

УДК 504.03

Н. П. Линёва<sup>1,2</sup>  
В. А. Табунщик<sup>2,3</sup>

**Антропогенная преобразованность территории в пределах верховьев бассейна р. Салгир (Крымский полуостров): современное состояние и анализ**

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», г. Симферополь

*e-mail: n.linyova@mail.ru*

<sup>2</sup>ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь

*e-mail: tabunshchuk@ya.ru*

<sup>3</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский центр пресноводной и солоноватоводной гидробиологии», г. Херсон

*e-mail: tabunshchuk@ya.ru*

**Аннотация.** Для обеспечения социально-экономического развития человеческого общества естественные природные комплексы подвергаются огромному ряду антропогенных воздействий. В статье представлен анализ антропогенной преобразованности территории верховьев водосборного бассейна р. Салгир, основываясь на расчетах различных показателей: коэффициенте антропогенной преобразованности, индексе антропогенной нарушенности земель, коэффициенте абсолютной и относительной напряженности территории, степени антропогенной преобразованности, индексе урбанизированности земель. Результаты исследования показывают, что антропогенная преобразованность в пределах бассейна уменьшается с севера на юг в связи с уменьшением степени освоенности бассейна и интенсивности хозяйственной деятельности.

**Ключевые слова:** река, бассейн реки, антропогенная преобразованность, ГИС, Landsat, космический снимок, Крымский полуостров, Салгир.

## Введение

Долины рек, играя важную роль в хозяйственной деятельности человека, зачастую подвергаются длительному, многофакторному антропогенному воздействию. В последние годы исследуются различные типы антропогенных воздействий: геохимические, например загрязнение микропластиком [32], нефтью [36] тяжелыми металлами [24]; биотические [28]; энергетические [29]. Основные формы антропогенного воздействия связаны с типами хозяйственной деятельности, которые различаются характером преобразования природных систем, что рассматривается многими авторами [30], в том числе в пределах водосборного бассейна [2, 3, 9, 11, 16, 23, 25, 34]. При этом отмечается рациональность использование водосборного бассейна рек в качестве операционно-территориальной единицы, так как водосборный бассейн представляет собой наиболее целостную в ландшафтно-геохимическом отношении каскадную систему [15]. Поэтому актуально рассматривать антропогенное влияние на природные комплексы, изменение их структуры и функционирования в пределах всего водосборного бассейна. Однако несмотря на

это, зачастую исследование антропогенной трансформации проводится в пределах административно-территориальных единиц [8, 10], не представляющих собой целостное образование в контексте ландшафтно-экологических процессов, что отмечалось некоторыми авторами [31]. Изучение антропогенной преобразованности в пределах Крымского полуострова проводилось, во-первых для ландшафтов в пределах единиц физико-географического районирования Крымского полуострова - для равнинной части [5], Керченского полуострова [7], предгорья [17], то есть охватывала территории более интенсивного хозяйственного освоения, также рассматривались территории более локального уровня [14, 12, 1]. Кроме того, отмечалось, что слабопреобразованные ландшафты занимают всего лишь 2,5% территории Крымского полуострова [17].

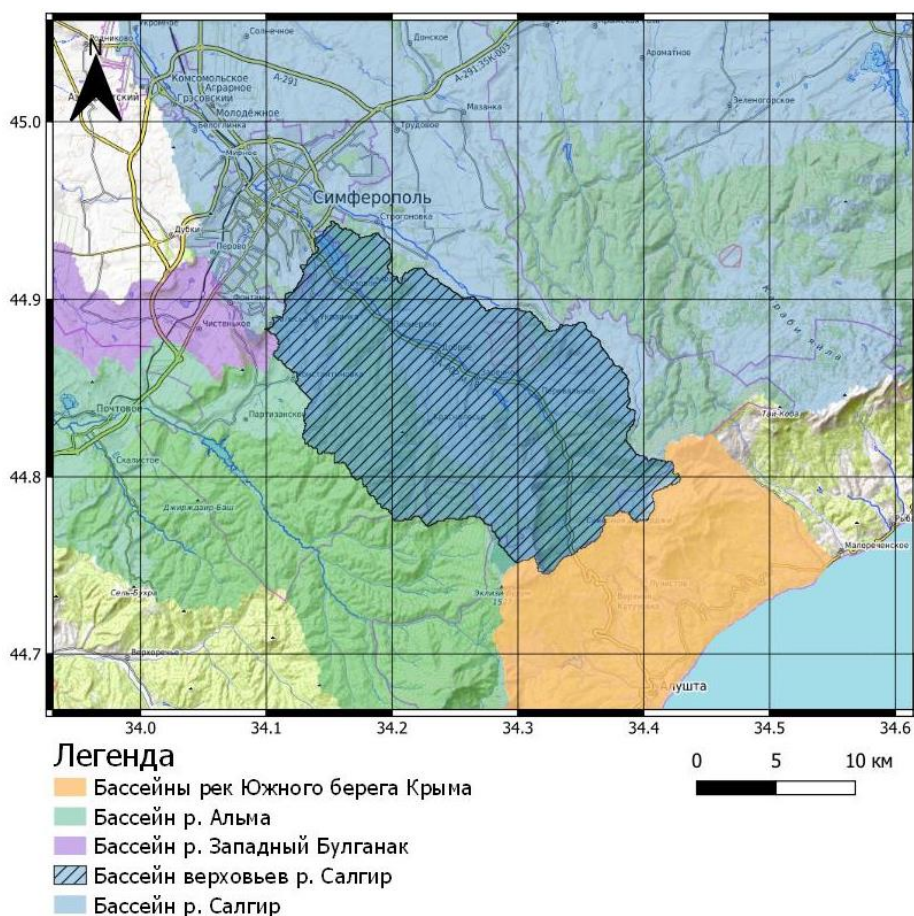
В тоже время исследования антропогенной преобразованности в пределах речных бассейнов Крыма стали проводиться относительно недавно, были рассчитаны показатели для бассейнов рек Северо-западного склона Крымских гор [31], а также рассматривался бассейн реки Салгир, где верховья реки на территории Горного Крыма, по сравнению с остальной частью бассейна, являются наименее преобразованным [16]. Однако антропогенное воздействие со временем проявляется и на данной территории, обладающей специфическими природными условиями и структурой землепользования. Целью исследования является анализ антропогенной трансформации верховьев бассейна реки Салгир.

