

А.В. Хорошев\* , А.А. Султанова 

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, г. Москва

\*e-mail: avkh1970@yandex.ru

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КРУПНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ КАЗАХСТАНА

Цель статьи – предложить классификацию функций пространственных элементов ландшафта на основе представления о трех типах ландшафтных структур. Демонстрируется применение полиструктурного подхода при анализе территории для проектирования крупных хозяйственных объектов. Используются примеры проектов горного курорта Кок-Жайлау и кольцевой автомобильной дороги БАКАД в Алматинской области и горно-добывающего производства в Ақмолинской области. Локальное хозяйственное воздействие рассматривается как потенциальное нарушение функции урочища, обеспечивающей устойчивость более крупной территории. Для корректного выбора мест размещения объектов, определения допустимых нагрузок и приемлемых технологий требуется оценить функции урочищ в трех типах ландшафтных структур – геостационарной, гециркуляционной и биоциркуляционной. Функции каждого урочища в разнотипных геосистемах более высоких рангов и размеров должны приниматься во внимание при расчете затрат на строительство и эксплуатацию (т.е. на преодоление лимитирующих природных факторов), включая затраты на экологическую ответственность. Кок-Жайлау оценено как урочище с безальтернативными рекреационными функциями, с высокими рисками нарушения биотических потоков и активизации и разнонаправленного рассеяния нежелательных абиотических потоков в случае строительства курорта. Предпочтительно сохранение прогулочной и пикниковой рекреации на фоне ландшафтов зонального облика. В зоне строительства БАКАД наибольшие риски связаны с трансформацией водных потоков и угрозой для буферных функций фитоценозов. В районе Райгородок в условиях интенсивных сельскохозяйственных и промышленных нагрузок возрастает значимость сохранения разнообразия ключевых биотопов, экологических коридоров и буферных функций приречной растительности.

**Ключевые слова:** ландшафт, урочище, поток, функция, буфер, типичность, разнообразие, биотоп, коридор.

A.V. Khoroshev\*, A.A. Sultanova

Lomonosov Moscow State University, Russia, Moscow

\*e-mail: avkh1970@yandex.ru

### Functional analysis of landscape structure for the design of large economic objects of Kazakhstan

The purpose of the article is to propose a classification of the functions of spatial landscape elements based on the idea of three types of landscape structures. The application of the polystructural approach in the analysis of the territory for the design of large economic facilities is demonstrated. We use the examples of projects of the mountain resort Kok-Zhailau and the BAKAD ring road in the Almaty region and mining production in the Akmola region. Local economic impact is considered as a potential violation of the function of the tract, which ensures the stability of a larger area. In order to correctly select the location of objects, determine the allowable loads and acceptable technologies, it is necessary to evaluate the functions of natural boundaries in three types of landscape structures – geostationary, geocirculation and biocirculation. The functions of each tract in geosystems of different types of higher ranks and sizes should be taken into account when calculating the costs of construction and operation (i.e., to overcome limiting natural factors), including the costs of environmental responsibility. Kok-Zhailau is assessed as a tract with no alternative recreational functions, with high risks of disruption of biotic flows and activation and multidirectional dispersion of unwanted abiotic flows in the case of the construction of a resort. It is preferable to preserve walking and picnic recreation against the background of zonal landscapes. In the construction zone of the BAKAD, the greatest risks are associated with the transformation of water flows and the threat to the buffer functions of phytocenoses. In the Raygorodok area, under conditions of intense agricultural and industrial pressures, the

importance of preserving the diversity of key biotopes, ecological corridors and buffer functions of riverine vegetation is increasing

**Key words:** landscape, urochishe, flow, function, buffer, typicality, diversity, biotope, corridor.

А.В. Хорошев\*, А.А. Султанова

М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей, Мәскеу қ.

\*e-mail: avkh1970@yandex.ru

### Қазақстанның ірі экономикалық объектілерін жобалау үшін ландшафт құрылымын функциялық талдау

Мақаланың мақсаты – ландшафттық құрылымдардың үш түрі идеясына негізделген кеңістіктік ландшафт элементтерінің функцияларын жіктеуді ұсыну. Ірі экономикалық объектілерді жобалау үшін аумақты талдауда полиқұрылымдық тәсілді қолдану көрсетілген. Алматы облысындағы Көк-Жайлау тау курорты мен БАКАД айналма жолының және Ақмола облысындағы тау-кен өндірісінің жобаларының мысалдары берілген. Жергілікті шаруашылық әсері неғұрлым ірі аумақтың орнықтылығын қамтамасыз ететін қоныс функциясының әлеуетті бұзылуы ретінде қарастырылады. Объектілердің орналасуын дұрыс таңдау, рұқсат етілген жүктемелерді және рұқсат етілген технологияларды анықтау үшін ландшафттық құрылымдардың үш түрінде – геостационарлық, геоциркуляциялық және биоциркуляциялық табиғи шекаралардың функцияларын бағалау қажет. Құрылыс және пайдалану шығындарын есептеу кезінде (яғни шектеулі табиғи факторларды еңсеру үшін), оның ішінде экологиялық жауапкершілік шығындарын есептеу кезінде жоғары дәрежедегі және өлшемдегі әртүрлі геожүйелердегі әрбір қоныстың функцияларын ескеру қажет. Көкжайлау альтернативті рекреациялық функциялары жоқ қонысы ретінде бағаланады, курортты салу жағдайында биотикалық ағындардың бұзылуы және қажетсіз абиотикалық ағындардың белсенділенуі және көп бағытты дисперсиясы жоғары тәуекелдері бар. Аймақтық ландшафттардың фонында серуендеу және пикниктік демалысты сақтаған жөн. БАКАД құрылыс аймағында ең үлкен тәуекелдер су ағындарының өзгеруімен және фитоценоздардың буферлік функцияларына қауіп төндіреді. Аудандық қалада қарқынды ауыл шаруашылығы және өнеркәсіптік қысым жағдайында өзен өсімдіктерінің негізгі биотоптарының әртүрлілігін, экологиялық дәліздерін және буферлік функцияларын сақтаудың маңыздылығы артып келеді.

**Түйін сөздер:** ландшафт, қоныс, ағын, функция, буфер, типтік, әртүрлілік, биотоп, дәліз.

## Введение

Принятие решения о размещении хозяйственного объекта, помимо экономических и инженерных соображений, в большой степени зависит от природных свойств ландшафта. Законодательство и традиции оценок воздействия на окружающую среду требуют провести не только анализ свойств геокомпонентов, которые составляют используемый ресурс (горные породы, рельеф, почва, растительность, воды), но и исходящие и входящие потоки (абиотические и биотические), которые связывают объект с окружающей территорией. Прежде всего, внимание проектировщика и эксперта концентрируется на потенциальных потоках загрязняющих веществ (как правило, исходящих от проектируемого объекта), опасных экодинамических процессах (в большинстве – влияющих на объект извне), затрагиваемых объектом ценных местообитаниях биоты и путях передвижения животных. С точки зрения ландшафтоведения речь идет о том, какие функции природного комплекса в геосистеме более высокого ранга могут быть

изменены при появлении нового объекта. Ландшафт уподобляется организму, в котором составные части выполняют необходимые функции и «совместными усилиями» обеспечивают некоторое новое свойство. На системном языке речь идет о возникновении эмерджентного свойства в результате взаимодействия элементов системы (Naveh, 2001: 172; Ласточкин, 2011: 32; Antrop, 2017: 82). Именно такие свойства, возникающие на определенном масштабном уровне, составляют ядро современного понятия «ландшафтные услуги» (Termorshuizen, 2009: 1037; Bastian, 2014: 1463; van Rooij, 2021: 4) которое раскрывает один из важнейших аспектов концепции экосистемных услуг (Kandziora, 2013: 54; Costanza, 2017: 1; Tasser, 2020: 3). По современным представлениям ландшафт – полиструктурное образование, элементы которого связаны потоками разной физической природы и масштабного уровня (Солнцев, 1997: 1; Сысуев, 2020: 171). Недоучет пространственных (латеральных) связей между пространственными элементами ландшафта наиболее часто становится причиной планировочных ошибок с дальнедействующи-

ми и долговременным негативными эффектам. В связи с этим возникла потребность в классификации функций пространственных элементов, которая отражала бы их вклады в функционирования разнотипных геосистем.

Цель статьи – предложить классификацию функций пространственных элементов ландшафта на основе представления о трех типах ландшафтных структур и продемонстрировать применение функционального анализа на примере трех хозяйственных проектов.

### Материалы и методы

В предлагаемой схеме функционального анализа (рис. 1) мы опираемся на концепцию полиструктурности ландшафта, которая сформировалась в ландшафтоведении к концу XX века. Она подразумевает сосуществование в одном и том же пространстве взаимонезависимых геостационарных, геоциркуляционных и биоциркуляционных структур (Солнцев, 1997:3).



