

УДК 912.43:911.5

PhD

Ж.О. Озгелдинова<sup>1</sup>

PhD

Ж.Т. Мукаев<sup>2</sup>Г.Т. Оспан<sup>1</sup>

### ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ САРЫСУ)

**Ключевые слова:** бассейн реки, антропогенное воздействие, устойчивость геосистем к антропогенным воздействиям, геоинформационные системы

*В работе представлены результаты оценки устойчивости геосистем в условиях антропогенных воздействий. Усовершенствована и адаптирована методика оценки потенциала устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. Данная методика имеет универсальный характер и может послужить модельной для совершенствования метода исследования, ориентированного на решение задач практики природопользования. Интегральная оценка устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию на основе выявления ландшафтообразующих факторов геосистем позволила их дифференцировать на 5 классов, требующих разных подходов при разработке оптимальной структуры природопользования. Составлена карта устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию.*

**Введение.** Вопрос об устойчивости геосистем становится все более актуальным в связи увеличением темпа развития хозяйственной деятельности человека. Для дальнейшего увеличения роста производства необходимо изучение геосистем и прогнозирования их состояния при оказанном внешнем воздействии. Осуществление прогноза возможно только в устойчивых равновесных системах.

---

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Казахстан

<sup>2</sup>Семипалатинский государственный университет им. Шакарима, г. Семипалатинск, Казахстан

Понятие устойчивости природных систем в физической географии можно определить, как способность сопротивляться внешним воздействиям (естественным и антропогенным) и возможности восстановления после снятия нагрузок [19, 13, 22, 12, 10]. Согласно В.В. Сочаве [22], все динамические изменения, происходящие в пределах одного инварианта, т.е. качественно неизменного состояния, служат выражением устойчивости геосистемы, так как они свидетельствуют о ее способности возвращаться к исходному положению. В геохимии ландшафтов значительная роль отводится изучению устойчивости геосистем к техногенному загрязнению и способности их к самоочищению от продуктов техногенеза [6, 7, 5, 9, 21]. Под устойчивостью геосистем к техногенезу М.А. Глазовская [8] понимает в основном их способность к самоочищению, обусловленную скоростью трансформации техногенных веществ и выноса их за пределы геосистем. Во многом эта способность обеспечивается совместимостью природных и техногенных потоков вещества [21].

Исследование устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу обусловлено всевозрастающим антропогенным воздействием на ее природную среду. Преобразование естественных природных ландшафтов в исследуемой территории связано с сырьевой направленностью ее экономики. В связи с этим, актуальность исследования выбранной территории определяется необходимостью получения новой ландшафтно-экологической информации, необходимой для формирования дальнейшей стратегии природопользования бассейна реки Сарысу.

**Методика.** Различают потенциальную и реальную устойчивость ландшафта. Первое понятие относится к естественному (ненарушенному) состоянию, второе – к современному, вобравшему в себя все наслоения, накопившиеся за историю человеческого воздействия. Но нужно отметить, что отправной точкой, как для оценки современной устойчивости геосистемы, так и для прогнозных разработок должен служить исходный вариант, который рассматривается в качестве объекта базовой классификации ландшафтов по признаку их устойчивости.

Выделяются разные типы устойчивости: геохимическая – способность к самоочищению от продуктов загрязнения; биологическая – оценка восстановительных и защитных свойств растительности; противозрозионная; интегральная – устойчивость ко всему комплексу антропогенных воздействий [4].

Нами устойчивость ландшафтов рассматривается, как способность

сохранять свою структуру и функционирование при антропогенных воздействиях. При интегральной оценке устойчивости ландшафтов к антропогенному воздействию нами использовались принципы оценки устойчивости, предложенные Глазовской М.А. [11], Башкиным В.Н., Евстафьевой Е.В. [2], Орловой И.В. [15, 16], Антюфеевой Т.В. [1] (табл. 1). Принципы оценки устойчивости основаны на методах нормирования показателей с последующим их суммированием по балльной системе, что позволяет получить интегральную оценку устойчивости. Устойчивость геосистем к антропогенному воздействию охарактеризована показателями, приведенными в таблице 1, при этом мы избегали использования взаимосвязанных величин, предпочитая тот показатель, который в наибольшей степени характеризует рассматриваемый процесс. Автор отдает себе отчет в том, что данная оценка устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям представляет собой лишь один из возможных практических подходов, которому еще предстоит многое пройти.