### **Материалы и методы**

Исследуемая территория представлена верховьями водосборного бассейна р. Салгир и ограничивается в нижнем течении плотиной Симферопольского водохранилища (рис. 1). Площадь исследуемой территории составляет 307,3 км<sup>2</sup>.

На юго-востоке граничит с бассейнами рек южного берега Крыма, а на юго-западе — с бассейном рек Альма и Западный Булганак. Исследуемая территория охватывает горную часть водосборного бассейна, где находится часть северного макросклона Главной гряды Крымских гор, в том числе массивы Чатырдаг, Демерджи, Долгоруковская яйла. Место слияния рек Ангара и Кизил-Коба считается истоком р. Салгир. В пределах исследуемой территории в р. Салгир впадают в основном левые притоки - Ангара, Аян, Хараб-Тавель, Аратук, Джума и б.Курцы [13]. На территории исследования типы почв сменяются следующим образом: на поверхности яйл представлены горно-луговыми почвами, а на северном макросклоне — бурыми горными лесными почвами, под буковыми, дубовыми и смешанными лесами. При дальнейшем снижении высоты к северу могут встречаться предгорные черноземы. В долине реки Салгир и её притоков распространены аллювиальные почвы, а также луговые почвы в понижениях при наличии близкого залегания грунтовых вод [6]. Север исследуемой территории занимает низкогорный ландшафтный уровень предгорья Крымских гор, который представлен ландшафтным поясом дубовых лесов и кустарниковых зарослей на останцово-денудационных и наклонных структурных денудационных равнин и куэстовых возвышенностей. Этот пояс пересекается долиной р. Салгир, где выделяются пойменно-террасовые местности с тополево-ивовыми и дубовыми лесами в комплексе с луговой растительностью. Среднегорный ландшафтный уровень включает в себя зону северного макросклона гор с буковыми, дубовыми

и смешанными широколиственными лесами, а также зона яйлинских плато с горными лугами и горной лесостепью [19, 20].



**Рис. 1.** Карта расположения исследуемой территории (верховья бассейна р. Салгир)

Исследование антропогенной трансформации территории верховьев бассейна р. Салгир проводилось с использованием географических информационных систем и наборов открытых геоданных. Определение морфометрических характеристик водосборного бассейна, а также расчеты антропогенной трансформации были проведены с использованием геоинформационной системы Quantum GIS 3.22 с использованием цифровой модели рельефа Shuttle Radar Topography Mission Data (SRTM). Данные о природопользовании в бассейне р. Салгир были получены в ходе дешифрирования спутниковых снимков высокого разрешения. Для анализа современного природопользования и антропогенной преобразованности ландшафтов использовались космические снимки Landsat-7 и Sentinel 2 за 2022 год, а также в ходе маршрутных исследований автора.

Для расчета антропогенной трансформации речного бассейна использовались различные показатели. В работе используется методика П.Г. Шищенко на базе формулы расчета регионального индекса антропогенной преобразованности М.Я. Лемешева, К.Г. Гофмана и др., где рассчитывается

коэффициент антропогенной преобразованности территории с учетом ранга использования территории и глубины антропогенного преобразования, имеющий вид :

$$Кап = \sum gi \cdot pi \cdot qi / 100,$$

где Кап – коэффициент антропогенного преобразования;

$gi$  – ранг  $i$ -го вида использования территории (1 - заповедные территории, 2 – леса, 3 - заболоченные земли и реки, 4 - луга, пастбища, 5 - сады, виноградники, 6 – пашня, 7 - сельская застройка, 8 - городская застройка и дороги, 9 – водохранилища и каналы, 10 – карьеры и отвалы);

$qi$  – процент площади угодий  $i$ -го вида;

$pi$  – глубина антропогенного преобразования (1,0 - заповедные территории, 1,05 – леса, 1,10 - заболоченные земли и реки, 1,15 - луга, пастбища, 1,20 - сады, виноградники, 1,25 – пашня, 1,30 - сельская застройка, 1,35 - городская застройка и дороги, 1,40 – водохранилища и каналы, 1,45 – карьеры и отвалы) [22].

Данный показатель использовался изначально для оценки преобразованности ландшафтов территории Украины, из-за чего для локального уровня исследования необходимо использовать более расширенную шкалу, что отмечалось в работах [12].

Также в работе использовалась модифицированная А.С. Рулевым формула индекса антропогенной нарушенности земель, представляющего собой величину, равную произведению ранга (коэффициента) измененности территории ИЛ на долю (%) в общей площади контура (квадрата сканирования):

$$ИЛ = (\sum_{i=1}^m Ni Si) / S_{ck},$$

где  $Si$  – площадь вида землепользования ( $км^2$ , %);

$Ni$  – ранг, или коэффициент нарушенности ландшафта (1 – лесные площади и древесно-кустарниковые насаждения, 2 – под водой и болотами, 3 – пастбища, 4 – пашня, включая орошаемую, 5 – промышленно-транспортные и селитебные территории);

$S_{ck}$  – площадь квадрата сканирования;

$i$  – порядковый номер вида нарушений;

$m$  – количество видов нарушений [21].

По Б.И. Кочурову группировка земель в соответствии со степенью антропогенной нарушенности позволяет оценить антропогенную преобразованность территории в сопоставимых показателях – коэффициент абсолютной (4.3) и относительной напряженности территории:

$$K_a = AN_6 / AN_1$$

$$K_o = AN_4 + AN_5 + AN_6 / AN_1 + AN_2 + AN_3$$

где  $AN_1$  – природоохранные и неиспользуемые территории;

$AN_2$  – сенокосы, залежные земли, лесные земли, не используемые для заготовки древесины;

$AN_3$  – многолетние насаждения, рекреационные земли, лесные земли;

$AN_4$  – пахотные земли, сельские поселения;

$AN_5$  - городские поселения;

$AN_6$  - земли промышленности, транспорта, обороны и другие нарушенные земли, свалки, отвалы [10].