**Рисунок 1** – Варианты функций пространственных элементов ландшафта в геостационарных, геоциркуляционных и биоциркуляционных структурах

Геостационарные структуры отражают зависимость свойств геокomпонентов от относительно стабильных свойств морфолитогенной основы и показываются на картах генетико-морфологической организации ландшафта, методология составления которых разрабатывалась с 1950-1960-х гг. параллельно в нескольких странах (Видина, 1962: 1; Christian, 1958: 74; Hills, 1961: 92; Neef, 1963: 249; Zonneveld, 1989: 67). Геологические и геоморфологические границы диктуют свойства почвенно-растительного покрова и вод. В русскоязычной терминологии с точки зрения территориального планирования наиболее важен ранг урочищ (наногеоохоры в германоязычной терминологии) как единиц наиболее сопоставимых с масштабом принятия решений о размещении объектов. Пространственный анализ позволяет выделить уникальные, редкие, типичные урочища и установить их важные экологические экономические (ресурсные) или социальные функции, которые могут быть обусловлены как их собственными свойствами, так и расположением относительно других объектов. На сильноосвоенной территории в первую очередь необходимо установить, представлены ли малонарушенные урочища со свойствами почв и фитоценозов зонального ландшафта. Такие урочища приоритетны для включения в природно-экологический каркас в качестве ядра, поскольку могут служить генетическим резерватом для восстановления нарушенных территорий. Если урочище охарактеризовано по положению в эволюционно-динамическом ряду, то можно судить о тенденции его развития и долговременной надежности в выполнении социально-экономических функций. С этой точки зрения решение об использовании или охране будет разным для *урочищ с агрессивными границами* (т.е. с расширением за счет «соседей»), *проградирующих* (увеличивающих сложность структуры и приближающихся к зональной норме), *деградирующих* (в стадии смены инварианта и потому быстро меняющих свойства). Типология урочищ позволяет выявить аналогии. Если некоторые урочищ-аналогов нарушаются хозяйственной деятельностью, то другие могут выполнять функции *компенсации нежелательной тенденции* и продолжать поддерживать эмерджентные свойства ландшафта (например, быть убежищем для животных) или социально-экономические функции (например, предоставлять ресурсы).

Геоциркуляционные структуры формируются быстрыми гравитационными водными

или воздушными потоками. Их идентификация принципиально важна для определения путей распространения потоков вещества, исходящих или входящих по отношению к планируемому объекту. Для прогнозирования дальнедействующих эффектов необходимо распознавать зоны *формирования, транзита и аккумуляции однонаправленных* (как правило, вниз по рельефу) *потоков* твердого и растворенного вещества, *зоны формирования разнонаправленных потоков*, т.е. мест их *рассеяния*. В зависимости от желательности или нежелательности таких потоков будет приниматься решение о допустимости размещения тех или иных угодий. *Буферная функция* урочищ (Ryszkowski, 1999: 479; Graziano, 2022: 1) позволяет нейтрализовать или ослабить нежелательные потоки в зоне транзита или аккумуляции. Это могут быть урочища с функциями геохимического барьера (с резким падением интенсивности миграции химических элементов), *геоморфологического буфера* между зоной аккумуляции нежелательного потока и уязвимым объектом (например, терраса между загрязненным делювиальным шлейфом и поймой реки). Геоциркуляционные структуры могут рассматриваться как частный случай нуклеарных геосистем. *Нуклеарная организация* подразумевает формирование вокруг некоторого очага воздействия зоны его влияния (Ретеюм, 1988: 40). Выделяются естественные и антропогенные *очаги позитивного или негативного воздействия и зоны их влияния*. Природа распространения влияния может быть разной: водные и воздушные потоки, рассеяние семян растений, миграции животных, звуковые волны и т.п. Для включения в экологический каркас особенно важны относительно небольшие урочища, которые способны быть ядром позитивного регулирующего воздействия на удаленные территории, т.е. *позитивного дальнедействующего эффекта*.

Биоциркуляционные структуры формируются биотическими потоками, обусловленными так или иначе трансформацией солнечной энергии. Наиболее подробно методология анализа ландшафта с позиций сетевой организации разработана в ландшафтной экологии (Ви́сек, 2012: 16; Turner, 2015: 3). Геометрическими свойствами (размерами, конфигурацией) и взаиморасположением пространственных элементов обусловлены их функции в системе биотических потоков и вклад в обеспечение жизнеспособности популяций. Для оценки функций пространственных элементов в сетевой организации

используются следующие пары и триады понятий: матрица, пятно, коридор (Forman, 1986: 25; Dramstad, 1996: 19; Ruffell, 2017: 171; Salviano, 2021: 3311); прямые и извилистые границы (Forman, 2006: 82); резкие и постепенные границы; изолированность, связность, фрагментация (Jalkanen, 2020: 355); коренное, нарушенное, сукцессионное состояние; мозаичность и монотонность; типичность и редкость; репрезентативность и уникальность; соседство и удаленность. Для сохранения экологических ценностей в осваиваемом ландшафте необходимо различать: а) *ключевые биотопы* ядровых охраняемых, промысловых или экологически важных видов животных и растений, том числе *ценные пятна* на фоне нарушенной матрицы (т.е. совокупности фоновых угодий), и их *буферные зоны*; б) экологически *ценные экотопы* между контрастными местообитаниями краевых видов; в) *экологические коридоры, миграционные узлы* и места нежелательного их разрыва (*зоны нарушения связности*); г) группы пространственных элементов, образующих экологически *ценную мозаику* местообитаний обеспечивающей необходимое разнообразие стадий. Все это дает дополнительные основания для выделения элементов экологического каркаса – ядер, коридоров и буферных зон.

В статье приводятся три примера применения логики функционального анализа ландшафтной структуры при оценке крупных хозяйственных проектов в Казахстане по данным полевых (около 150 комплексных описаний) и камеральных исследований автора. Используются серии разновременных космических снимков, топографические и геологические карты.

Проект, разработанный для пригородов Алматы на северных склонах хребта Иле-Алатау, считавшийся перспективным с экономической точки зрения, сразу вызвал бурные дискуссии среди населения города и страны (Абилов, 2014: 30; Мусабаев, 2018: 1050), и, в конце концов, его реализация была отменена. Не углубляясь в детали обсуждений проекта, покажем логику функционального анализа ландшафтной структуры, который дал существенные основания усомниться в полноте учета экологических и социальных аспектов в проекте. Предполагалось, что стартовая зона горнолыжного спуска будет расположена на вершинах хребтов в субальпийском поясе, а зона катания и финишная зона – в лесо-лугово-степном поясе. Многочисленные капитальные сооружения и водоем (для искусственного оснежения зимой и рекреации летом) планировалось размес-

тить в пределах пологосклонной седловины, разделяющей водосборы рек Бедельбай и Терисбутак (соответственно, бассейны Малой и Большой Алматинки). Проект был ориентирован на все-сезонное использование с доступом по канатной дороге в долине р. Бедельбай и по автомобильной дороге в более пологой долине р. Терисбутак. Экономическая привлекательность проекта была обусловлена благоприятными условиями для катания на горных лыжах, удобным рельефом финишной зоны, доступностью от крупного города, перспективами развития внутреннего и международного туризма.

Проект Большой Алматинской кольцевой автодороги (БАКАД) осуществляется с 2019 г. в пределах пологонаклонного подгорного шлейфа хребта Иле-Алатау на густонаселенной территории с плотным сельскохозяйственным освоением полупустынных и сухостепных ландшафтов. Территория реализации проекта БАКАД расположена в окрестностях Алматы целиком в пределах генетически однотипного ландшафта обширной наклонной аллювиально-пролювиальной равнины, сложенной валунно-галечно-песчаными отложениями с мощным чехлом лёссов и лёссовидных суглинков, покрытой преимущественно культурной растительностью на месте полупустынь на сероземах и сухих степей на каштановых почвах. Наклонная равнина осложнена серией субмеридиональных долин рек ледникового и подземного питания и субширотных оросительных каналов

Проект расширения горнодобывающего производства в районе пос. Райгородок в Акмолинской области находится в стадии реализации. Территория развития горнодобывающей промышленности в лесостепной зоне Акмолинской области (вблизи пос. Райгородок) принадлежит виду ландшафтов мелкосопочников увалистых, сложенных кварцитами, сланцами, эффузивами с богаторазнотравно-красноковыльными степями и березовыми колками на черноземах обыкновенных, местами слаборазвитых. Данный вид ландшафтов в Казахстане распространен практически исключительно в пределах южного сектора возвышенности Кокшетау. Содоминирующее значение имеют три вида урочищ: 1) плоских и слабонаклонных распаханых поверхностей, 2) коренных бугров с петрофитными степями, 3) широких днищ балок с разнотравно-злаковыми лугами. К группе субдоминантных относятся урочища небольших западин, вероятно суффузионного происхождения, с озерами и заболо-

ченными лугами по их периферии. Эти урочища образуют несколько хорошо выраженных кластеров к северу, востоку и юго-западу от современной промышленной площадки.

Основная территория испытала нарушения, вызванные многолетним воздействием пахотного землепользования, которое на значительных площадях продолжается, а на части угодий прекращено с переходом земель в группу пастбищ, сенокосов или залежей. Зональный растительный покров с преобладанием многолетних дерновинных злаков и видов степного разнотравья полностью замещен культурными сообществами, а на залежах – бурьянистыми, в том числе (преимущественно в водосборных понижениях и на других слабоогнутых формах рельефа) полынными сообществами ранних сукцессионных стадий. Почвы испытали трансформацию морфологических, физических и химических свойств (уплотнение, изменение структуры, изменение содержаний биогенов и др.) с переходом из генетического типа черноземов в тип агрочерноземов. В урочищах пологих ровных и волнистых склонов почвы в результате распашки и дорожной эрозии подвержены частичному смыву гумусового горизонта, в пригребневой части выпуклых форм рельефа – местами вплоть до вывода на поверхности материала коры выветривания коренных пород. Местами в результате линейной эрозии развиваются новые микроформы рельефа – эрозионные борозды. Урочища, занятые полями, испытывают изменения водного режима в сторону иссушения, в том числе в результате запахивания ложбин и западин, в которых в естественном состоянии формировались ксеромезофитные и мезофитные сообщества, способствовавшие удержанию влаги особенно при таянии снега.