Характерные черты рельефа дают представление о возрасте, стадии развития геосистемы, степени соответствия эндогенных и экзогенных процессов. Наибольшая степень устойчивости характерна плоскими, ровными, слабоволнистыми и пологохолмистыми поверхностями, наименьшая – холмистыми.

Крутизна склона имеет важное значение для устойчивости геосистемы, поскольку с ее увеличением усиливается поверхностный сток, увеличивающий риск механического сноса твердых частиц и, как следствие, развивается почвенная эрозия. Также, крутизна склона влияет на скорость прироста гумусового горизонта почвы. Крутизна склонов геосистем определялась средствами стандартного инструментария ArcGIS 10.1, используя цифровую модель рельефа Aster Dem (30 м) [24].

Основными климатическими факторами, определяющими энергетику процессов в геосистеме являются: радиационный баланс, степень увлажнения, ветровой режим.

Радиационный баланс определяет энергетику основных биогенных и абиогенных процессов в геосистеме. По М.А. Глазовской [7], радиационный баланс определяет скорость и направление химических превращений техногенных продуктов. Большим его значениям соответствует и максимальная устойчивость геосистемы [8].

Таблица 1

Шкала балльной оценки потенциала устойчивости ландшафтов к антропогенным воздействиям (составлено по материалам Глазовской М.А. [8], Башкина В.Н., Евстафьева Е.В. [2], Орловой И.В. [15, 16], Антюфеева Т.В. [1])

Показатель	Баллы устойчивости				
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
Характер рельефа	холмистый	холмисто-увалистый	пологохолмистые	ровный и слабоволнистый	плоский
Радиационный баланс, ккал/см <sup>2</sup> год	5...10	11...20	21...30	31...50	более 50
Радиационный индекс сухости	менее 0,45 или более 3	–	1,01 или 3,00	–	0,45...1,00
Ветровой режим (количество дней с сильными ветрами)	более 51	–	21...50	–	менее 20
Крутизна склона, в °	более 20	5,1...20	3,1...5	1,1...3	0...1
Геохимическое положение	аккумулятивное	–	транзитное	–	элювиальное
Степень естественной дренированности	крайне слабодренированная	слабодренированная	слабодренированная	дренированная	интенсивно дренированная
Степень гидроморфности почв	гидроморфные	–	полугидроморфные	–	автоморфные
Механический состав почвы	песок	супесь	легкий суглинок	средний суглинок	тяжелый суглинок
Мощность гумусового горизонта, см	менее 3	3...10	10,1...25	25,1...80	более 80
Содержание гумуса в слое 0...20 см, в %	менее 2	2,0...4,0	4,1...6,0	6,1...9,0	более 9,0
Кислотность почвенного раствора (рН)	сильнокислая (4,5 и менее) или сильнощелочная (8,5 и более)	кислая (4,5...5,0) или щелочная (7,5-8,5)	слабокислая (5,0...5,5) или слабощелочная (7,0-7,5)	близкая к нейтральной (5,5...6,0)	нейтральная (6,0...7,0)
Степень засоленности (содержание солей в верхнем горизонте, в %)	очень сильная и сильная (0,6)	средняя (0,3...0,6)	слабая (0,2...0,3)	очень слабая (0,15...0,2)	не засолены (менее 0,15)
Емкость катионного обмена, мг.экв/100 г. почвы	менее 10	10-20	21-30	31-40	более 40
Тип водного режима	десуктивно-выпотной	выпотной	непромывной	периодический промывной	промывной
Покрытая растительностью площадь, %	менее 20	20...40	41...60	61...90	более 90

Ветровой режим выступает как фактор рассеивания техногенных веществ в воздухе; фактором эоловых процессов, определяются адаптационные свойства биоты. В данной работе для оценки устойчивости геосистем в качестве показателей ветрового режима использовано количество дней с сильными ветрами за год.

Степень естественной дренированности геосистемы характеризует процесс накопления или вымывания различных техногенных веществ. Естественная дренированность геосистем рассчитана с учетом морфометрических показателей бассейна по формуле разработанной И.Н. Углановым [23]. Составлена классификация естественной дренированности с учетом уже существующих классификаций, но с некоторыми изменениями: Р 0,01...0,2 – весьма слабо дренированные; Р 0,2...1 – слабо дренированные; Р 1...3 – средне дренированные; Р 3...10 – хорошо дренированные; Р 10 и более – интенсивно дренированные.