Методика оценки антропогенной преобразованности природно-территориальных комплексов также была разработана В. В. Занозиним [8]. С учётом имеющихся разработок по оценке антропогенной трансформации ПТК,

которые были рассмотрены ранее, была составлена формула степени антропогенной преобразованности ПТК, имеющая следующий вид:

$$L_{\text{антропо}} = SA_1 \times k_1 + SA_2 \times k_2 + \dots + SA_n \times k_n / S_{\text{нтс}},$$

где  $SA$  – площадь модифицированного участка природного территориального комплекса;

$k$  – числовой коэффициент степени антропогенной преобразованности ПТК (1 – ООПТ и ненарушенные территории; 2 – сенокосы, 3 – пастбища и залежные земли; 4 – возделываемые земли; 5 – дачи и схожие земли; 6 – карьеры искусственные пруды и водные объекты, дороги, кладбища; 7 – постройки производственного типа; 8 – застройка сельская и прилегающие территории; 9 – застройка городская и прилегающие территории, зоны промышленного типа);

$S_{\text{нтс}}$  – площадь естественного природного территориального комплекса.

В работе Т. Wrbka применялся индекс урбанизированности земель в качестве показателя степени доминирования в ландшафтах антропогенно трансформированных систем :

$$Urbanity = \log_{10} \left( \frac{U + A}{F + W + B} \right),$$

где  $A$  – агроценозы, сельскохозяйственные земли;  $B$  – естественные биотопы;  $U$  – урбанизированные территории;  $F$  – леса;  $W$  – водно-болотные угодья [35].

### **Результаты и обсуждение**

Были произведены расчеты по шести показателям антропогенной трансформации, предлагаемыми разными авторами, для верховьев бассейна р. Салгир в целом и сетки квадратов, покрывающих данную территорию (табл. 4. 2).

Для верховьев бассейна р. Салгир коэффициент антропогенной преобразованности составил 4,52 что позволяет отнести его к категории преобразованных ландшафтов (к второй из пяти категорий по возрастанию степени преобразованности).

Согласно значению степени антропогенной преобразованности по В.В. Занозину, общая оценка преобразованности верховьев бассейна р. Салгир от ниже средней до средней (к третьей из семи категорий) – наличествуют различные виды воздействия на природно-территориальные комплексы, выпас скота, ведение сельского хозяйства, небольшие населенные пункты, для которых характерна одноэтажная застройка. Изменение почвенно-растительного покрова существует, но не критично; аналогичные изменения характерны для рельефа.

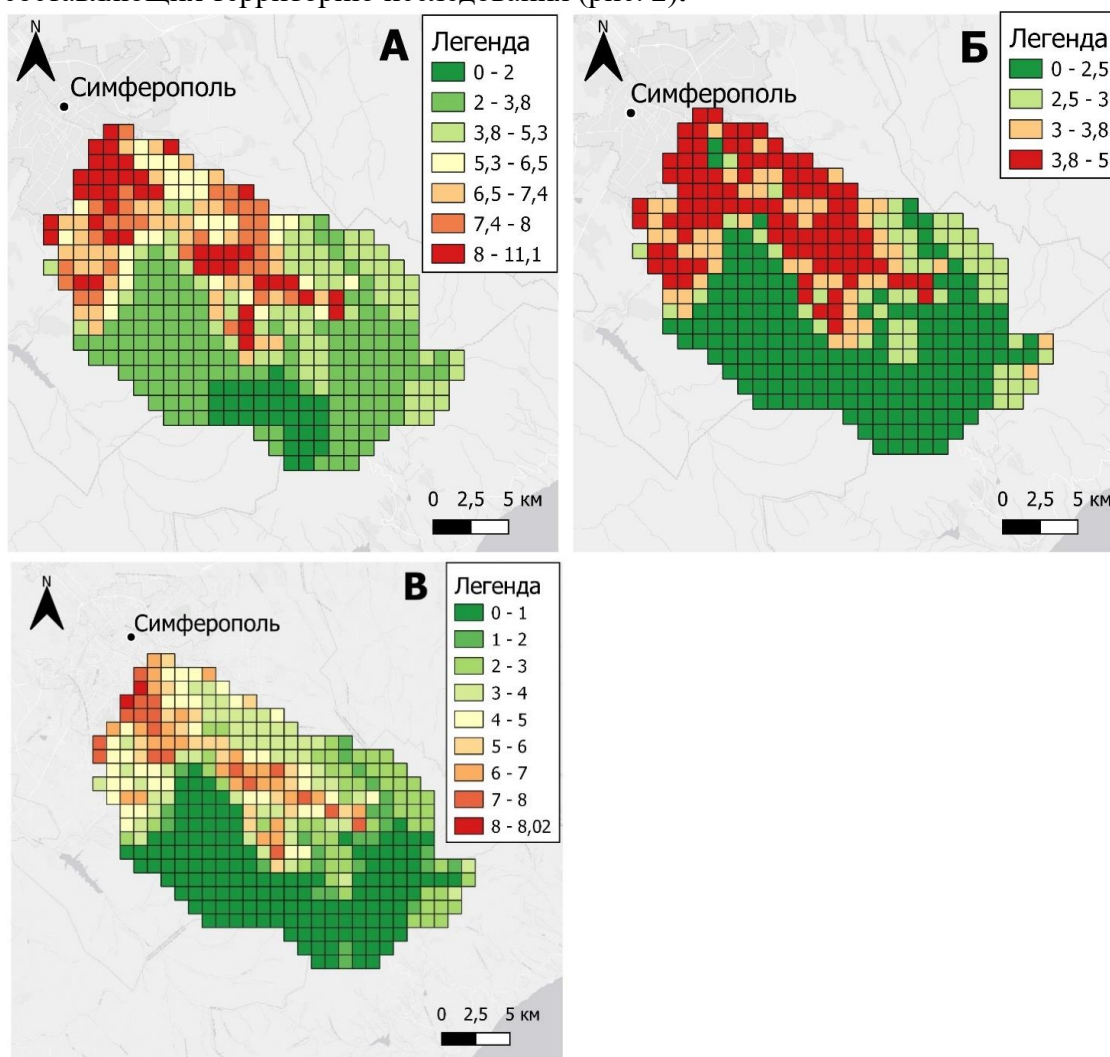
По значению индекса антропогенной нарушенности земель А. С. Рулева ландшафты верховьев р. Салгир относятся к среднему уровню антропогенной измененности (ко второй категории из четырех), т.е. антропогенным воздействием затронуты практически все компоненты. Это приводит к изменению многих природных взаимосвязей, а иногда и перестройке всей структуры ландшафта. В ряде случаев это провоцирует развитие экзогенных процессов. Такая высокая степень трансформации может быть обусловлена суженной легендой, где выделяется всего пять типов угодий, нет деления селитебных территорий по этажности застройки и степени озеленения.