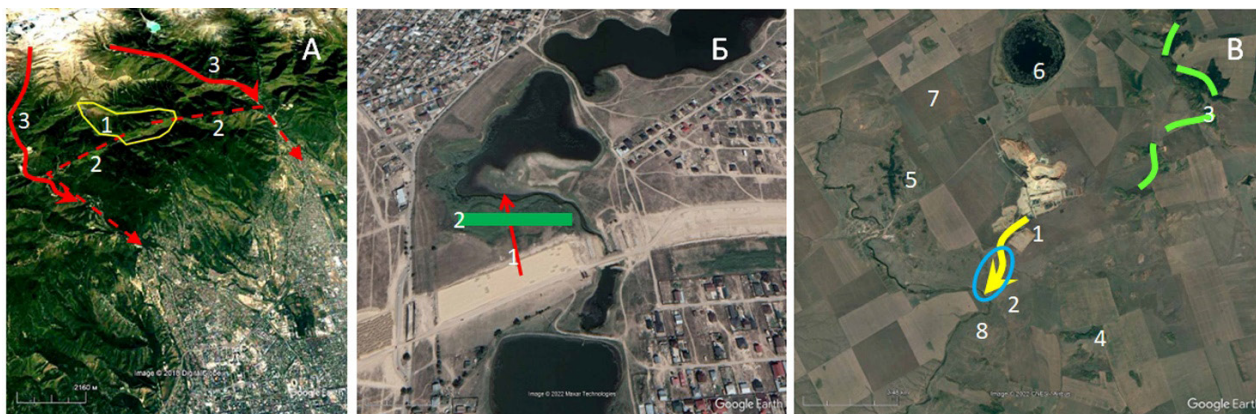
## Результаты и обсуждение

### *Проект горнолыжного курорта «Кок-Жайляу»*

С точки зрения *геостационарной структуры* выбранная для курорта седловина в лесостепном поясе на высоте около 2200 м (рис. 2, А) не имеет аналогов по рельефу в ближайших окрестностях Алматы и именно поэтому выполняет функцию *редкого урочища с социальными функциями*. В течение многих десятилетий Кок-Жайляу удовлетворяет потребность в регулярных физически активных однодневных пеших прогулках и пикниковом отдыхе для большой

социальной группы жителей г. Алматы. Это группа, которая не готова тратить значительные средства на частое посещение существующего курорта Шымбулак или более удаленных территорий. В то же время эта группа имеет безусловное право на удовлетворение потребности в физически активном отдыхе, которая должна быть обеспечена администрацией города. Существующий курорт Шымбулак как в силу дороговизны и удаленности, так и избыточной урбанизированности не соответствует ожиданиям данной группы и посещается ими по этой причине лишь эпизодически по особым случаям. Если курорт Шымбулак посещается в основном гостями города с высокими требованиями к комфортности, в том числе для многодневного отдыха, то Кок-Жайляу – почти исключительно жителями самого города с минимальными требованиями к комфортности и максимальными – к естественному состоянию ландшафта. Интересы социальной малоконфликтности требуют диверсификации рекреационных возможностей, что означает необходимость поддерживать существующую ситуацию с принципиально разным качеством отдыха в урочищах Шымбулак и Кок-Жайляу. Урочище Кок-Жайляу в современном виде при небольших финансовых вложениях в благоустройство тропы со стороны М. Алматинки и Б. Алматинки предоставляет идеальные возможности для демонстрации приезжим традиционных жилищ и ремесел казахов, практики регулируемого животноводства и т.п., а не для вполне банальной для них возможности катания на горных лыжах.

Оценка возможностей создания горного курорта должна учитывать не только собственные свойства участка освоения, но и дальнедействующие эффекты, т.е. функциональную роль территории в *геоциркуляционной* структуре ландшафта. Анализ естественных экологических процессов и потенциальных рисков показал, что территория курорта может сформировать *очаг нежелательного воздействия*, в зону которого попадет территория национального парка и городской агломерации. Опасные экзодинамические процессы могли бы охватить территорию, во много раз превышающую собственно площадку курорта. Выбор седловины для капитального строительства гостиниц и инфраструктуры финишной зоны формирует *зону разнонаправленного рассеяния нежелательных потоков* наносов и загрязняющих веществ сразу в две долины (рис. 2, А).



**Рисунок 2** – Функции некоторых урочищ в зонах осуществления крупных хозяйственных проектов.

Фон – космические снимки, источник – Google Earth. А – Кок-Жайляу: 1 – урочище седловины Кок-Жайляу, зона разнонаправленного рассеяния абиотических потоков; 2 – направления возможного рассеяния твердого вещества и поллютантов; 3 – естественные селевые потоки. Б – Пересечение долины р. Ащыбулак кольцевой автодорогой БАКАД; 1 – потенциально опасный поток антропогенных веществ от зоны строительства к руслу реки; 2 – буферное пойменное урочище. В – Райгородок; 1 – потенциально опасный поток антропогенных веществ от зоны разработки месторождения к руслу реки Аршалы; 2 – буферное урочище террасы; 3 – малоразрывный лесной экологический коридор на фоне агроландшафта; 4 – ключевой лесной биотоп; 5 – редкое лесное урочище с социальными функциями вблизи населенного пункта; 6 – зона аккумуляции нежелательных потоков наносов и поллютантов в бессточной озерной котловине; 7 – типичное распаханное степное урочище с экономическими функциями; 8 – агрессивные урочище оврагов с экспансией за счет степных урочищ делювиально-пролювиальных шлейфов.

К вероятным необратимым дальнедействующим эффектам спровоцированных потоков вещества относится рост селевой опасности р. Бедельбай. *Зона аккумуляции селевого материала* на наклонных платообразных поверхностях в лесо-лугово-степном поясе служит одновременно *зоной зарождения селевых потоков*, *зоной транзита* которых связана с долинами Бедельбая и М. Алматинки, а *зона аккумуляции* находится в пределах подгорного шлейфа, т.е. места расположения Алматы. Из-за появления многочисленных новых источников размываемого рыхлого материала на склонах уничтожение естественного растительного покрова на горнолыжных склонах и последующее (на этапе эксплуатации) искусственное уплотнение снега неизбежно вызвали бы уплотнение почв и разрушение их структуры. Это способствовало бы росту поверхностного стока при сокращении подземного. Потенциально существенный кумулятивный эффект заключается в наложении следующих обстоятельств при строительстве и эксплуатации курорта: рост поступления рыхлого материала в лоцины (селевые русла) выше плато Кок-Жайляу, спровоцированный рост поверхностного стока, прогнозируемый рост повторяемости ливневых осадков (Яфязова, 2007: 23), риск поступления в русло дополнительного рыхлого материала ниже плато Кок-Жайляу при

строительстве канатной дороги, снижение лесистости бассейна в результате урагана 2011 г. Ветровал 2011 г. охватил преимущественно нижнюю часть правого склона долина р. Бедельбай. Это способствует усилению поверхностного стока и стока наносов в р. Бедельбай, которые не могут быть нейтрализованы в силу отсутствия лесного массива вблизи подножья, который мог бы выполнять буферную функцию. Долина р. Бедельбай короткая, крутосклонная, с большим падением, практически без плоского днища, где могла бы отложиться часть наносов, дополнительно вовлекаемых в поток при освоении. Следовательно, рыхлое вещество может вовлекаться в селевые потоки, угрожающие дороге на Медеу и создающие риск запруды р.М. Алматинка с последующим прорывом и антропогенным селом (рис. 2, А). Долина р. М. Алматинка к настоящему времени также претерпела существенное антропогенное и естественное (в результате урагана) снижение лесистости и сопутствующий рост поверхностного стока. Это увеличивает риск селевых явлений и экстремальных паводков наряду с общей тенденцией потепления климата, усиления таяния ледников и прорыва подпрудных и термокарстовых приледниковых озёр. В долине р. Терисбутак очевидны визуальные признаки эрозионных борозд, связанные с наличием толщи легкоразмываемых

лессовых отложений мощностью местами не менее 2 м. Эрозионный размыв в настоящее время приводит к смещению грунтовых дорог (и, следовательно, прогрессирующему росту площади нарушенных экосистем), а также к дополнительному поступлению наносов в водоемы. Таким образом, долина р. Терисбутак уже сейчас служит зоной зарождения нежелательного потока наносов [31], а в случае реализации проекта курорта нарушения почвенно-растительного покрова вызвали бы рост селеопасности, угрожающей городу (рис. 2, А).