Важным фактором оценки устойчивости геосистемы к антропогенным нагрузкам является его геохимическое положение, которое определяет характер и интенсивность миграционных потоков. При оценке данного показателя основывались на классификации типов ландшафтов М.А. Глазвской [8, 9]. Геохимически-автономные ландшафты обладают наибольшей устойчивостью, чем геохимически-подчиненные (транзитные) ландшафты. Наименьшей устойчивостью обладают аккумулятивные ландшафты, расположенные в зонах накопления всех поступающих извне веществ.

Узловое положение среди компонентов геосистем занимает почва. При оценке устойчивости ландшафтов к антропогенным воздействиям нами учитывались следующие почвенно-геохимические показатели: механический состав почв, мощность гумусового горизонта, степень кислотности почв и емкость катионного поглощения.

Важным для пористости, воздухо- и водопроницаемости, гидроскопичности, поглотительной способности, температурного режима почв является его механический состав [11]. Суглинок и тяжелый суглинок обладает наилучшими вышеперечисленными показателями, чем песок и супесь.

Мощность гумусового горизонта определяет уровень устойчивости почвы к различным физическим и механическим воздействиям, к эрозионным и дефляционным процессам [20]. В гумусе накапливаются многие химические элементы, соответственно, чем больше в почве гумуса,

тем выше содержание микроэлементов [14]. Также содержание гумуса в почве в значительной степени определяет поглотительную способность почв. Почвы с высоким содержанием гумуса способны в значительной степени противодействовать внешним воздействиям.

В зависимости от степени кислотности, почвы по-разному реагируют на продукты загрязнения.

Емкость катионного обмена (ЕКО) – количество поглощенных оснований и ионов водорода – является исключительно важной почвенной характеристикой. ЕКО складывается из поглотительной способности гумусовых веществ, минеральных частиц почвы, а также входящих в ее состав микроорганизмов. В зависимости от количества и состава обменных ионов почвы обладают буферностью, а, следовательно, различной устойчивостью к внешним воздействиям [13].

Тип водного режима определяет интенсивность выноса веществ за пределы геосистемы, степенью рассеяния их поверхностным, подземным стоком и воздушными потоками, которая в значительной мере характеризует геохимическую устойчивость почв. При оценке данного показателя основывались на классификации типов водного режима Г.Н. Высоцкого и А.А. Роде [18]. Промывной тип способствует выносу продуктов техногенеза; при выпотном, десуктивно-выпотном – продукты загрязнения аккумулируются в почвенном профиле.

Ряды увлажнения почв геосистем характеризуют геохимическую устойчивость, которая в значительной мере определяет интенсивность миграции химических веществ и зависит от положения в рельефе и особенностям увлажнения.

Растительный покров также способствует уменьшению деградации почвенного покрова от эрозионных процессов. Геосистемы, покрытые растительностью, с большими значениями величины территорий, более устойчивы к внешним воздействиям, чем территории, лишенные ее.

Интегральная оценка устойчивости геосистем к антропогенному воздействию получена суммированием оценок проанализированных параметров. Итоговая интегральная оценка рассчитана по формуле (1) И.В. Орловой [16]:

$$C = \frac{100 \sum_{g=1}^n Cg}{Q}, \quad (1)$$

где,  $C$  – оценка устойчивости геосистемы к антропогенным воздействиям, %;  $Cg$  – балл по каждому показателю;  $Q$  – максимально возможная сумма

баллов;  $g$  – порядковый номер показателя;  $n$  – количество показателей.

В результате были выделены следующие группы геосистем, где градация проводилась на основе общей суммы баллов (%): относительно устойчивые геосистемы – 100...90, средне устойчивые – 90...80, слабо устойчивые – 80...70, весьма слабо устойчивые – менее 70.

**Результаты обсуждения.** Для оценки устойчивости геосистем нами были изучены фондовые материалы геологических, геоморфологических, гидрогеологических, почвенных исследований, данные метеослужб, картографический материал (табл. 2).

На основе собранных материалов, нами была составлена карта устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию (рис. 1).