По методике Б.И. Кочурова состояние территории является сбалансированным по отношению к антропогенной нагрузке с одной стороны и

устойчивости природы с другой, когда значение коэффициента относительной напряженности ЭХС территории равно или приближено к единице, по результатам расчетов он составляет меньше единицы (0,36). Коэффициент абсолютной напряженности составляет 0,71.

По методике Т. Wrbka значение индекса урбанизированности территории составляет 0,06.

Показатели были рассчитаны для сетки квадратов площадью 1 км<sup>2</sup>, составляющих территорию исследования (рис. 2).



**Рис. 2.** Антропогенная трансформация верховьев бассейна р. Салгир:

А - коэффициент антропогенной преобразованности по методике П.Г. Шищенко; Б - индекс антропогенной нарушенности земель по методике А.С. Рулева; В - степень антропогенной трансформации земель по методике В.В. Занозина

*Составлено авторами*

Представительно визуализировать результаты получилось только для трех коэффициентов, недостаток методик расчета не позволил это сделать для формул Б.И. Кочурова, построенной таким образом, что в пределах одного квадрата не может быть представлен только один тип землепользования, иначе результат будет равен нулю. А значительную часть исследуемой территории занимают

сплошные лесные массивы, где находится множество оперативно-территориальных единиц.

Индекс урбанизированности (Т. Wrbka) рассматривается в сравнении с бассейнами рек северо-западного склона Крымских гор. Оценка трансформации ландшафтов проводилась и для других территорий Крымского полуострова, но наибольший интерес представляют расчеты для других бассейнов рек и для р. Салгир в целом (табл. 1).

**Таблица 1.**

Значения показателей антропогенной трансформации речных бассейнов Крымского полуострова [31 с дополнениями автора]

Показатели трансформированности ландшафтов	Бассейн реки и ее части					
	Верховья бассейна р. Салгир	Западный Булганак	Альма	Кача	Бельбек	Черная
Коэффициент антропогенной преобразованности (по П.Г. Шищенко)	4.52	6.20	3,84	3.49	3.17	2.52
Коэффициент абсолютной напряженности ЭХС территории (по Б.И. Кочурову)	0.71	11.98	0.25	0.33	0.28	0.07
Коэффициент относительной напряженности ЭХС территории (по Б.И. Кочурову)	0.36	1.46	0.33	0.28	0.17	0.11
Степень антропогенной преобразованности (по В.В. Занозину)	3,34	4.02	2.30	1.46	1.36	1.49
Индекс антропогенной нарушенности земель (по А.С. Рулеву)	2,67	3.64	2.03	1.74	1.65	1.01
Индекс урбанизированности территории (по Т. Wrbka)	0,06	0.17	0.48	-0.56	-0.77	-0.95

*Составлено авторами*

По данным Е. А. Позаченюк и А. Н. Власовой, использовавших методику П. Г. Шищенко, ландшафты бассейна р. Салгир относятся в целом к среднетрансформированным (Кап=6,1), поскольку долина реки ниже Симферопольского водохранилища является более освоенной, возрастает количество сельскохозяйственных угодий и селитебных территорий.



Трансформация бассейнов рек северо-западного склона Крымских гор исследовалась ранее с использованием тех же шести показателей [31]. Несмотря на то, что бассейн верховьев р. Салгир по сравнению с её остальной частью наименее подвержен антропогенной нагрузке, он является по всем показателям более преобразованным, чем бассейны первых четырех рек северо-западного склона Крымских гор (Черная, Бельбек, Кача, Альма) и уступает только р. Западный Булганак. Такой результат может быть обусловлен тем, что р. Западный Булганак располагается большей частью в предгорье, её исток находится на склонах Внутренней гряды Крымских гор, а значит бассейн более доступен для освоения. Кроме того, это подтверждают расчеты коэффициента антропогенной преобразованности для ландшафтов предгорья, согласно которым ландшафты предгорья относятся к сильно преобразованным [18].

Была установлена общая тенденция изменения антропогенной преобразованности в верховьях бассейна реки Салгир – антропогенная преобразованность уменьшается в соответствии со степенью освоенности территории – с севера на юг. Концентрируется в пределах долины р. Салгир, что закономерно, так как издавна долины рек характеризуются как места расселения и ведения хозяйства.

Большая часть трансформированных ландшафтов с высокой степенью преобразованности представляет собой селитебные территории. В пределах водосборного бассейна находится территория Добровского, Перовского сельского поселения и г. Симферополя. Вдоль р. Салгир расположены сёла - с. Доброе, с. Лозовое, с. Ферсманово, с. Андрусово, с. Пионерское, с. Заречное и с. Перевальное, через которые проходит Ялтинское шоссе. Здесь населенные пункты формируют агломерацию, объединенную интенсивными хозяйственными, трудовыми, культурно-бытовыми и рекреационными связями. Села Краснолесье и Мраморное расположены в центральной части муниципального образования, в южном направлении от административного центра поселения – с. Доброе. Село Петропавловка расположено в северо-западной части сельского поселения, на границе с Перовским сельским поселением, населенные пункты которого также находятся в пределах исследуемой территории – с. Теплое, с. Украинка, с. Клиновка, частично с. Контантинковка и с. Залесье. Жилая застройка населенных пунктов представлена преимущественно индивидуальными жилыми домами с приусадебными участками, большая часть территории г. Симферополя, которая находится в границах исследуемого водосборного бассейна, также представляет собой малоэтажную застройку. Такое разделение в землепользовании учитывают не все авторы используемых коэффициентов, а именно выделяются только В. В. Занозиним, Б. И. Кочуровым и П. Г. Шищенко, что влияет на обобщенность результата в пределах операционно-территориальных единиц.

Часть территории с повышенной степенью преобразованности занимают агроценозы, где наибольший приоритет в области растениеводства отдан развитию зерновых и зернобобовых культур, выращиванию ягод, фруктовых и ореховых садов, виноградарству. В области животноводства большее развитие получил пригородный тип хозяйствования, который включает в себя развитие молочного животноводства, птицеводства и овцеводства. Преобладает животноводческий тип сельскохозяйственного использования земель, для которого характерно использование земли в виде кормовых угодий, садоводства и скотоводства. Среди предприятий сельского хозяйства следует отметить КФХ



«Кемалова», сферой деятельности является животноводство, ООО «Южная» - выращивание зерновых (кроме риса), зернобобовых культур и семян масличных культур [4]. Однако в пределах территории исследования отмечена тенденция к изъятию бывших сельскохозяйственных угодий под жилую застройку

Несколько увеличивает степень преобразованности также распространенные на площади водосборного бассейна лесопосадки сосны крымской, которые для лесостепной зоны они составляют антропогенные лесокультурные ландшафты, также являясь фактором трансформации естественных ландшафтов, но в методиках для этого типа антропогенных ландшафтов не отводится отдельная категория.