В биоциркуляционной структуре ландшафта плато Кок-Жайляу расположено в пределах миграционного экологического коридора. Часть животных в зависимости от сезона мигрирует между низкогорным поясом плодовых мелколиственных лесов (с яблоней, абрикосом, боярышником) и высокогорными поясами субальпийских и альпийских лугов. Ключевой вопрос, который должен решаться в таких случаях следующий: является ли миграционный путь через плато безальтернативным, либо животные могут безболезненно изменить пути сезонных миграций. Сохранившиеся массивы мелколиственных лесов находятся к северу от плато Кок-Жайляу на склоне, обращенном к г. Алматы. В долинах обеих Алматинок они сохранились хуже, причем существует сильный фактор беспокойства от дорог и построек, т.е. обе долины уже являются очагами нежелательного воздействия на животных. Наиболее простой путь от мелколиственных лесов к высокогорным лугам проходит именно через плато Кок-Жайляу. Строительство курорта способно прервать миграционный путь либо оттеснить его в менее удобные (и тоже рассекаемые проектируемой транспортной инфраструктурой) долины Бедельбая и Терисбутака. Подобное смещение миграционных путей может создать дополнительные риски, усиление фактора беспокойства и затраты энергии животными с негативными последствиями для жизнеспособности популяций. Если плато Кок-Жайляу станет зоной разрыва связности миграционных путей, то это будет означать, что животные будут обеспечены кормовой базой только в отдельные сезоны года и будут иметь в распоряжении ограниченную площадь, что приведет к резкому сокращению жизнеспособности популяций. В случае реализации проекта могла бы произойти фактическая изоляция низкогорных местообитаний от высокогорных. Это обусловлено широтной ориентацией осваиваемых долин Терисбута-

ка и Бедельбая и седловины (плато Кок-Жайляу) между ними, т.е. поперек основного направления сезонных миграций.

#### Проект БАКАД

Территория реализации проекта практически на всём протяжении проходит по ландшафтам, коренным образом трансформированным многовековым антропогенным воздействием. В связи с этим при оценке современных ценных экологических функций ландшафтов необходимо сосредоточиться на процессах во фрагментарно сохранившихся нераспаханных, незастроенных и незапечатанных урочищах, а также на системе потоков вещества, связывающих их с антропогенными урочищами. В связи с этим наиболее актуальными задачами функционального анализа являются выявление редких и типичных урочищ и определение положения угодий в геоциркуляционной структуре, в том числе относительно хозяйственных объектов и экологических ценностей. Следует принимать во внимание, что большинство ценных экологических функций одновременно обеспечивают устойчивость хозяйственных ценностей, таких как качество сельскохозяйственных угодий и вод, режим стока, микроклимат и др. Значимость анализа биоцентрически-сетевой организации ландшафта в столь густонаселенных районах определяется малой относительной площадью убежищ и миграционных коридоров зональных животных, близким их соседством с площадными хозяйственными объектами и, нередко, пересечениями с линейными техногенными объектами.

Разнообразие урочищ на территории проекта относительно невелико как в силу малой расчлененности рельефа и однотипности морфолитогенной основы, так и из-за повсеместной антропогенной трансформации и унификации растительного и почвенного покрова. Почти исключительно в пределах урочищ эрозионных форм сосредоточены сохранившиеся фрагменты условно естественной растительности и почв, в основном – интразональные (луговые, болотные, лесные), т.е. не доминирующие в пределах ландшафтных поясов (полупустынного и сухостепного), но существующие благодаря повышенному увлажнению. К группе остаточных редких относятся урочища, сохраняющие черты зонального растительного покрова, используемые как пастбища. В то же время часть урочищ, расположенных в долинах крупных рек, относится к редким миграционным коридорам



с местообитаниями повышенного увлажнения, связывающими горные и равнинные ландшафты. Среди *редких урочищ* особого внимания при осуществлении строительства требуют крутые склоны глубоковрезанных долин, закрепленные листовыми лесами и кустарниками, которые резко отличаются от зонального полупустынного и сухостепного фона. Повышенная увлажненность почв, создаваемая, в том числе, и затенением, обеспечивает особый тип почвообразования с повышенным гумусонакоплением. К редким для полосы строительства урочищам повышенной экологической ценности и уязвимости относятся расширенные поймы с интразональными лугами, болотами и старичными озерами рек Б. и М. Алматинка, Аксай (рис. 2, Б). Эти урочища отличаются повышенной изменчивостью внутренней пространственной структуры по естественным причинам, развиваются в несвойственных луговом и болотным фитоценозам климатических условиях и потому весьма чувствительны к малейшему снижению влагообеспеченности.

Урочища крутых склонов долин (например, Б. Алматинки) местами должны быть отнесены к группе *агрессивных* в силу возможности развития осыпных процессов. Поэтому они могут увеличивать площадь за счет как нижерасположенных пойменных (*зона аккумуляции потока твердого вещества*), так и вышерасположенных водораздельных прибрежных урочищ (*зона питания*). Сокращение растительного покрова на склонах в полосе строительства БАКАД служит фактором смещения верхней границы осыпных геосистем за счет населенных пунктов, расположенных на прибрежных поверхностях.

В северном секторе полосы строительства БАКАД расположена слабоволнистая пологонаклонная аллювиально-пролювиальная равнина, сложенная среднеплейстоценовыми отложениями, густо расчлененная неглубокими лощинами и долинами, с сочетанием пашен и сорнотравных залежей на месте эфемерово-пырейно-разнотравных полупустынь на сероземах по водораздельным поверхностям и тугайно-луговых сообществ по долинам и лощинам. Местность выделяется большой площадью урочищ с почти плоским рельефом, с высокой степенью пригодности для распашки и строительства, которые являются типичными для подгорного шлейфа между подножьями хребта Иле-Алатау и Капшагайским водохранилищем. Резко преобладают сухие гиротопы; более увлажненные

гиротопы с местообитаниями ксеромезофитных и мезофитных сообществ локализованы в узких долинах и лощинах. Широкие водораздельные поверхности 1,5-2 км в поперечнике чередуются с современными неглубокими долинами преимущественно северного простирания, врезанными на 3-6 м, покрытыми мезоксерофитными и мезофитными лугами, прибрежными зарослями и куртинами тополя, ивы, клена. Водораздельные поверхности обычно имеют полосчатую или ячеистую структуру. Это объясняется наличием большого числа субпараллельных слабоврезанных ложбин северного простирания с лугово-сероземными, местами засоленными почвами, концентрирующими сток во время весеннего снеготаяния. При уровне грунтовых вод 2-3 м весной может происходить кратковременное их смыкание с поверхностными водами. Часть ложбин характеризуются засоленными почвами: наблюдаются также признаки поверхностного засоления в прибрежной полосе искусственных водоемов-прудов. Проектируемая трасса пересекает большое количество субмеридиональных ложбин и лощин. В связи с этим дорожная насыпь может создавать подпор стока талых вод и образование временных водоемов. В условиях незасоленных сероземов повышение уровня грунтовых вод вокруг таких водоемов могло бы рассматриваться как зона проявления позитивного эффекта с точки зрения земледелия (как некоторое подобие лиманного орошения). Однако в целом ряде урочищ северного сектора полосы строительства засоленность почв имеет место и будет увеличиваться за счет усиления выпотного водного режима. Таким образом, нуклеарный эффект от *очага нежелательного воздействия* – насыпи БАКАД – распространится вверх по рельефу от трассы: водосборные понижения, верховья эрозионных форм и некоторые участки пологих склонов окажутся в *зоне нежелательного воздействия*. Рост засоленности почв может быть причиной коррозии сооружений.

Функционирование *геоциркуляционной структуры ландшафта* в районе БАКАД контролируется тремя факторами.

Во-первых, подгорный шлейф расчленен многочисленными субмеридиональными долинами, связывающими гляциально-нивальный пояс, луговой и лесо-лугово-степной высотные пояса северного Тянь-Шаня с пустынными равнинами. Поэтому пересечения БАКАД с *зоной транзита* водотоков ледникового питания может оказывать воздействие на состояние ланд-

шафтов как ниже, так и выше по течению, поскольку речные геосистемы выполняют функцию миграционных экологических коридоров для водных и околоводных животных.

Во-вторых, территория имеет мощный покров лёссов и лёссовидных суглинков. Лёссовые отложения подвержены размыву и поэтому благоприятствуют развитию густой эрозионной сети. Нарушение растительного покрова при пересечении эрозионных форм БАКАД повышает риск рассеяния растворенных загрязняющих веществ и мелкозёма вдоль ложбин и лощин. Так как в зоне аккумуляции нежелательного потока наносов расположены реки, пруды и каналы, то существует риск заиления и загрязнения, особенно в период весеннего снеготаяния. Эрозионные процессы в основном сосредоточены в юго-западном и юго-восточном секторах территории проекта. В юго-западном секторе есть риск активизации овражной эрозии и плоскостного смыва почв в случае нарушений. В юго-восточном секторе глубина расчленения рельефа меньше; существует риск в основном плоскостного смыва и выноса материала по многочисленным ложбинам, в настоящее время провоцируемого распашкой.

В-третьих, активизации потоковых геосистем и многочисленным дальнедействующим эффектам способствует большая доля склоновых урочищ. В юго-западном секторе БАКАД проходит вдоль субмеридионального покатосклонного увала шириной около 2 км, глубоко- и густо расчлененного ложбинами и лощинами. Местность имеет древовидную пространственную структуру, обусловленную эрозионными формами. Лощины и склоны увала крутизной до 10-12° не распахиваются, покрыты сухостепными сообществами. Лощины могут служить каналами переноса твердых и растворенных веществ. Приуроченные к лощинам дороги служат очагами эрозионных процессов. Проектируемая трасса приурочена преимущественно к водораздельной поверхности и пологим привершинным склонам с многочисленными водосборными понижениями лощин. Иначе говоря, нарушению подвергаются зоны формирования потоков воды и наносов. Преобладание склоновых поверхностей и густая, хотя и неглубоко врезанная, эрозионная сеть могут способствовать рассеянию потенциального загрязнения при строительстве в р. Кыргаульдинку на восток и в Жалпаксайское водохранилище на запад, а также в обрамляющие увал ороситель-

ные каналы. Следовательно, в этом секторе БАКАД может формировать зону разнонаправленного рассеяния нежелательных потоков среди густонаселенных районов.

