НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
АДМИНИСТРАЦИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Природопользование и охрана природы:
Охрана памятников природы,
биологического и ландшафтного
разнообразия Томского Приобья
и других регионов России**

**Материалы IX Всероссийской с международным участием
научно-практической конференции**

Томск, 21–23 апреля 2020 г.

Томск
Издательство Томского государственного университета
2020

Работа выполнена в рамках государственного задания ИХН СО РАН (Проект V.46.2.1), финансируемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Литература

1. Таяние вечной мерзлоты – угроза добыче нефти и газа. URL: <https://www.finam.ru/analysis/forecasts/tayanie-vechnoiy-merzloty-ugroza-dobyche-nefti-i-gaza-20091123-19070/> (дата обращения: 11.03.2020).
2. Предприятие «Роснефти» оштрафовали за разливы нефти в ямальской тундре. URL: <https://www.yamalpro.ru/2017/10/31/predpriyatie-rosnefti-oshtrafovali-za-razlivyi-nefti-v-yamalskoy-tundre/> (дата обращения: 11.03.2020).
3. Алексеева М.Н., Ященко И.Г. Использование космических снимков и геоданных для оценки экологических рисков при разливах нефти // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 7. С. 55–60.
4. Типовой проект по рекультивации загрязненных земель на территории деятельности «РН-Пурнефтегаз» в ЯНАО. М. : ООО «ОГК», 2013. 169 с.

DOI: 10.17223/978-5-94621-954-9-2020-91

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОСБОРОВ РЕК СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ASSESSMENT OF LANDSCAPE DYNAMICS AND CATCHMENT CHARACTERISTICS OF RIVERS ON THE NORTHERN SLOPE OF ZAILIYSKY ALATAU USING REMOTE SENSING DATA

А.В. Черноштан, А.Н. Никитенков

A.V. Chernoshtan, A.N. Nikitenkov

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
nas.lucky.96@mail.ru*

В работе разрабатывается подход к комплексному исследованию взаимосвязи в изменениях ландшафтов водосборных бассейнов на примере северного склона Заилийского Алатау, Алматинская область, Южный Казахстан.

In this article, we develop an approach to a comprehensive study of the relationship in changes in the landscapes of catchment basins on the example of the Northern slope of the Zailiysky Alatau, Almaty region, southern Kazakhstan.

Ключевые слова: сток, landsat, ландшафты, Заилийский Алатау.

Key words: flow, Landsat, landscapes, Zailiysky Alatau.

Процесс преобразования ландшафтов обусловлен как естественными, так и природно-антропогенными и антропогенными процессами. Исследование результатов воздействия данных процессов на ландшафты позволяет выявлять вклад отдельных факторов, оценивать и прогнозировать направленность и последствия данных преобразований. Применительно к условиям юго-восточного Казахстана рассмотрение данной проблемы в многолетнем разрезе актуально как с позиций глобальных климатических изменений, ведущих в перспективе к недостатку водных ресурсов [1–2], так и для оценки роли человека в данном процессе.

Цель работы – разработка подходов к оценке изменения ландшафтов водосборов основных рек северного склона Заилийского Алатау, морфометрических характеристик территории и их роли в происходящих изменениях.

Задачи работы включали:

1. Сбор и анализ отдельных космоснимков для выявления многолетней динамики изменений земной поверхности.

2. Получение и анализ цифровой модели рельефа (ЦМР) и производных из нее характеристик.

3. Оценка морфометрических характеристик основных водосборных бассейнов рассматриваемой территории и соотношений различных типов ландшафта в их пределах.

Методы и материалы. Основным методом проведения исследований является математико-картографическое моделирование с использованием программного пакета ArcGIS 10. Исходными материалами для выполнения работы являются спутниковые снимки Landsat 8 [3] за (2013–2019 гг.), снимки ЦМР SRTM [4] с пространственным разрешением в 1 угловую секунду, а также картографические изображения Google карт.

Построение речной сети осуществлялось с использованием функциональных возможностей модуля пространственного анализа ArcGIS. Общий алгоритм построения заключается в последовательном выполнении ряда операций над исходной ЦМР: 1) ликвидация локальных понижений и бессточных областей в пределах территории; 2) расчёт направлений стока; 3) расчёт аккумуляции стока; 4) отсечение речной сети по пороговому значению; 5) идентификация отдельных рек и порядков водотоков (по Хортону/Страхлеру/Философову [5–7]). В общем виде результаты работы и исходные данные представлены на рис. 1.

Рис. 1. Рельеф территории и речная сеть на основе данных SRTM

Оценка речной сети и её морфометрических параметров производилась для водосборов всех крупных рек, построенных от высоты 1 000 м, примерно соответствующей началу горной территории и принятой в качестве границы достоверной применимости используемого подхода. Применимость подобного алгоритма для решения данного класса задач рассматривалась ранее [8]. Оценка порогового значения величины накопления стока для построения речной сети в пределах горной части территории проводилась по данным спутниковых снимков Google карт, использовавшихся в качестве подложки, путем визуального сопоставления положения истоков основных горных рек и соответствующих им значений аккумуляции стока на соответствующем растровом слое.

