса.

Общий уровень нарушенности ландшафтов является кумулятивным показателем всех названных выше видов антропогенного воздействия.

Данный подход был апробирован при построении карт антропогенной нарушенности: на территорию Республики Казахстан масштаба 1:5000000, на территорию Мангистауской области в масштабе 1:250000, на территорию Акмолинской области М 1:1000000, на приграничную с Российской Федерацией территорию Республики Казахстана. Карты антропогенной нарушенности более крупного масштаба с использованием данной методики были составлены на территорию Щучинско-Боровской курортной зоны и на ключевые участки модельного региона “ЭКО-НЕТ” Туркестанского района Южно-Казахстан-

ской области.

В качестве примера приведем фрагмент карты антропогенной нарушенности ландшафтов приграничной территории Актюбинской области (рис. 1). В основу анализа антропогенной нарушенности приграничной территории Актюбинской области положена ландшафтная карта, масштаба 1:1000000 на данную территорию. При картографировании степень нарушенности ландшафтов на карте отражена цветом, штриховкой показан преобладающий вид антропогенного воздействия. Выделено пять степеней нарушенности: практически отсутствует, слабая, умеренная, значительная и сильная. Преобладающими видами антропогенного воздействия на ландшафты приграничной территории Актюбинской области являются пастбищный, агрогенный (земледельческий), промышленно-техногенный, линейно-техногенный, лесохозяйственный и селитебный, а так же установлены территории, на которых хозяйственное воздействие практически отсутствует.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченко А.Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. Л.: Наука, 1980. 220 с.
2. Исаченко А.Г. Ландшафтovedение на переходе ко второму столетию своей истории //Ландшафтovedение: теория, методы, региональные исследования, практика. Материалы 11 Международной ландшафтной конференции. М., 2006. С. 3-8.
3. Куракова Л.И., Миланова Е.В. Опыт составления мелкомасштабных карт атропогенных ландшафтов //Вест МГУ, прогрессирующего нарушения сер. географ. 1972, №3. С. 80-86.
4. Мамай И.И. Проблемы ландшафтной методологии //Ландшафтovedение: теория. Методы, региональные исследования, практика. Материалы XI международной конференции М. 2006. С. 17-21.
5. Мильков Ф.Н. Антропогенное ландшафтovedение, предмет изучения и современное состояние //Вопросы географии. Т.106. М., 1977. С.62-67.
6. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтovedения. М.: МГУ, 1979. 160 с.
7. Постановление Правительства Республики Казахстан от 7.07.2007 №581 «Об утверждении экологических критериев» //Казахстанская правда от 13.07.2007 №106
8. Рунова Т.Г., Волкова И.Н. Оценка антропогенного воздействия на среду для целей управления природопользованием // Изв. РАН. Сер. Географ. 1994. № 1. С. 31-41.
9. Республика Казахстан Т.3 Окружающая среда и экология. Алматы, 2006. 362 с.
10. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах Новосибирск, 1978. 319с.