Важную функцию выполняют урочища в местах разгрузки грунтовых вод. В естественном состоянии здесь существовала луговая и лугово-болотная растительность в условиях избыточного застойного увлажнения. Подобные ситуации широко используются в пределах подгорного шлейфа хребта Иле-Алатау для организации водоснабжения и ирригации. Подобные урочища являются зонами формирования желательного потока – водотоков, используемых ниже по течению в целях водоснабжения и ирригации, т.е. обеспечивающих ресурсную функцию. У подножья верхнеплейстоценового пролювиального конуса выноса р. Талгар основная часть такого урочища в настоящее время занята застройкой в пределах пос. Альмерек. Экологическая функция создания гидроморфных местообитаний в основном утрачена. Антропогенное воздействие в пределах урочища при существующей застройке и планируемых работах по строительству БАКАД является фактором загрязнения поверхностных и грунтовых вод, т.е. очагом нежелательного воздействия.

Перечисленные варианты активизации потоковых геосистем при строительстве и дальнейшей эксплуатации БАКАД обуславливают значимость буферной функции, которую по отношению к нежелательным потокам вещества в их зоне аккумуляции выполняют растительные сообщества лощин, склонов, краевых частей делювиальных шлейфов, пойм (рис. 2, Б). Значимость этой функции особенно велика при сочетании следующих условий: наличие уклонов нарушаемых поверхностей, отсутствие плоских поверхностей (например, террас) между подножьем склона и поймой (т.е. геоморфологического буфера), небольшое расстояние между склоном и водоемом. Растительный покров механически задерживает твердые частицы, переводит часть поверхностного (в основном, весеннего) стока в подземный и задерживает часть растворенных веществ в биомассе, не пропуская их к водоему. Сохранение буферной функции и ее искусственное усиление (путем посадок древесной и кустарниковой растительности) в наибольшей степени необходимо: а) по лощинам, пересекающим западный и восточный склоны увала; б) в краевой восточной части конусов выноса временных водотоков по левобережью

р. Аксай; в) на поймах рек в местах пересечения ее трассой и развязками.

Растительные сообщества могут представлять ценность тем, что исключают формирование зон *однаправленного рассеяния нежелательных потоков вещества*. Противозерозионная функция растительных сообществ приобретает актуальность в силу повсеместного распространения легкоразмываемых лёссовых отложений и наличия небольших крутосклонных участков, в основном в долинах р. М. Алматинки и ее притоков и р. Аксай. Наиболее продуктивные и наиболее эффективные в противозерозионном отношении лесостепные сообщества характерны для теневых склонов долины М. Алматинки. Склоны солнечных экспозиций в долине р. Аксай покрыты более уязвимой к нарушениям степной растительностью. В зоне распространения лёссов большое количество неглубоких субмеридиональных нераспахиваемых ложин, пересекаемых трассой, защищены степными и луговыми фитоценозами от эрозии, которая может быть спровоцирована земляными работами, хотя и в небольших масштабах по сравнению с крутыми склонами долин. В распахиваемых ложинах противозерозионная функция нарушена, и желательным направлением планировочных решений может быть ее восстановление.

Следует отметить, что вышеперечисленные урочища с *буферными функциями* являются, кроме того, основными *ценными убежищами* для сообществ, сохраняющих зональные черты сухих степей и полупустынь или являющихся интразональными (тугайных, луговых). Покатые и крутые склоны препятствуют сельскохозяйственному освоению и застройке, что благоприятствует сохранению зональных (сухостепных и полупустынных) видов растений. Такие урочища в полосе строительства БАКАД принадлежат к категории остаточных *редких* на фоне селитебных и пахотных угодий. В некоторых случаях комбинации урочищ зонального характера создают *очаги ценной мозаики*, способствующей сохранению биоразнообразия. Например, в пределах увала в юго-западном секторе разнообразие рельефа обуславливает относительно высокую мозаичность местообитаний от сухих на освещенных южных склонах до ксеромезофитных в днищах ложбин с лугово-каштановыми почвами. Комбинация урочищ, приуроченных к данной местности и сохраняющих черты зональной сухостепной растительности, относится к категории редких для полосы строи-

тельства и в целом для подгорного шлейфа окрестностей Алматы, в основном представленного полностью нарушенными пологонаклонными слабонаклонными местностями. Пастбищные модификации ксерофитных и ксеромезофитных (по ложинам) сухостепных сообществ на светлокаштановых почвах отчасти способствуют сохранению биоразнообразия, по крайней мере – на доминирующем фоне пахотных и селитебных территорий. Помимо урочищ с густонаклонным рельефом, при строительстве БАКАД необходимо минимизировать ущерб *ключевым биотомам* при пересечении сложных пойм рек Б. Алматинки, М. Алматинки, Аксай, Карасу с высокой мозаичностью интразональных местообитаний, достаточно и избыточно увлажненных. В долинах рек Б. Алматинки и Карасу определенную ценность для биоразнообразия представляют искусственные запрудные озера и прибрежные лесостепные и луговые фитоценозы. Современное русло р. Аксай окружено поймами общей шириной около 200 м, со староречными понижениями и озерами. Сочетание пойменных, склоновых, овражных урочищ с разными вариантами экспозиций в долине р. Аксай создает высокое разнообразие местообитаний от влажных и даже заболоченных до очень сухих. Урочища склонов долины с зональным сухостепным растительным покровом следует рассматривать в таком случае как *буферную зону ключевых биотопов* днища долины.

Функция придолинных геосистем как *экологических коридоров* миграции животных возникает как результат строения естественной гидрографической сети. Водотоки, пересекающие полосу строительства, связывают высокогорные (в том числе, для Б. Алматинки и М. Алматинки, приледниковые), среднегорные и низкогорные местообитания, предгорные местообитания с повышенной аккумуляцией питательных веществ в пределах аллювиально-пролювиальной наклонной равнины, местообитания долины р. Или и Капшагайского водохранилища. При строительстве и эксплуатации БАКАД формируются *зоны нарушения связности* околородных местообитаний с наиболее драматичными последствиями при пересечении сложно устроенных относительно широких долин наиболее крупных рек Б. Алматинки, М. Алматинки, Аксай, Карасу. Наибольшую ценность представляет экологический коридор двух рукавов Б. Алматинки, который в пределах полосы строительства представлен широкими сложными поймами с серией

искусственных проточных озер (правый рукав), с большим количеством естественных староречных понижений на сегментной пойме (левый рукав). Кроме того, долина Б. Алматинки (за пределами полосы строительства), по сравнению с долиной М. Алматинки, на меньшем отрезке проходит через территорию города Алматы и в меньшей степени подвержена антропогенному загрязнению. Нарушение растительного покрова пойм, русел, прирусловых валов в пределах водных и околословных коридоров миграции при строительстве мостовых переходов и, особенно, развязок может привести к росту мутности и концентрации растворенных веществ в водотоках, исчезновению или деградации озерно-болотных местообитаний староречных понижений, изменению конфигурации рукавов-протоков, возникновению случайных запруд, прямому уничтожению местообитаний древесно-кустарниковых и луговых фитоценозов.

#### *Проект «Райгородок»*

При почти повсеместной антропогенной нарушенности лесостепных ландшафтов сохранение экологических ценностей определяется состоянием *ключевых биотопов, ареалов ценной мозаики биотопов*, размерами и конфигурацией *пятен естественной растительности* на фоне хозяйственных угодий. Максимальное ландшафтное разнообразие и, как следствие, разнообразие биотопов, свойственно западному и центральному секторам территории. Там наблюдается как широтное (особенно к югу и востоку от промышленной площадки), так и меридиональное (в основном вдоль долины р. Аршалы) протирание коренных гряд. Это создает примерно равную пропорцию склонов южных и западных (теплых), восточных и северных (холодных) экспозиций, а также в целом контраст вершинных и склоновых поверхностей. Результатом является пёстрая комбинация петрофитных, зональных и гидроморфных вариантов степных сообществ и почв с вкраплениями солонцовых комплексов на вершинах гряд и поверхностях склоновых гребней между лощинами. Расчленение склонов сопок и гряд многочисленными лощинами, врезанными на 2-4 м относительно гребней, способствует контрасту ксерофитных и ксеромезофитных степных сообществ. Наличие выходов коренных пород на наиболее выпуклых участках склонов обеспечивает формирование фаций с литофильной растительностью, преимущественно из накипных лишайников. Близкое соседство участков с преобладанием травяных

фитоценозов и кустарников (спирея и др.) обусловлено как различиями в увлажнении, так и разной мощностью чехла рыхлых отложений на выпуклых и вогнутых участках. Если наиболее сухие и каменистые местообитания характерны для вершин сопок, гряд и склонов гребней, то у подножий склонов наблюдается повышенная влагообеспеченность, скопление рыхлого материала, повышенная мощность почв. По мере роста выраженности этих признаков в степных сообществах доминирование переходит от полыней, типчака, овсеца к ковылям и ксерофильному разнотравью, а затем – к ксеромезофильным видам.