Наибольшую степень антропогенной трансформации приобрели территории, используемые для разработки карьеров по добыче горных пород в строительных целях. Курцовское, Петропавловское, Лозовское месторождение диабазов и диабазовых порфиритов и Мраморное месторождение мраморизованных известняков. Также высоко преобразованными территориями являются места зарегулированного стока рек в виде водохранилищ (Симферопольское, Аянское) и прудов.

Меньшие значения наблюдаются в районе формирования стока р. Салгир, включая зону северного макросклона Крымских гор с буковыми, дубовыми и смешанными широколиственными лесами. Лесохозяйственное природопользование осуществляется государственным предприятием - Симферопольским лесохозяйственным хозяйством. Однако лесные массивы повсеместно используются под рекреационные задачи, включая экологические тропы и стоянки, горный, спелеологический, экстремальный туризм, что также является фактором антропогенного преобразования.

Минимальная степень преобразования характерна для яйлинских плато с горными лугами и горной лесостепью, где располагаются ООПТ различных категорий. Наиболее крупными являются Государственный природный заказник «Долгоруковская яйла», Национальный парк «Крымский», Ландшафтно-рекреационный парк регионального значения «Урочище Кизил-Коба.

Однако процессы трансформации в некоторой степени затронули и территории, занятые этими ландшафтами. Например, дубовые леса, которые доминируют среди других типов лесов на территории Крыма, в основном представляют собой порослевой лес, подвергавшийся многочисленным рубкам. Поверхности яйл подвергались нерегулируемому выпасу скота, что стало, по мнению некоторых авторов (И. П. Ведь, Е. В. Вульф) одной из причин отсутствия лесного покрова на вершинах горных массивов.

## **Выводы**

Для оптимизации антропогенной нагрузки в пределах бассейна рек необходима оценка существующей антропогенной преобразованности. С помощью дешифрирования космических снимков были получены данные о природопользовании для верховьев бассейна р. Салгир и рассчитаны шесть показателей антропогенной преобразованности территории, предложенных различными авторами.

В результате сопоставления полученных значений антропогенной преобразованности с классификацией, предложенной авторами показателей,

степень преобразованности исследуемой территории попадала в категории, характеризующиеся средней и низкой преобразованностью.

Расчеты для сетки квадратов площадью 1 км<sup>2</sup>, охватывающих территорию исследования позволили выявить пространственное распределение преобразованных территорий. Антропогенная преобразованность уменьшается по степени освоенности водосборного бассейна к горной его части (зона буковых, дубовых и смешанных широколиственных лесов и яйлинских плато с горными лугами и горной лесостепью), для которой характерна лесохозяйственная и природоохранная деятельность, соответственно антропогенная преобразованность на данной территории имеет минимальное значение. Наибольшие значения концентрируются в пределах долины р. Салгир, где имеются карьеры по добыче горных пород, располагаются населенные пункты, агроценозы. Интенсивная антропогенная нагрузка на долину реки способствует утрате ею функции экологических коридоров, поэтому существует необходимость регуляции антропогенного воздействия на верховья р. Салгир.

*Работа выполнена в рамках реализации темы госзадания 123101900019-5 и № 121040100327-3.*

### ***Литература***

1. Алексашкин И. В., Горбунов Р. В., Завалишина А. А. Степень преобразованности ландшафтов окрестностей с. Трудолюбовка Бахчисарайского района АР Крым // Культура народов Причерноморья. 2009. № 162. С. 7-11.
2. Власова А. Н. Методические подходы к ландшафтному планированию бассейна р. Салгир // Известия вузов. Северо-кавказский регион. Естественные науки. 2017. № 2. С. 84-91.
3. Волчек А. А., Окоронко И. В. Оценка антропогенной преобразованности водосборов малой реки (на примере реки Лесной) // Земля Беларуси : земельные и имущественные отношения : ежеквартальный научно-производственный журнал / учредитель Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие по землеустройству, геодезии и картографии "БелНИЦзем". 2021. № 1. С. 51-59
4. Генеральный план Добровского сельского поселения Симферопольского района Республики Крым [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://simfmo.rk.gov.ru/ru/structure/2019\\_02\\_27\\_11\\_24\\_utverzhdennye\\_generalny\\_e\\_plany\\_selskikh\\_poselenii\\_simferopolskogo\\_raiona](https://simfmo.rk.gov.ru/ru/structure/2019_02_27_11_24_utverzhdennye_generalny_e_plany_selskikh_poselenii_simferopolskogo_raiona).
5. Драган Н. А., Альшеви Ф. С., 1998. Оценка трансформации сельскохозяйственных земель равнинного Крыма. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия География, 6 (45): 6–10.
6. Драган Н. А. Почвенные ресурсы Крыма. Симферополь: ДОЛЯ, 2004. 208 с.
7. Ергина Е. И., Шадрин Е. И. Преобразованность ландшафтов Керченского полуострова как ограничивающий фактор выделения почв эталонов // Ученые записки КФУ им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2016. Т. 2 (68), № 3. С. 203-211.