Используемые в работе снимки Landsat 8 относятся к классу обработки Level 2, т.е. не требуют дальнейшей корректировки для анализа спектральных значений. Выбор снимков для дешифрирования производился на основе анализа климатических данных по району исследований. Так, был выбран период август-сентябрь, так как именно на эти месяцы приходится максимум таяния ледников. Также именно в августе-сентябре на данной территории минимум облачности (менее 10 % от всей площади снимка), необходимый для дешифрирования.

Выбор 2013 и 2019 г. был обусловлен схожестью хода их климатических характеристик, что обеспечивает возможность достаточно качественного их сопоставления.

Дешифрирование космоснимков LandSat 8 осуществлялось встроенными средствами ArcGIS. Сначала с использованием менеджера обучающей выборки, была создана выборка из типовых видов объектов, по которым на основе многомерной модели «обучения» создавались индивидуальные для каждого снимка файлы сигнатур, призванные обеспечить классификацию территорий по различным характерным типам территорий, среди которых нами были выделены: строения и скальные грунты, почвы, зона лесного пояса, зона луговой растительности и пашен, ледники, водные объекты (озера, водохранилища).

Классификация растров осуществлялась в автоматизированном режиме по методу максимального подобия. При анализе полученных данных было установлено, что ввиду особенностей подстилающей поверхности использование каналов данных спутника Landsat не позволяет достоверно классифицировать отдельные элементы подстилающей поверхности, находящиеся в различных ландшафтных условиях. Для более качественной интерпретации результатов дешифрирования были произведены работы по дифференцированию результатов автоматизированной классификации земной поверхности на основе ландшафтных данных, полученных нами на этапе построения речной сети. В частности, с учетом абсолютных высот и характеристик речных бассейнов.

Полученные результаты. На основе ЦМР SRTM по крупным рекам были определены морфометрические параметры – площадь и периметр водосбора, длина реки, порядок водосборного бассейна, густота речной сети (таблица, рис. 2). Крупные реки северного склона являются реками 4 и 5 порядков по Страхлеру. Большая часть их является притоками других рек (Улкен Алматы, Чемолган – притоки р. Каскелен, Аксенгир – приток р. Курты), но все они, за исключением р. Курты, впадают в Капчагайское водохранилище.

В результате детального рассмотрения частей водосборов крупных рек (более 3-го порядка) обнаружено 8 рек средней густоты речной сети и 3 с густой (рр. Аксенгир, Карагайлы и Кыргаулды), что связано с малыми площадями водосборов последних. Наибольшее количество притоков у р. Талгар и р. Тургень.

Отмечена также прямая связь густоты речной сети и типов ландшафта, являющихся морфологической основой водосбора.

В результате классифицирования выбранных нами космоснимков удалось получить достаточно наглядную картину пространственного распределения ландшафтов исследуемой территории, фрагмент карты с которой представлен на рис. 3. Сокращение оголенного почвенного покрова в верхней части долин водосборных бассейнов произошло с замещением его луговой растительностью. Это наблюдается преимущественно для водосборов рек, имеющих наибольшие абсолютные отметки – Тургень, Иссык, Карагайлы (до 7 % площади). Также для всех рассмотренных водосборов характерно сокращение площадей ледников (до 1,9 % площади – Иссык, Талгар), что ведет к росту доли территории с минеральными грунтами. По водным объектам значимых изменений за рассмотренный период, согласно данным дешифрирования, не наблюдается. Наблюдаемые изменения могут быть интерпретированы в контексте наблюдае-

мой тенденции к росту средних многолетних температур воздуха в регионе, следствием которых является таяние ледников и ряд других негативных явлений [9].

Морфометрические характеристики основных водосборных бассейнов территории

Река	S, км ²	Макс. высота, м	Разница высот, м	Средне-площадная высота, м	Число фрагментов речной сети	Длина речной сети, м	Густота речной сети, км/км ²
Тургень	1183,3	4390	3389	2707	153	436877	0,37
Иссык	577,9	4622	3621	2864	79	217629	0,38
Киши Алматы	236,6	4356	3358	2490	27	86435	0,37
Кыргаулды	96,1	3709	2709	2165	5	45627	0,47
Карагайлы	94,9	4150	3149	2651	9	40693	0,43
Талгар	893,0	4957	3955	3125	133	329920	0,37
Улкен Алматы	532,8	4362	3362	2965	69	184065	0,35
Аксай	244,7	4168	3167	2941	27	95499	0,39
Чемолган	275,9	4020	3022	2419	39	105562	0,38
Каскелен	570,7	4221	3219	2677	63	219838	0,39
Аксенгир	775,1	4150	3149	2568	89	314017	0,41

Рис. 2. Водосборы основных рек северного склона Заилийского Алатау

Рис. 3. Фрагмент карты с изменениями на 2013–2019 гг.

Урбанизация коснулась бассейнов рек Каскелен, М. Алматинка, Узун Каргалы, Талгар, Иссык, Чилик. Наибольшее антропогенное воздействие наблюдается в г. Алматы (бассейн р. Каскелен и М. Алматинка), где сток крупных рек зарегулирован, а также производится водозабор из горных рек (малых, в том числе) на хозяйственные нужды населения.