На основе интегральной оценки устойчивости нами было определено, что геосистемы, обладающие наибольшей устойчивостью (12, 14, 25, 26, 27, 33, 35, 57 на рисунке) занимают 19,69 % от территории бассейна. В геохимическом отношении ландшафты занимают элювиальное положение, преобладает холмистый либо полого склонный рельеф с различными уклонами поверхности (преимущественно 2...6°). Геосистемы характеризуются сравнительно благоприятными термическими и гидротермическими условиями. Преобладают средне- и тяжелосуглинистые автоморфные почвы, характеризующиеся непромытым водным режимом, отсутствием засоления, нейтральной, либо близкой к нейтральной, реакцией почвенного раствора. Содержание гумуса в слое 0...20 см составляет в среднем 2,3 %, мощность гумусового горизонта 12...38 см. Емкость катионного поглощения в среднем составляет 16...17 мг.-экв./100 г почвы. Покрытая растительностью площадь в среднем составляет 70...75%.

Геосистемы получившие среднюю степень устойчивости занимают 35,68 % от территории бассейна (1, 2, 3, 4, 7, 10, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 29, 31, 45, 49, 55, 55 б, 55 в на рисунке). В большинстве это холмистые и мелкосопочно-увалистые слаборасчлененные низкогорные поверхности. В геохимическом отношении геосистемы занимают элювиальное положение, с различными уклонами поверхности (преимущественно 0...5°) и низкогорный (4...21°). Преобладают средне- и легкосуглинистые автоморфные почвы, характеризующиеся непромытым водным режимом, очень слабым засолением, нейтральной, либо близкой слабокислой и слабощелочной реакцией

почвенного раствора. Содержание гумуса в слое 0...20 см составляет в среднем 2,1 %, мощность гумусового горизонта – 15...20 см. Емкость катионного поглощения в среднем составляет 15...16 мг.-экв./100 г почвы. Плоские пологоувалистые равнины практически полностью распаханы, а мелкосопочно-увалистые низкогорья обладают средней степенью проективного покрова растительностью.

Геосистемы, обладающие слабой степенью устойчивости составляют 41,26 % от территории бассейна (5, 8, 9, 11, 17, 24, 28, 30, 32, 34, 36, 42, 43, 50, 51 на рисунке). В геохимическом отношении геосистемы занимают транзитное и аккумулятивное положение, преобладает плоский рельеф с уклонами поверхности преимущественно 2°. Преобладают полугидроморфные легкосуглинистые и супесчаные почвы, характеризующиеся выпотным водным режимом, средним засолением, щелочной реакцией почвенного раствора. В зависимости от типа почв меняется содержание гумуса в слое 0...20 см размах в значениях достигает 10,5 и составляет 1,5...12 %, мощность гумусового горизонта – 10...11 см. Емкость катионного поглощения в среднем составляет 15 мг.-экв./100 г почвы. Покрытая растительностью площадь в среднем составляет 55...65 %.

Последняя группа геосистем (46...48 на рисунке) определена степенью весьма слабой устойчивости к антропогенным воздействиям. Они представлены бугристо-грядовыми эоловыми равнинами с житняково-белоземельнопопынной и терескеновой растительностью на песках с участием пойменных луговых почв. В геохимическом отношении геосистемы занимают аккумулятивное положение, преобладает плоский рельеф с уклонами поверхности преимущественно 0...2°. Песчаные гидроморфные почвы характеризуются десуктивно-выпотным водным режимом, средним засолением, щелочной реакцией почвенного раствора. Содержание гумуса в слое 0...20 см составляет в среднем 0,3...0,4 %, мощность гумусового горизонта – 5...7 см, емкость катионного поглощения 16...17 мг.-экв./100 г почвы, средняя покрытая растительностью площадь составляет 25...30 %.

Было установлено, что степень устойчивости геосистем к внешним воздействиям определяется контрастностью ландшафто-формирующих процессов. В целом же, на территории исследования преобладают геосистемы со слабой степенью устойчивости (41,26 %) и со средней степенью устойчивости (35,68 %).