8. Занозин В. В. Структура и современное антропогенное преобразование центрального района ландшафта дельты реки Волга: специальность 25.00.23 «Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов»: Диссертация на соискание доктора географических наук / В. В. Занозин; ФГАОУ ВО "Пермский государственный национальный исследовательский университет". Пермь, 2021. 22 с.
9. Козырева Ю. В., Ненашева Г. И., Волкова А. К., Легачева Н. М., Прудникова Н. Г., Игнатенко М. Н. Оценка антропогенной преобразованности природных комплексов речных бассейнов (на примере бассейна реки Каменка Алтайского края) // Мониторинг. Наука и технологии. 2019. № 1(39). С. 28-35.
10. Кочуров Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: СГУ, 1999. 154 с.
11. Красноярова Б. А., Шарабарина С. Н., Гармс, Е. О. Антропогенная преобразованность территории Обь-Иртышского бассейна: некоторые результаты оценки // Известия АО РГО. 2017. № 1 (44). С. 15-20.
12. Михайлов В. А. Оценка антропогенной преобразованности ландшафтов с помощью ГИС (на примере Крымского Присивашья) // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 10. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://web.snauka.ru/issues/2012/10/17103>.
13. Олиферов А. Н., Гольдин Б. М.. Реки и озера. Симферополь: Крым, 1964. 62 с.
14. Пенно М. В., Панченко А. А. Современное состояние прибрежно-морского природопользования в районе Феодосийского залива // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб науч. тр. Вып 29. Севастополь, 2014. С. 80-85.
15. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта : Учеб. пособие для студентов геогр. и экол. специальностей вузов. 3. изд., перераб. и доп. Москва: Астрей-2000, 1999. 762 с.
16. Позаченюк Е. А., Ергина Е. И., Олиферов А. Н., Михайлов в. А., Власова А. Н., Кудрянь Е. А., Пенно М. В., Калинин И. В. Анализ факторов формирования водных ресурсов р. Салгир в услови, ях изменяющегося климата // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «География». Т. 27 (66). №2. 2014. С. 117-138.
17. Позаченюк Е. А. Экологическая экспертиза: природно-хозяйственные системы. Симферополь, Таврический экологический институт. 2003. 405 с.
18. Позаченюк Е. А., Петлюкова Е. А. Оценка антропогенной преобразованности ландшафтов Центрального предгорья главной гряды крымских гор // Антропогенная трансформация геопространства: история и современность : Материалы II Международной научно-практической конференции, Волгоград, 13–15 мая 2015 года / Волгоградский государственный университет; Ответственный редактор С. Н. Канищев. Волгоград: Волгоградский государственный университет, 2015. С. 317-323.
19. Позаченюк Е. А. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 611 с.
20. Рубцов Н. И., Махаева Л. В., Шалыт М. С., Котова И. Н. Растительный мир. Серия «Природа Крыма». Симферополь: Крым, 1964. 124 с.

21. Рулев А. С. Компьютерное картографирование пространственного распределения градиентов показателей регионального климата юго-востока Европейской части России // Вестник ВолГУ. Серия 11. 2012. №1 (3). С. 72-77.
22. Шищенко П. Г. Прикладная физическая география: учебное пособие для геогр. фак. ун-тов. Киев: Выща шк., 1988. 190 с.
23. Andreev V. H.; Napich, H.; Kovalenko, V. Impact of economic activity on geocological transformation of the basin of the Zhovtenka River (Ukraine). *J. Geol. Geogr. Geocol.* 2021, 30, 3–12. <https://doi.org/10.15421/112101>
24. Bella Atangana, M. S.; Ndam Ngoupayou, J. R.; Deliege, J. F. Hydrogeochemistry and Mercury Contamination of Surface Water in the Lom Gold Basin (East Cameroon): Water Quality Index, Multivariate Statistical Analysis and Spatial Interpolation. *Water* 2023, 15, 2502. <https://doi.org/10.3390/w15132502>
25. Frascaroli, F.; Parrinello, G.; Root-Bernstein, M. Linking contemporary river restoration to economics, technology, politics, and society: Perspectives from a historical case study of the Po River Basin, Italy. *Ambio* 2021, 50, 492–504. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01363-3>
26. Liu, Z.; Liu, Y. Does Anthropogenic Land Use Change Play a Role in Changes of Precipitation Frequency and Intensity over the Loess Plateau of China? *Remote Sens.* 2018, 10, 1818. <https://doi.org/10.3390/rs10111818>
27. Mukharamova, S.; Ivanov, M.; Yermolaev, O. Assessment of Anthropogenic Pressure on the Volga Federal District Territory Using River Basin Approach. *Geosciences* 2020, 10, 139. <https://doi.org/10.3390/geosciences10040139>
28. Physicochemical and biological analysis of river Yamuna at Palla station from 2009 to 2019 / P. Joshi, A. Chauhan, P. Dua [и др.] // *Scientific Reports* 12:2870 : электронный журнал. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06900-6>.
29. Raptis C.E, Michelle van Vliet, S. Pfister. Global thermal pollution of rivers from thermoelectric power plants. *Environmental Research Letters*, 2016, 11(10), 104011. doi:10.1088/1748-9326/11/10/104011.
30. Seguin, J., Bintliff, J. L., Grootes, P. M., Bauersachs, T., Dörfler, W., Heymann, C., Unkel, I. (2019). 2500 years of anthropogenic and climatic landscape transformation in the Stymphalia polje, Greece. *Quaternary Science Reviews*, 213, 133–154. doi:10.1016/j.quascirev.2019.04.028
31. Tabunshchik V., Gorbunov R., Gorbunova T. Anthropogenic Transformation of the River Basins of the Northwestern Slope of the Crimean Mountains (The Crimean Peninsula) // *Land*. 2022. Vol. 11, iss. 12. Art. no. 2121 (15 p.). URL: <https://doi.org/10.3390/land11122121>.
32. Temporal and Spatial Distribution Characteristics of Microplastics and Their Influencing Factors in the Lincheng River, Zhoushan City, China. / L. Cao, W. Chen, Y. Wang [и др.] // *Processes* 2023, 11, 1136.: электронный журнал. URL: <https://doi.org/10.3390/pr11041136>.
33. Trifonova, T.; Mishchenko, N.; Shoba, S.; Bykova, E.; Shutov, P.; Saveliev, O.; Repkin, R. Soil and Vegetation Cover and Biodiversity Transformation of Postagrogenic Soils of the Volga-Oka Interstream Area. *Agronomy* 2022, 12, 2444. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102444>
34. Vatitsi, K.; Ioannidou, N.; Mirli, A.; Siachalou, S.; Kagalou, I.; Latinopoulos, D.; Mallinis, G. LULC Change Effects on Environmental Quality and Ecosystem Services Using EO Data in Two Rural River Basins in Thrace, Greece. *Land* 2023, 12, 1140. <https://doi.org/10.3390/land12061140>