Высокое ландшафтное разнообразие свойственно интразональным урочищам пойм реки Аршалы. Часть их находится в *зоне аккумуляции нежелательных потоков* наносов и загрязняющих веществ, которые формируются на промышленной площадке в верховьях серии балок (рис. 2, В). В зависимости от дистанции до основного русла, проток, старичных озер и интенсивности отложения аллювия формируются ивняки, кустарниковые, луговые, болотные, степные сообщества и пионерные группировки прирусловых валов. На коротком расстоянии можно встретить практически все гигротопы, свойственные степной зоне. Повышенная динамичность пойменных интразональных ландшафтов создает максимальное разнообразие сукцессионных стадий. К руслу и поймам на ряде участков примыкают *агрессивные урочища* – почти обрывистые и осыпающиеся участки склонов террас, делювиально-пролювиальных шлейфов, – что создаёт дополнительные варианты пионерных группировок и степных и луговых сообществ на разных сукцессионных стадиях.

Обратимся к анализу экологических функций некоторых видов урочищ за пределами сельскохозяйственных, селитебных и промышленных угодий.

Кустарниковые и луговые поймы реки Аршалы с протоками, болотцами и старичными озерами относятся к числу наиболее близких к естественному состоянию интразонального ландшафта. Их ценность, в первую очередь, обусловлена наличием *ключевых биотопов* и *миграционных коридоров* для околословных животных, а также наличием *ценных убежищ* для животных, кормовая база которых связана со степными ландшафтами и сельскохозяйственными угодьями. Кустарниковая и древесная растительность пойм способствует регулирова-

нию весенних паводков, уменьшая скорость течения, и осаждению наилка, поддерживающего высокую обеспеченность почв элементами минерального питания и, как следствие высокую биологическую продуктивность интразональных сообществ. Следовательно, применительно к поймам можно говорить о наличии *очага позитивного регулирования дальнедействующих эффектов*. В силу примыкания к долине распахиваемых пологих склонов, расчлененных ложбинами и лощинами, кустарниковая и древесная растительность, а также высокотравные мезофитные и гигромезофитные высокопродуктивные сообщества выполняют *буферную функцию* биологического поглощения избыточных питательных веществ, вносимых с удобрениями и пестицидами на полях и смываемых эрозийными процессами, а также поступающих на пойму и в русло по лощинам и балкам при освоении месторождения (рис. 2, В). Это обуславливает формирование *зоны компенсации нежелательной тенденции*. Последняя возникает в результате последствий сельскохозяйственного и промышленного землепользования для гидрохимического режима р. Аршалы.

Березово-сосновые лесные массивы, приуроченные к вершинам и тенистым склонам коренных сопок и гряд, в рамках функционального анализа интерпретируются как остаточные фрагменты *ядра зонального лесостепного ландшафта*, уцелевшим в основном благодаря непригодности для распашки. Они играют важную роль *очага позитивного воздействия* через регулирование микроклимата. Этот нуклеарный эффект принципиально важен для снегозадержания на полях, снижения скорости ветров, что актуально в условиях возможных летних засух, характерных для континентального климата Казахстана. Леса в виде пятен на фоне распаханной матрицы выполняют функции *ключевых биотопов* (рис. 2, В) для млекопитающих и птиц, в том числе регулирующих численность сельскохозяйственных вредителей. Особую ценность представляют кластеры близко расположенных перелесков в восточном и северо-западном секторах территории, что обеспечивает возникновение малоразрывного миграционного *экологического коридора* между лесными пятнами среди враждебной полевой среды (рис. 2, В). Наличие лесной растительности на склонах сопок и гряд обеспечивает *позитивное регулирование дальнедействующего эффекта*, а именно – перевод поверхностного (главным образом, весеннего)

стока в подземный, что необходимо для питания грунтовых вод, разгружающихся в балки и лощины и формирующих летний сток ручьев. Также лесной покров нейтрализует возможное развитие *агрессивных урочищ* эрозийных форм на склонах. Подобные лесные урочища, наряду с долинами рек и озерами, являются основными объектами рекреации в регионе (Макенова, 2019: 140), что тоже правомерно оценить как *позитивное регулирование дальнедействующего эффекта*, в данном случае – социального (рис. 2, В).

Водосборные понижения с лугами на пологих склонах, в вершинах и периферийных частях балок обеспечивают целый ряд *очагов позитивного воздействия* на соседние урочища. Они выполняют функцию накопления влаги, формируют поверхностные водотоки. Повышенная гумусированность почв способствует сорбции возможных загрязняющих веществ, т.к. практически вся территория находится в *зоне нежелательного воздействия* аэральных потоков рассеяния вещества отвалов карьера. Избыточное увлажнение обеспечивает относительно высокое биоразнообразие на фоне распахиваемых степей.

Балки в центральном секторе территории выполняют функцию зон транзита *нежелательного однонаправленного потока загрязняющих веществ*, поступающих с отвалов карьера и промышленного производства в сторону р. Аршалы. В связи с этим востребовано создание в низовьях балок искусственных *буферных зон нейтрализации нежелательного потока* в виде седиментационных ловушек, прудов-отстойников, высокопродуктивных гигрофитных сообществ, способных служить биогеохимическими барьерами (рис. 2, В).

С точки зрения сельского хозяйства балки как крупные отрицательные мезоформы рельефа следует рассматривать как *очаг позитивного воздействия*, конкретно – микроклиматического. Они выполняют функцию приёмников холодного воздуха, стекающего с плоских и наклонных водораздельных урочищ, что снижает вероятность резких понижений температуры на полях, в том числе весенних заморозков. При расширении горнодобывающего производства заполнение балок материалами отвалов и отходов обогащения ликвидирует эту позитивную с точки зрения сельского хозяйства функцию регулирования микроклимата. Заметим, что, несмотря на промышленное освоение, сельско-

хозяйственное производство остается приоритетной отраслью в регионе (Бектурганова, 2017: 15), причем при благоприятной тенденции к росту годовых осадков, зимних температур, продолжительности вегетационного периода (Sommer, 2013: 95; Смагулов, 2021: 79). Солончаки и засоленные луга в днищах крупных балок являются *редкими урочищами*, поддерживающими фито-разнообразие. Учитывая их роль как источников солей для диких животных, если бы речь шла о малонарушенном ландшафте, солончаки должны были бы рассматриваться как *значимые пятна – элементы мозаики*.

Суффозионные западины с лугами на плоских водораздельных поверхностях ценны как *очаги позитивного воздействия* на сельскохозяйственные угодья, так как обеспечивают условия накопления талой снеговой влаги, что способствует некоторому повышению уровня грунтовых вод на примыкающих плоских пространствах, занятых пашнями. Таким образом, создается резерв влаги в случае особо засушливого лета и смягчается эффект зависимости урожайности зерновых культур от погодных условий. В силу переувлажненности западины не распахиваются и сохраняют относительно естественный облик, что создает их ценность как гидрофитного местообитания и кормовой базы для животных. Некоторые из мелких озер суффозионных западин являются *зонами формирования желательных потоков*, т.к. обеспечивают сток ручьев, стекающих в юго-западном направлении к р. Аршалы.

Озерные котловины благодаря высокому разнообразию водно-болотных местообитаний на поймах и склоновых степных местообитаний представляют *ареалы ценной мозаики и миграционные узлы*, что значимо для сохранения биологического разнообразия. В то же время, бессточное озеро Шабындыколь является *зоной аккумуляции водных потоков*, в том числе загрязненных, с окружающих сельскохозяйственных угодий (рис. 2, В).

Степные фитоценозы делювиально-пролювиальных шлейфов являются *очагом позитивного воздействия* – сдерживания развития *агрессивных урочищ* оврагов и осыпных массивов по подмываемому левому берегу р. Аршалы (рис. 2, В). Тем самым регулируется объем поступления наносов в р. Аршалы. Современные высокие пастбищные нагрузки вызывают сокращение эффективности этой экологической функции.

Возникновение группы *деградирующих урочищ* связано с неустойчивостью к плоскостному смыву пологих волнистых склонов, сложенных лессовидными суглинками, подстилаемыми корой выветривания ордовикских вулканогенно-осадочных пород. В естественном состоянии богаторазнотравно-залесскоковыльных степей плоскостной смыв был нехарактерен, так как сдерживался хорошо развитыми корневыми системами плотнoderновинных злаков. В современном распаханном состоянии плоскостной смыв может быть активен, главным образом, в период весеннего снеготаяния. Вместе с почвенными частицами в водную миграцию вовлекаются элементы, вносимые с химическими удобрениями, пестицидами, а также попадающие в почву в результате разливов горюче-смазочных материалов, используемых сельскохозяйственной техникой. В силу широкого распространения слабоврезанных запахиваемых ложбин, в их пределах к плоскостной эрозии может добавляться *линейная эрозия*, приводящая к образованию борозд и сгущению сети ложбин. *Зонами аккумуляции нежелательных потоков* наносов и загрязняющих веществ являются суффозионные западины и озерные котловины, в частности – котловина озера Шабындыколь, что вызывает эвтрофикацию, заиление и обмеление водоемов.