Таблица 2

Показатели устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию (фрагмент, показателей 1...4 ландшафтов из 58)

№ ландшафтов по карте (рисунок)	Радиационный баланс, ккал/см <sup>2</sup> год	Радиационный индекс сухости	Ветровой режим (количество дней с сильными ветрами)	Характер рельефа	Крутизна склона, в градусах	Степень естественной дренированности	Геохимическое положение	Механический состав почвы	Мощность гумусового горизонта, см	Содержание гумуса в слое 0-20 см, в %	Кислотность почвенного раствора (рН)	Степень засоленности (содержание солей в верхнем горизонте, в %)	Емкость катионного поглощения, мг.экв/100 г. почвы	Тип водного режима	Степень гидроморфности почв	Покрывающая растительностью площадь, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	29,01	5,2	13	Гривово-холмистый	3,5	0,008	элювиальное	легкий суглинок	9...10	2,3	8,2	0,09	17,5	непромывной	автоморфные	30
2	28,68	4,7	26	грядово-куполовидный	3,9	0,0007	элювиальное	легкий суглинок	9...10	2,4	7,8	0,04	13	непромывной	автоморфные	65
3	29,06	4,9	13	гривово-холмистый	2,9	0,008	элювиальное	легкий суглинок	9...10	2,1	7,6	0,04	13	непромывной	автоморфные	70
4	29,01	5,2	13	гривистый	3,5	0,008	элювиальное	легкий суглинок	9...10	2,3	8,2	0,09	17,5	непромывной	автоморфные	30

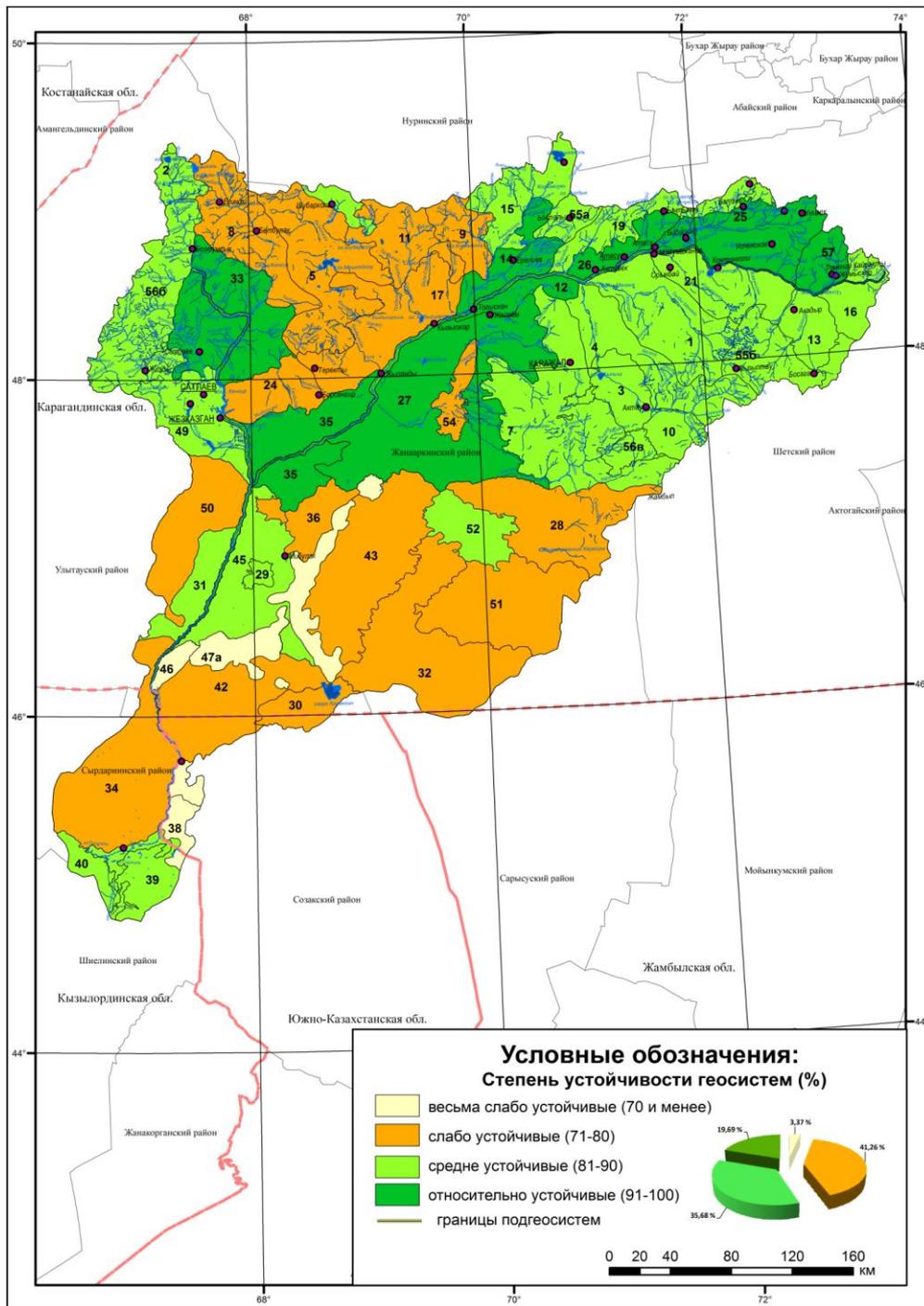


Рис. Карта устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию.