35. Wrbka, T. Linking pattern and process in cultural landscapes. An empirical study based on spatially explicit indicators / Wrbka, T.; Erb, K.H.; Schulz, N.B.; Peterseil, J.; Hahn, C.; Haberl, H. // *Land Use Policy* 2004, 21, 289–306.
36. Yusta-García R., Orta-Martínez M., Mayor, P., González-Crespo C., & Rosell-Melé, A. (2017). Water contamination from oil extraction activities in Northern Peruvian Amazonian rivers. *Environmental Pollution*, 225, 370–380. doi:10.1016/j.envpol.2017.02.063

N. P. Lineva<sup>1,2</sup>

V. A. Tabunshchik<sup>2,3</sup>

***Anthropogenic transformation of the territory within the upper reaches of the Salgir River basin (Crimean Peninsula): current state and analysis***

---

<sup>1</sup>V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol  
*e-mail: n.linyova@mail.ru*

<sup>2</sup>A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol

<sup>3</sup>Research Center of Freshwater and Brackish-water Hydrobiology, Kherson  
*e-mail: tabunshchik@ya.ru*

**Annotation.** *To ensure social and economic development of human society, natural natural complexes are subjected to a huge range of anthropogenic impacts. The article presents an analysis of anthropogenic transformation of the territory of the upper reaches of the Salgir River drainage basin, based on the calculations of various indicators: anthropogenic transformation coefficient, anthropogenic land disturbance index, the coefficient of absolute and relative tension of the territory, the degree of anthropogenic transformation, the index of urbanisation of land. The results of the study show that anthropogenic transformation within the basin decreases from north to south due to the decreasing degree of basin development and intensity of economic activity.*

**Keyword:** *river, river basin, anthropogenic transformation, GIS, Landsat, satellite image, Crimean Peninsula, Salgir.*

### **References**

1. Aleksashkin I. V., Gorbunov R. V., Zavalishina A. A. Stepen' preobrazovannosti landshaftov okrestnostej s. Trudolyubovka Bahchisarajskogo rajona AR Krym // *Kul'tura narodov Prichernomor'ya*. 2009. № 162. S. 7-11. (in Russian)
2. Vlasova A. N Metodicheskie podhody k landshaftnomu planirovaniyu bassejna r. Salgir // *Izvestiya vuzov. Severo-kavkazskij region. Estestvennye nauki*. 2017. № 2. S. 84-91. (in Russian)
3. Volchek A. A., Okoronko I. V. Ocenka antropogennoj preobrazovannosti vodosborov maloj reki (na primere reki Lesnoj) // *Zemlya Belarusi : zemel'nye i imushchestvennye otnosheniya : ezhekvartal'nyj nauchno-proizvodstvennyj zhurnal / uchreditel' Nauchno-issledovatel'skoe respublikanskoe unitarnoe predpriyatie po zemleustrojstvu, geodezii i kartografii "BelNICzem"*. 2021. № 1. S. 51-59. (in Russian)

4. General'nyj plan Dobrovskogo sel'skogo poseleniya Simferopol'skogo rajona Respubliki Krym URL: [https://simfmo.rk.gov.ru/ru/structure/2019\\_02\\_27\\_11\\_24\\_utverzhdennye\\_generalnye\\_plany\\_selskikh\\_poselenii\\_simferopolskogo\\_raiona](https://simfmo.rk.gov.ru/ru/structure/2019_02_27_11_24_utverzhdennye_generalnye_plany_selskikh_poselenii_simferopolskogo_raiona). (in Russian)
5. Dragan N. A., Al'shevbi F. S., 1998. Ocenka transformacii sel'skohozyajstvennyh zemel' ravninnogo Kryma. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernad'skogo. Seriya Geografiya, 6 (45): 6–10. (in Russian)
6. Dragan N. A. Pochvennye resursy Kryma. Simferopol': DOLYA, 2004. 208 s. (in Russian)
7. Ergina E. I., SHadrina E. I. Preobrazovannost' landshaftov Kerchenskogo poluostrova kak ogranichivayushchij faktor vydeleniya pochv etalonov // Uchenye zapiski KFU im. V.I. Vernad'skogo. Geografiya. Geologiya. 2016. T. 2 (68), № 3. S. 203-211. (in Russian)
8. Zanozin V. V. Struktura i sovremennoe antropogennoe preobrazovanie central'nogo rajona landshafta del'ty reki Volga: special'nost' 25.00.23 «Fizicheskaya geografiya i biogeografiya, geografiya pochv i geohimiya landshaftov»: Dissertaciya na soiskanie doktora geograficheskikh nauk / V. V.Zanozin; FGAOU VO "Permskij gosudarstvennyj nacional'nyj issledovatel'skij universitet". Perm', 2021. 22 c. (in Russian)
9. Kozyreva YU. V., Nenasheva G. I., Volkova A. K., Legacheva N. M., Prudnikova N. G., Ignatenko M. N. Ocenka antropogennoj preobrazovannosti prirodnyh kompleksov rechnyh bassejnov (na primere bassejna reki Kamenka Altajskogo kraja) // Monitoring. Nauka i tekhnologii. 2019. № 1(39) . S. 28-35. (in Russian)
10. Kochurov B. I. Geoekologiya: ekodiagnostika i ekologo-hozyajstvennyj balans territorii. Smolensk: SGU, 1999. 154 s. (in Russian)
11. Krasnoyarova B. A., SHarabarina S. N., Garms, E. O. Antropogennaya preobrazovannost' territorii Ob'-Irtyskogo bassejna: nekotorye rezul'taty ocenki // Izvestiya AO RGO. 2017. № 1 (44). S. 15-20. (in Russian)
12. Mihajlov V. A. Ocenka antropogennoj preobrazovannosti landshaftov s pomoshch'yu GIS (na primere Krymskogo Prisivash'ya) // Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii. 2012. № 10. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2012/10/17103>. (in Russian)
13. Oliferov A. N, Gol'din B. M.. Reki i ozera. Simferopol': Krym, 1964. 62 s. (in Russian)
14. Penno M. V., Panchenko A. A. Sovremennoe sostoyanie pribrezhno-morskogo prirodopol'zovaniya v rajone Feodosijskogo zaliva // Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa: Sb nauch. tr. Vyp 29. Sevastopol', 2014. S. 80-85. (in Russian)
15. Perel'man A. I., Kasimov N. S. Geohimiya landshafta : Ucheb. posobie dlya studentov geogr. i ecol. special'nostej vuzov. 3. izd., pererab. i dop. Moskva: Astreya-2000, 1999. 762 s. (in Russian)
16. Pozachenjuk E. A., Ergina E. I., Oliferov A. N., Mihajlov v. A., Vlasova A. N., Kudryan' E. A., Penno M. V., Kalinchuk I.V. Analiz faktorov formirovaniya vodnyh resursov r. Salgir v uslovi, yah izmenyayushchegosya klimata // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernad'skogo. Seriya «Geografiya». T. 27 (66). №2. 2014. S. 117-138. (in Russian)
17. Pozachenjuk E. A. Ekologicheskaya ekspertiza: prirodno-hozyajstvennye sistemy. Simferopol', Tavricheskij ekologicheskij institut. 2003. 405 s. (in Russian)