*Агрессивные урочища*, связанные с овражной эрозией, существуют в трех видах ситуаций. Во-первых, за счет прогрессирующей эрозии в коротких оврагах, спускающихся к крупной излучине р. Аршалы, возможно сокращение площади пологонаклонных поверхностей делювиально-пролювиальных шлейфов (*деградирующих урочищ*) (рис. 2, В). Кроме того, происходит постоянное обваливание рыхлого тяжелосуглинистого материала с включениями щебня и глыб в прибровочной части шлейфов, составляющей крутой подмываемый левый берег р. Аршалы. Потенциал эрозии и обваливания может усиливаться за счет высоких современных пастбищных нагрузок, вызывающих сокращение надземной и подземной части растений и, соответственно, противоэрозионной функции степных сообществ. Во-вторых, линейная эрозия активна на крутых и покатых склонах террас правобережья р. Аршалы, густо расчлененных короткими лощинами. В-третьих, линейная эрозия проявляется на склонах гряд, сложенных девонскими осадочными породами, гораздо менее устойчивых по сравнению с доминирующими на территории породами вулканического проис-

хождения. В то же время глубина эрозионных врезов лимитируется наличием коренных пород при относительно маломощном рыхлом чехле.

### Заключение

Специфика ландшафтно-планировочной ситуации проекта горнолыжного курорта Кок-Жайляу состояла в трудности совмещения экологических и социальных ценностей на границе крупной городской агломерации и горного национального парка в пределах лесо-лугово-степного и лугового высотных поясов. Кок-Жайляу – это группа урочищ с безальтернативными рекреационными функциями как по доступности и минимальной стоимости, так и по условию разнообразия видов отдыха и просвещения. Высокие риски нарушения безальтернативных биотических потоков, активизации и разнонаправленного рассеяния нежелательных абиотических потоков в случае строительства курорта делают предпочтительным сохранение прогулочной и пикниковой рекреации на фоне ландшафтов зонального облика.

При реализации проекта строительства БАКАД состояние ландшафтов и хозяйственных угодий будет зависеть от следующих процессов и функций урочищ: 1) водные и механические потоки от возвышенных элементов рельефа к пониженным; 2) буферная функция травяных и лесокустарниковых сообществ по задержанию потоков вещества к водоемам; 3) противозерозионная функция травяных и лесокустарниковых сообществ на крутых и покатых склонах долин и увалов; 4) деятельность водных потоков как коридоров миграции животных; 5) сохранность разнообразия микроместообитаний и биоразнообразия в урочищах со сложным эрозионным и пойменным рельефом 6) разгрузка грунтовых вод у подножий древних селевых конусов; 7) фильтрация грунтовых вод от водоемов, в том числе искусственных, к урочищам с резко дефицитным увлажнением. Наибольшие риски связаны с трансформацией водных потоков и угрозой для буферных функций фитоценозов.

В районе Райгородок в условиях интенсивных сельскохозяйственных и промышленных нагрузок и роста далекодействующих антропогенных эффектов возрастает значимость сохранения разнообразия ключевых биотопов, экологических коридоров и буферных функций биологического поглощения поллютантов, свойственных приречным фитоценозам.

С методической точки зрения ландшафтно-географический взгляд на территорию дает принципиально иное знание, по сравнению с инженерным, архитектурным или экономическим взглядом. Понимание функций геосистем в пространственной организации ландшафта диктует ряд правил размещения хозяйственных объектов и выбора технологий их эксплуатации. Наиболее распространенная планировочная ошибка при размещении крупных объектов – приоритетное внимание к собственным свойствам урочищ, где предполагается освоение, при игнорировании далекодействующих эффектов. Функции каждого урочища в разнотипных геосистемах более высоких рангов и размеров – катенах, ландшафтах, водосборных бассейнах, парагенетических системах – должны приниматься во внимание при расчете затрат на строительство и эксплуатацию (т.е. на преодоление лимитирующих природных факторов), включая затраты на экологическую ответственность (Хорошев, 2023: 201). Последние включают в себя мероприятия на предотвращение (в лучшем случае) и ликвидацию (в худшем случае) экологического ущерба, который нередко проявляется на значительном расстоянии от самого хозяйственного объекта. Как было показано на приведенных примерах, большая расчлененность рельефа (особенно в горных и предгорных районах) служит фактором не только активизации опасных экзодинамических процессов, но и переноса нежелательных веществ (в том числе загрязняющих) на значительные расстояния, а иногда – разрыва или торможения благоприятных потоков. Задача планировщика – точно определить функциональную роль каждого урочища как в геоциркуляционных структурах, определяющих направления и интенсивность миграции неживого вещества, так и биоциркуляционных, ответственных за жизнеспособность популяций животных и их способность к миграции между ключевыми биотопами. Исключительно большое значение для проектирования имеет распознавание буферных функций некоторых урочищ, которые способны нейтрализовать нежелательное антропогенное воздействие или предотвратить опасное изменение границ урочищ. В соответствии с такими функциями должны распределяться антропогенные нагрузки, допустимая конфигурация и размеры хозяйственных объектов. Наконец, допустимость использования территории для размещения крупных объектов должна опираться на понимание типичности, редкости

или уникальности вовлекаемых урочищ для региона, а иногда и для целой страны. Сохранение в малонарушенном состоянии относительно небольшой площади редких урочищ позволяет поддерживать экологические и социальные ценности в долговременной перспективе, что часто сокращает риски и для смежных интенсивно используемых территорий.

## Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного задания для географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова № 121051300176-1 «Факторы и процессы пространственно-временной организации природных и антропогенных ландшафтов».

## Литература

- Абилов, А.Ж.; Карманов, Ш.Д. Перспективы развития горнолыжных курортов в зоне влияния Алматы. *Вестник. Зодчий*. 52, 3 (2014): 30-35.
- Бектурганова, А.Е.; Жупархан, Б.; Джумабекова, И.Д.; Есимова, К.А. Анализ и оценка ландшафтных условий на территории Акмолинской области. *Вестник КазНУ. Серия географическая* 46, 3 (2017): 13-23
- Видина, А.А. *Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтным исследованиям*. Москва: МГУ, 1962.
- Ласточкин, А.Н. *Общая теория геосистем*. СПб: Лемма, 2011.
- Макенова, Г.У.; Тулеубаева, М.К.; Бактиярова, А.Ж. Туристско-рекреационные зоны Республики Казахстан как привлекательные туристские направления. *Central Asian economic review* 6, 129 (2019): 133-145.
- Мусабаев, Т.Т.; Калмыкова, Е.Ю.; Садыкова, А.М. Развитие горнолыжного туризма в рамках Алматинской агломерации. *Синергия наук* 29 (2018): 1050-1060.
- Ретеюм, А.Ю. *Земные миры*. Москва: Мысль, 1988.
- Смагулов Е.Н. Пространственная дифференциация влияния климатических изменений на сельское хозяйство в Акмолинской области. *Аридные экосистемы* 27, 3 (2021): 72-80.
- Солнцев, В.Н. *Структурное ландшафтоведение: основы концепции. Некоторые аргументы*. Москва: Географический факультет МГУ, 1997.
- Сысуйев, В.В. *Введение в физико-математическую теорию геосистем*. Москва: ЛЕНАНД, 2020.
- Хорошев А.В. *Ландшафтно-экологическое планирование*. Москва: КМК, 2023.
- Чигринцев, А.Г.; Чигринцев, Л.Ю.; Мазур, Л.П. Особенности формирования и расчет максимального стока р. Терисбу-так. *Вестник КазНУ. Серия географическая* 46, 3 (2017): 25-38.
- Яфязова Р.К. *Природа селей Заилийского Алатау*. Алматы, 2007.
- Antrop, M.; van Eetvelde, V. *Landscape Perspectives: The Holistic Nature of Landscape*. Dordrecht: Springer, 2017.
- Bastian O.; Grunewald K.; Syrbe R-U.; Walz U.; Wende W. Landscape services: the concept and its practical relevance. *Landscape Ecology* 29 (2014): 1463-1479.
- Buček, A.; Maďera, P.; Úradníček, L. Czech approach to implementation of ecological network. *Journal of Landscape Ecology* 5, 1 (2012): 14-28.
- Christian C.S. The concept of land units and land systems. *Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress* 20 (1958): 74-81.
- Costanza R.; de Groot R.; Braat L.; Kubiszewski I.; Fioramonti L.; Sutton P.; Farber S.; Grasso M. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services* 28 (2017): 1-16.
- Dramstad, W.E.; Olson, J.D.; Forman, R.T.T. *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning*. Island Press, Washington, 1996.
- Forman R.T.T. *Land mosaics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
- Forman, R.T.T.; Godron, M. *Landscape Ecology*. New York: Wiley, 1986.
- Graziano, M.P.; Deguire, A.K.; Surasinghe, T.D. Riparian buffers as a critical landscape feature: insights for riverscape conservation and policy renovations. *Diversity* 14 (2022): 172. <https://doi.org/10.3390/d14030172>
- Hills G.A. *The ecological basis for land use planning. Research Report No. 26*. Toronto: Ontario Department of Lands and Forests, 1961.
- Jalkanen, J.; Toivonen, T.; Moilanen A. Identification of ecological networks for land-use planning with spatial conservation prioritization. *Landscape Ecology* 35 (2020): 353-371. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00950-4>
- Kandziora, M.; Burkhard, B.; Müller, F. Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators — A theoretical matrix exercise. *Ecological Indicators* 28 (2013): 54-78. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.09.006>
- Naveh Z. Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscape. *Landscape and Urban Planning* 57 (2001): 269-284.
- Neef E Topologische und chorologische Arbeitsweisen in der Landschaftsforschung. *Petermanns Geogr Mitt* 107 (1963): 249-259.
- Ruffell, J.; Clout, M.N.; Didham, R.K. The matrix matters, but how should we manage it? Estimating the amount of highquality matrix required to maintain biodiversity in fragmented landscapes. *Ecography* 40 (2017): 171-178.