Необходимо отметить, что именно совокупность рассмотренных показателей может наиболее объективно отразить степень устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. Принятые за основу показатели позволяют пространственно увязать хозяйственную деятельность с их устойчивостью, и дают возможность регулирования структуры природопользования, определения размещения объектов хозяйственной деятельности, т.е. планировочного решения вопроса уменьшения отрицательного эффекта воздействия за счет знания устойчивости геосистемы.

В дальнейшем сведения о геосистемах, полученные при оценке устойчивости, будут интерпретированы с позиции прикладной географии для разработки оптимальной структуры природопользования, которая включает в себя сведения о состоянии потенциала устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям и степени антропогенной нагрузки на геосистемы. Устойчивость при этом рассматривается как особый природный ресурс, поскольку ассимиляционная способность природной среды по отношению к выбросам вещества и энергии в результате антропогенной деятельности может служить одним из критериев определения природоохранной политики. При этом считается, что оптимальная структура природопользования не приводит к негативным последствиям, не снижает средо- и ресурсоформирующие свойства геосистем, и, наоборот, несовершенная структура природопользования, сформированная без учета ландшафтных особенностей территории, ведет к нарушению и деградации.

**Выводы.** На основе проведенных нами исследований и полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Усовершенствована и адаптирована методика оценки потенциала устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. Данная методика имеет универсальный характер и может послужить модельной для совершенствования методов исследования, ориентированных на решение задач практики природопользования.
2. Территория бассейна реки Сарысу относится к полупустынным и пустынным ландшафтам с малой биологической информацией, ослабленным водными связями, но с интенсивными прямыми воздушными связями. Геосистемы бассейна обладают совокупностью природных факторов, усиливающих процессы загрязнения геосистем. Все это уменьшает централизацию, упорядоченность, самоорганизацию и

устойчивость ландшафта.

3. Проведенная интегральная оценка степени устойчивости природных комплексов к антропогенным воздействиям на основе выявления ландшафтообразующих факторов геосистем позволила выявить ландшафты с различными потенциалами устойчивости (от относительно устойчивых до весьма слабо устойчивых), требующих разных подходов при разработке оптимальной структуры природопользования. Составлена карта устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию.

4. Исследования подтвердили, что геосистемы с высокой степенью устойчивости к антропогенным воздействиям приурочены к стоку реки Сарысу в верхнем течении, занимающие в геохимическом отношении элювиальное положение и характеризующиеся сравнительно благоприятными термическими и гидротермическими условиями. А геосистемы, приуроченные к зоне распластывания стока, занимающие в геохимическом отношении аккумулятивное положение, обладают низкой степенью устойчивости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антюфеева Т.В. Антропогенная трансформация природных комплексов в горнорудных районах: ): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Алтайский государственный университет. – Барнаул, 2004. – 20 с.
2. Башкин В.Н., Евстафьева Е.В., Снакин В.В., Семенов Ю.М., Кочуров Б.И. и др. Биогеохимические основы экологического нормирования. – М.: Наука, 1993. – 312 с.
3. Будыко М.И. Эволюция биосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 488 с.
4. Василевская В.Д., Калишева О.В., Копчик Г.Н. Устойчивость почв ближнего Подмосковья к антропогенным воздействиям // Вестник Моск. ун-та. Серия Почвоведение. – 1997. – № 3. – С. 3-6.
5. Волкова В.Г., Давыдова Н.Д. Техногенез и трансформация ландшафтов. – Новосибирск: Наука, 1987. – 120 с.
6. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988. – 327 с.
7. Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу // В кн.: Биогеохимические циклы в биосфере. – М.: Наука, 1976. – С. 99-118.

8. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 102 с.
9. Глазовская М.А. Принципы классификации природных геосистем по устойчивости к техногенезу и прогнозное ландшафтно-геохимическое районирование // Устойчивость геосистем: сб. статей. – М.: Наука, 1983. – С. 61-78.
10. Дашкевич З.В. К проблеме устойчивости геосистем // Известия ВГО. – 1984. – Т. 116. – Вып. 3. – С. 211-218.
11. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – 320 с.
12. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. – М.: Мысль, 1980. – 264 с.
13. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. – Новосибирск: Наука, 1979. – 233 с.
14. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / Б.А. Ревич, Ю.А. Саэт и др. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 140 с.
15. Орлова И.В. Ландшафтное планирование для целей сбалансированного сельскохозяйственного природопользования // География и природные ресурсы. – М., 2006. – №2. – С. 121-134.
16. Орлова И.В. Ландшафтное планирование для целей сельскохозяйственного природопользования (на примере Благовещенского района Алтайского края): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Институт водных и экологических проблем СО РАН. – Барнаул, 2002. – 191 с.
17. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
18. Роде А.А. Водный режим почв и его регулирование. – М.: АН СССР, 1965. – С. 61-72.
19. Рюмин В.В. Динамика и эволюция южно-сибирских геосистем. – Новосибирск: Наука, 1988. – 137 с.
20. Снакин В.В., Мельченко В.Е., Кречетов П.П. и др. Оценка устойчивости экосистем // В кн.: Биогеохимические основы экологического нормирования. – М.: Наука, 1993. – С. 196-211.

21. Солнцева Н.П. Геохимическая устойчивость природных систем к техногенным нагрузкам // В кн.: Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 181-216.
22. Сочава В.Б. Теоретические предпосылки картографирования среды обитания // Докл. ИГ Сибири и Дальнего Востока. – 1972. – Вып. 34. – С. 3-14.
23. Угланов И.Н. Мелиорируемая толща почв и пород юга Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1981. – 191 с.
24. [Электр. ресурс.] – Сайт «NASA» // [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov). (дата обращения 12.11.2017).

Поступила 14.10.2019

PhD

Ж.О. Озгелдинова

PhD

Ж.Т. Мукаев

Г.Т. Оспан

**АНТРОПОГЕНДІК ӘСЕР ЕТУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ  
ГИОСИСТЕМАЛАРДЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҚ ӘЛЕУЕТІН  
(МЫСАЛЫҒА: САРЫСУ ӨЗЕНІНІҢ СУ АЛАБЫН) БАҒАЛАУ**

*Түйін сөздер:* өзеннің су алабы, антропогендік әсер, геожүйелердің антропогендік әсерге тұрақтылығы, геоакпараттық жүйелер

*Жұмыста антропогендік әсер ету жағдайындағы геожүйелердің тұрақтылығын бағалау нәтижелері ұсынылған. Геожүйелердің тұрақтылық әлеуетін антропогендік әсерге бағалау әдістемесі жетілдірілген және бейімделген. Бұл әдіс амбебап сипатқа ие және табиғатты пайдалану тәжірибесінің мәселелерін шешуге бағытталған зерттеу әдісін жетілдірудің үлгісі бола алады. Геожүйелердің ландшафт түзуші факторларын анықтау негізінде Сарысу өзені су алабындағы антропогендік әсерге дейінгі геожүйелердің тұрақтылығының интегральды бағасы оларды табиғатты пайдаланудың оңтайлы құрылымын құруда әр түрлі тәсілдерді қажет ететін 5 классқа бөлуге мүмкіндік берді. Сарысу өзені су алабының геожүйелерінің антропогендік әсерге тұрақтылығының картасы жасалды.*

J.O. Ozgeldinova, Zh.T. Mukayev, G.T. Ospan

**ASSESSMENT OF THE GEOSYSTEMS STABILITY POTENTIAL  
UNDER ANTHROPOGENIC IMPACT CONDITIONS  
(ON THE EXAMPLE OF THE SARYSU RIVER BASIN)**

**Key words:** river basin, anthropogenic impact, resistance of geosystems to anthropogenic impact, geographic information systems

*The study presents the results of assessing the stability of geosystems under anthropogenic impacts. The methodology for assessing of geosystems stability potential to anthropogenic impacts has been improved and adapted. This technique has a universal character and can serve as a model for improving the research method focused on solving the problems of environmental management practice. An integral assessment of the stability of geosystems in the Sarysu river basin to anthropogenic impact on the basis of identifying landscape-forming factors of geosystems made it possible to differentiate them into 5 classes that require different approaches in developing the optimal structure of nature management. A map of the geosystems stability of Sarysu river basin to anthropogenic impact has been compiled.*