18. Pozachenyuk E. A., Petlyukova E. A. Ocenka antropogennoj preobrazovannosti landshaftov Central'nogo predgor'ya glavnoj gryady krymskih gor // Antropogennaya transformaciya geoprostranstva: istoriya i sovremennost' : Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Volgograd, 13–15 maya 2015 goda / Volgogradskij gosudarstvennyj universitet; Otvetstvennyj redaktor S. N. Kanishchev. Volgograd: Volgogradskij gosudarstvennyj universitet, 2015. S. 317-323. (in Russian)
19. Pozachenyuk E. A. Sovremennye landshafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij. Simferopol': Biznes-Inform, 2009. 611 s. (in Russian)
20. Rubcov N. I., Mahaeva L. V., SHalyt M. S., Kotova I. N. Rastitel'nyj mir. Seriya «Priroda Kryma». Simferopol': Krym, 1964. 124 s. (in Russian)
21. Rulev A. S. Komp'yuternoe kartografirovanie prostranstvennogo raspredeleniya gradientov pokazatelej regional'nogo klimata yugo-vostoka Evropejskoj chasti Rossii // Vestnik VolGU. Seriya 11. 2012. №1 (3). S. 72-77. (in Russian)
22. SHishchenko P. G. Prikladnaya fizicheskaya geografiya: uchebnoe posobie dlya geogr. fak. un-tov. Kiev: Vyshcha shk., 1988. 190 s. (in Russian)
23. Andreev V. H.; Hapich, H.; Kovalenko, V. Impact of economic activity on geoecological transformation of the basin of the Zhovtenka River (Ukraine). J. Geol. Geogr. Geoecol. 2021, 30, 3–12. <https://doi.org/10.15421/112101>
24. Bella Atangana, M. S.; Ndam Ngoupayou, J. R.; Deliege, J. F. Hydrogeochemistry and Mercury Contamination of Surface Water in the Lom Gold Basin (East Cameroon): Water Quality Index, Multivariate Statistical Analysis and Spatial Interpolation. Water 2023, 15, 2502. <https://doi.org/10.3390/w15132502>
25. Frascaroli, F.; Parrinello, G.; Root-Bernstein, M. Linking contemporary river restoration to economics, technology, politics, and society: Perspectives from a historical case study of the Po River Basin, Italy. Ambio 2021, 50, 492–504. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01363-3>
26. Liu, Z.; Liu, Y. Does Anthropogenic Land Use Change Play a Role in Changes of Precipitation Frequency and Intensity over the Loess Plateau of China? Remote Sens. 2018, 10, 1818. <https://doi.org/10.3390/rs10111818>
27. Mukharamova, S.; Ivanov, M.; Yermolaev, O. Assessment of Anthropogenic Pressure on the Volga Federal District Territory Using River Basin Approach. Geosciences 2020, 10, 139. <https://doi.org/10.3390/geosciences10040139>
28. Physicochemical and biological analysis of river Yamuna at Palla station from 2009 to 2019 / P. Joshi, A. Chauhan, P. Dua [i dr.] // Scientific Reports 12:2870 : elektronnyj zhurnal. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06900-6>.
29. Raptis C.E, Michelle van Vliet, S. Pfister. Global thermal pollution of rivers from thermoelectric power plants. Environmental Research Letters, 2016, 11(10), 104011. doi:10.1088/1748-9326/11/10/104011.
30. Seguin, J., Bintliff, J. L., Grootes, P. M., Bauersachs, T., Dörfler, W., Heymann, C., Unkel, I. (2019). 2500 years of anthropogenic and climatic landscape transformation in the Stymphalia polje, Greece. Quaternary Science Reviews, 213, 133–154. doi:10.1016/j.quascirev.2019.04.028
31. Tabunshchik V., Gorbunov R., Gorbunova T. Anthropogenic Transformation of the River Basins of the Northwestern Slope of the Crimean Mountains (The Crimean Peninsula) // Land. 2022. Vol. 11, iss. 12. Art. no. 2121 (15 p.). URL: <https://doi.org/10.3390/land1122121>.



32. Temporal and Spatial Distribution Characteristics of Microplastics and Their Influencing Factors in the Lincheng River, Zhoushan City, China. / L. Cao, W. Chen, Y. Wang [i dr.] // *Processes* 2023, 11, 1136.: elektronnyj zhurnal. URL: <https://doi.org/10.3390/pr11041136>.
33. Trifonova, T.; Mishchenko, N.; Shoba, S.; Bykova, E.; Shutov, P.; Saveliev, O.; Repkin, R. Soil and Vegetation Cover and Biodiversity Transformation of Postagrogenic Soils of the Volga-Oka Interstream Area. *Agronomy* 2022, 12, 2444. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102444>
34. Vatitsi, K.; Ioannidou, N.; Mirli, A.; Siachalou, S.; Kagalou, I.; Latinopoulos, D.; Mallinis, G. LULC Change Effects on Environmental Quality and Ecosystem Services Using EO Data in Two Rural River Basins in Thrace, Greece. *Land* 2023, 12, 1140. <https://doi.org/10.3390/land12061140>
35. Wrбка, T. Linking pattern and process in cultural landscapes. An empirical study based on spatially explicit indicators / Wrбка, T.; Erb, K.H.; Schulz, N.B.; Peterseil, J.; Hahn, C.; Haberl, H. // *Land Use Policy* 2004, 21, 289–306.
36. Yusta-García R., Orta-Martínez M., Mayor, P., González-Crespo C., & Rosell-Melé, A. (2017). Water contamination from oil extraction activities in Northern Peruvian Amazonian rivers. *Environmental Pollution*, 225, 370–380. doi:10.1016/j.envpol.2017.02.063

*Поступила в редакцию 01.11.2023 г.*