Ryszkowski, L.; Bartoszewicz, A.; Kedziora, A. Management of matter fluxes by biogeochemical barriers at the agricultural landscape level. *Landscape Ecology* 14 (1999): 479-492.

Salviano, I.R.; Gardon, F.R.; dos Santos, R.F. Ecological corridors and landscape planning: a model to select priority areas for connectivity maintenance. *Landscape Ecology* 36 (2021): 3311–3328.

Sommer, R.; Glazirina, M.; Yuldashev, T.; Otarov, A.; Ibraeva, M.; Martynova, L.; Bekenov, M.; Kholov, B.; Ibragimov, N.; Kobilov, R.; Karaev, S.; Sulonov, M.; Khasanova, F.; Esanbekov, M.; Mavlyanov, D.; Isaev, S.; Abdurahimov, S.; Ikramov, R.; Shezdyukova, L.; de Pauw, E. Impact of climate change on wheat productivity in Central Asia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 178 (2013): 78-99.

Tasser, E.; Schirpke, U.; Zodererb, B.M.; Tappeiner, U. Towards an integrative assessment of land-use type values from the perspective of ecosystem services. *Ecosystem Services* 42 (2020): 101082.

Termorshuizen, J.W.; Opdam, P. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecology* 24 (2009):1037–1052. <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9314-8>

Turner, M.G.; Gardner, R.H. *Landscape ecology in theory and practice. Pattern and process*. New York: Springer, 2015.

van Rooij, S.; Timmermans, W.; Roosenschoon, O.; Keesstra, S.; Sterk, M.; Pedroli, B. Landscape-Based Visions as Powerful Boundary Objects in Spatial Planning: Lessons from Three Dutch Projects. *Land* 10 (2021): 16. <https://dx.doi.org/10.3390/land10010016>

Zonneveld I.S. The land unit – A Fundamental concept in landscape ecology, and its application. *Landscape Ecology* 3, 2 (1989): 67-86.

## References

Abilov, A.Zh.; Karmanov, Sh.D. Perspektivy razvitiya gornolyzhnykh kurortov v zone vliyaniya Almaty [Prospects for the development of ski resorts in the zone of influence of Almaty]. *Vestnik. Zodchii*. 52, 3 (2014): 30-35. (In Russian)

Antrop, M.; van Eetvelde, V. *Landscape Perspectives: The Holistic Nature of Landscape*. Dordrecht: Springer, 2017.

Bastian O.; Grunewald K.; Syrbe R-U.; Walz U.; Wende W. Landscape services: the concept and its practical relevance. *Landscape Ecology* 29 (2014): 1463-1479.

Bekturganova, A.E.; Zhuparkhan, B.; Dzhumabekova, I.D.; Esimova, K.A. Analiz i otsenka landshaftnykh uslovii na territorii Akmolinskoi oblasti [Analysis and assessment of landscape conditions in the Akmola region]. *Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya* 46, 3 (2017): 13-23. (In Russian)

Buček, A.; Maděra, P.; Úradníček, L. Czech approach to implementation of ecological network. *Journal of Landscape Ecology* 5, 1 (2012): 14–28.

Chigrinets, A.G.; Chigrinets, L.Yu.; Mazur, L.P. Osobennosti formirovaniya i raschet maksimal'nogo stoka r. Terisbutak [Features of the formation and calculation of the maximum flow of the Terisbutak river]. *Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya* 46, 3 (2017): 25-38. (In Russian)

Christian C.S. The concept of land units and land systems. *Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress* 20 (1958): 74-81.

Costanza R.; de Groot R.; Braat L.; Kubiszewski I.; Fioramonti L.; Sutton P.; Farber S.; Grasso M. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services* 28 (2017): 1–16.

Dramstad, W.E.; Olson, J.D.; Forman, R.T.T. *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning*. Island Press, Washington, 1996.

Forman R.T.T. *Land mosaics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

Forman, R.T.T.; Godron, M. *Landscape Ecology*. New York: Wiley, 1986.

Graziano, M.P.; Deguire, A.K.; Surasinghe, T.D. Riparian buffers as a critical landscape feature: insights for riverscape conservation and policy renovations. *Diversity* 14 (2022): 172. <https://doi.org/10.3390/d14030172>

Hills G.A. *The ecological basis for land use planning. Research Report No. 26*. Toronto: Ontario Department of Lands and Forests, 1961.

Jalkanen, J.; Toivonen, T.; Moilanen A. Identification of ecological networks for land-use planning with spatial conservation prioritization. *Landscape Ecology* 35 (2020): 353–371. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00950-4>

Kandziora, M.; Burkhard, B.; Müller, F. Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators — A theoretical matrix exercise. *Ecological Indicators* 28 (2013): 54–78. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.09.006>

Khoroshev A.V. *Landscape-Ecological Planning*. Moscow: KMK Publ., 2023. (In Russian)

Lastochkin A.N. *Obshchaya teoriya geosistem* (General Theory of Geosystems). Sankt-Peterburg: Lemma Publ., 2011. (In Russian)

Makenova, G.U.; Tulebaeva, M.K.; Baktiyarova, A.Zh. Turistsko-rekreatsionnye zony Respubliki Kazakhstan kak privlekatel'nye turistskie napravleniya [Tourist and recreational zones of the Republic of Kazakhstan as attractive tourist destinations]. *Central Asian economic review* 6, 129 (2019): 133-145. (In Russian)

Musabaev, T.T.; Kalmykova, E.Yu.; Sadykova, A.M. Razvitie gornolyzhnogo turizma v ramkakh Almatinskoi aglomeratsii [Development of ski tourism within the Almaty agglomeration]. *Sinergiya nauk* 29 (2018): 1050-1060. (In Russian)

Naveh Z. Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscape. *Landscape and Urban Planning* 57 (2001): 269-284.

Neef E Topologische und chorologische Arbeitsweisen in der Landschaftsforschung. *Petermanns Geogr Mitt* 107 (1963): 249-259.

Reteyum A.Yu. *Zemnye miry* (Earth Worlds). Moscow: Mysl' Publ., 1988. (In Russian)

Ruffell, J.; Clout, M.N.; Didham, R.K. The matrix matters, but how should we manage it? Estimating the amount of highquality matrix required to maintain biodiversity in fragmented landscapes. *Ecography* 40 (2017): 171–178.

Ryszkowski, L.; Bartoszewicz, A.; Kedziora, A. Management of matter fluxes by biogeochemical barriers at the agricultural landscape level. *Landscape Ecology* 14 (1999): 479-492.

Salviano, I.R.; Gardon, F.R.; dos Santos, R.F. Ecological corridors and landscape planning: a model to select priority areas for connectivity maintenance. *Landscape Ecology* 36 (2021): 3311–3328.

Smagulov E.N. Prostranstvennaya differentsiatsiya vliyaniya klimaticheskikh izmenenii na sel'skoe khozyaistvo v Akmolinskoj oblasti [Spatial differentiation of the impact of climate change on agriculture in the Akmola region]. *Aridnye ekosistemy* 27, 3 (2021): 72-80. Khoroshev A.V. Landscape-Ecological Planning. M.: KMK Publ., 2023. (In Russian)

Solntsev V.N. *Strukturnoe landshaftovedenie: osnovy kontseptsii. Nekotorye argumenty* (Structural Landscape Science: Fundamentals of the Concept. Some Arguments). Moscow, 1997. (In Russian)

Sommer, R.; Glazirina, M.; Yuldashev, T.; Otarov, A.; Ibraeva, M.; Martynova, L.; Bekenov, M.; Kholov, B.; Ibragimov, N.; Kobilov, R.; Karaev, S.; Sultonov, M.; Khasanova, F.; Esanbekov, M.; Mavlyanov, D.; Isaev, S.; Abdurahimov, S.; Ikramov, R.; Shezdyukova, L.; de Pauw, E. Impact of climate change on wheat productivity in Central Asia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 178 (2013): 78-99.

Sysuev V.V. *Vvedenie v fiziko-matematicheskuyu teoriju geosystem* [Introduction to the physical and mathematical theory of geosystems], Moscow, LENAND Publ., 2020. (in Russian)

Tasser, E.; Schirpke, U.; Zodererb, B.M.; Tappeiner, U. Towards an integrative assessment of land-use type values from the perspective of ecosystem services. *Ecosystem Services* 42 (2020): 101082.

Termorshuizen, J.W.; Opdam, P. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecology* 24 (2009):1037–1052. <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9314-8>

Turner, M.G.; Gardner, R.H. *Landscape ecology in theory and practice. Pattern and process*. New York: Springer, 2015.

van Rooij, S.; Timmermans, W.; Roosenschoon, O.; Keesstra, S.; Sterk, M.; Pedroli, B. Landscape-Based Visions as Powerful Boundary Objects in Spatial Planning: Lessons from Three Dutch Projects. *Land* 10 (2021): 16. <https://dx.doi.org/10.3390/land10010016>

Vidina, A.A. *Metodicheskie ukazaniya po polevym krupnomasshtabnym landshaftnym issledovaniyam* [Guidelines for field large-scale landscape research]. Moskva: MGU, 1962. (In Russian)

Yafyazova R.K. *Priroda selei Zailiiskogo Alatau* [The nature of the mudflows of the Zailiyskiy Alatau]. Almaty, 2007. (In Russian)

Zonneveld I.S. The land unit – A Fundamental concept in landscape ecology, and its application. *Landscape Ecology* 3, 2 (1989): 67-86.