Выводы и обсуждение. В пределах изучаемой территории по гидрогеологическим параметрам хорошо выделяются три воднобалансовые зоны: зона формирования стока, включающая в себя возвышенности, зона конусов выноса, в которой происходит потеря стока за счет антропогенной деятельности, а также фильтрации и транзитного переноса стока, и зона выклинивания грунтовых вод, для которой характерны малые реки равнинного типа. В рамках рассмотренной нами зоны формирования стока наблюдаются разнонаправленные процессы: в нижней части водосборных бассейнов происходит постепенное антропогенное преобразование ландшафтов, связанное, прежде всего, с использованием водных ресурсов, а в верхней части бассейнов происходят изменения, являющиеся следствием глобальных природных процессов. Для каждой зоны характерны свои типы ландшафтов. В горах наблюдается смена природных зон в связи с вертикальной зональностью. Выделяют гляциально-нивальную, альпийских и субальпийских лугов, хвойных лесов, лиственных лесов, лесостепную и степную зоны, в каждой из которых наблюдаются процессы, обусловленные климатическими изменениями.

Уменьшение биоразнообразия ландшафтов Заилийского Алатау связано также с увеличением городской территории и интенсификацией сельского хозяйства. В пределах городской территории естественная растительность практически отсутствует. Особенно подвергаются активной застройке предгорья, в результате чего вырубаются яблоневые сады, расположенные на высотах 900–1 200 м над ур. м [10]. Значительная деградация ландшафтов может привести к изменению характеристик стока рек, что также сопряжено с невозполнимой потенциальной утратой биологического и ландшафтного разнообразия, включая утрату местообитаний эндемичных видов.

Предлагаемый в статье подход представляется эффективным средством для мониторинга значимых изменений, отражающихся на поверхности отдельных водосборных бассейнов, за счёт комплексного учёта, как типов подстилающей поверхности, так и ландшафтных особенностей, определяемых морфометрическими характеристиками территории, а его дальнейшее развитие представляет интерес с точки зрения многофакторной оценки состояния окружающей среды и, в частности, водных ресурсов территории.

Литература

1. Турсунов А.А. Результаты научных исследований по Или-Балхашской проблеме и пути вывода экосистемы бассейна из кризиса // Географические проблемы Или-Балхашского бассейна. Алматы : Гылым, 1993. С. 3–19.
2. Достаев Ж. Водные ресурсы предгорной равнины северного склона Заилийского Алатау // Географические проблемы Или-Балхашского бассейна. Алматы : Гылым, 1993. 211 с.
3. NASA Landsat Data Continuity Mission LDCM // Press kit. 2013. February. P. 25–28.
4. USGS SRTM Topography // SRTM Documentation. URL: https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/Documentation/SRTM_Topo.pdf.
5. Horton R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydro-physical approach to quantitative morphology // Geological Society of America Bulletin. 1945. V. 56, № 3. P. 275–370.
6. Strahler A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topology // Geological Society of America Bulletin. 1952. V. 63, № 11. P. 1117–1142.
7. Философов В.П. О значении порядков долин и водораздельных линий при геолого-географических исследованиях // Вопросы морфометрии. 1967. Вып. 2. С. 4–6.
8. Никитенков А.Н., Дутова Е.М., Покровский Д.С. Картографические построения и оценка морфометрических параметров водосборов горно-складчатых территорий по данным спутниковой съёмки (SRTM) (на примере северной части Кузнецкого Алатау) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 1. С. 223–231.
9. Северский И.В. Современные и прогнозные изменения снежности и оледенения зоны формирования стока и их возможное воздействие на водные ресурсы Центральной Азии // Снежно-ледовые и водные ресурсы высоких гор Азии. Алматы : Комплекс, 2007. С. 180–205.
10. Нурмуратулы Т. и др. Генотипы местных и стародавних сортов яблони, груши, абрикоса и винограда на юге и юго-востоке Казахстана. 2012. 105 с.

DOI: 10.17223/978-5-94621-954-9-2020-92

ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО Г. НОВОКУЗНЕЦКА КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ INDUSTRIAL PRODUCTION OF NOVOKUZNETSK AS A SOURCE OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

С.А. Ядрова, Л.В. Швецова

S.A. Yadrova, L.V. Shvetsova

*Алтайский государственный университет, г. Барнаул
sofiya.9898@mail.ru, shvetsova.lar@yandex.ru*

Промышленное производство г. Новокузнецка и Новокузнецкого района многоотраслевое и является источником загрязнения окружающей среды. Концентрация промышленных предприятий создает сложную экологическую ситуацию, что негативно влияет на здоровье населения.

The industrial production of Novokuznetsk and the Novokuznetsk district is diversified and is a source of environmental pollution. The concentration of industrial enterprises creates a difficult environmental situation, which negatively affects the health of the population.

Ключевые слова: промышленность, источники загрязнения, заболеваемость населения.

Key words: industry, sources of pollution, morbidity of the population.