

УДК 910.3

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В ВОДОСБОРЕ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Музыченко Т.К.

*ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток,
e-mail: muzychenko.tk@gmail.com*

В настоящей работе анализируется распределение типов землепользования в водосборе залива Петра Великого, в пределы которого также входит трансграничный бассейн р. Раздольной. Исходя из геоэкологической классификации ландшафтов В.А. Николаева, нами было выделено 10 типов земель: леса, луга, кустарники, водные объекты, застроенные земли, карьеры, используемые и неиспользуемые сельскохозяйственные поля с отдельным выделением рисовых чеков. На основе визуально-экспертного и автоматического дешифрирования спектральных снимков с космических аппаратов Sentinel-2 и Landsat 8 была составлена карта пространственного распределения типов земель в водосборе залива Петра Великого по состоянию на 2020 г. Для каждой категории земель были предоставлены картографо-статистические данные – абсолютные и относительные площади. В результате проведенного исследования выявлен ряд общих и частных тенденций в пространственном распространении типов земель в пределах водосбора. Было установлено, что большая часть изучаемой территории покрыта лесами, при этом они, как правило, располагаются в преимущественно горных внутренних районах водосбора и на водоразделах, а также в пределах особо охраняемых природных территорий I и II категории МСОП. Преобразованные человеком территории – застроенные территории и земли сельскохозяйственного назначения – чаще всего простираются в виде полос разной ширины вдоль речных долин, а также доминируют на относительно обширных равнинных участках. Выявлено четыре частных пространственных рисунка распределения типов землепользования для разных частей водосбора залива Петра Великого. Его юго-западная часть отличается низкими площадями антропогенно преобразованных земель, а также обилием лугов на прибрежных равнинах. В российской части трансграничного бассейна р. Раздольной структура землепользования имеет ярко выраженный сельскохозяйственный характер. В его китайской части совместно преобладают леса и сельскохозяйственные земли. В центральной и восточной частях водосбора залива типы земель, связанные с хозяйственным освоением, располагаются строго в долинах рек.

Ключевые слова: структура использования земель, картографирование, водосбор залива Петра Великого, данные дистанционного зондирования

SPATIAL ANALYSIS OF LAND USE OF THE PETER THE GREAT GULF BASIN

Музыченко Т.К.

*Pacific Geographical Institute Far-Eastern branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok,
e-mail: muzychenko.tk@gmail.com*

In this paper the spatial distribution of land use types of Peter the Great gulf (which includes the transboundary Razdolnaya river basin). Based on V.A. Nikolaev's geoecological landscape classification, we have defined 10 land use types: forests, meadows, shrubs, water bodies, built-up areas, quarries, used and unused arable land, used and unused paddy fields. We have created a land use map of Peter the Great Gulf basin for the year of 2020 by visually and automatically decoding the multi-spectral imagery from Sentinel-2 and Landsat 8 satellites. We have provided spatial statistics for each type of land use – absolute and relative area. As a result, we have established general and particular tendencies in how the land use types are distributed. The deciphered remote sensing data has allowed us to conclude that most of the Peter the Great Gulf basin's area is under forests, which are primarily located in the usually mountainous inland areas, on the watersheds, and within bounds of IUCN category I and II protected areas. The human impacted areas (this usually includes the built-up areas and various types of agricultural land) are often located along river valleys taking on the shape of strips, or on wide patches of flat terrain. We have established four particular spatial patterns which are prevalent in the different parts of Peter the Great gulf basin. Its southwestern part is characterized by small areas of human impacted land and a large concentration of meadows on the coastal plains. In the Russian part of Razdolnaya river basin land use structure is very diverse. The Chinese part of the transboundary basin is largely dominated by the forests and agricultural land. The defining trait of central and eastern parts is that the human impacted land is located strictly in the river valleys.

Keywords: land use and land cover, cartographic analysis, Peter the Great Gulf basin, remote sensing data

Залив Петра Великого, расположенный между устьем р. Туманной на западе и м. Поворотным на востоке, является одним из крупнейших заливов Японского моря. Его трансграничный водосбор (далее – ВЗПВ) находится на юге Приморского края Российской Федерации, на юго-востоке провинции Хэйлунцзян и северо-востоке провинции Цзилинь Китайской Народной

Республики (КНР). Водосборы рек, впадающих в залив Петра Великого, местами подвергаются значительному антропогенному воздействию, которое необходимо отслеживать и измерять не только для своевременного реагирования при ухудшении экологической обстановки, но и для разработки планов по устойчивому развитию территории.

ВЗПВ характеризуется контрастностью и разнообразием морфологических типов рельефа – среднегорное обрамление, подобно амфитеатру, переходит в прибрежные равнины, а в пределах среднего и нижнего течения р. Раздольной преобладает мелкогорный и равнинный рельеф. Климат умеренный муссонный со среднегодовым количеством осадков 800 мм, средняя температура января составляет -12°C , для июля этот показатель составляет $+20^{\circ}\text{C}$. Для рек, впадающих в залив, характерно дождевое питание [1].

В пределах водосбора преобладают бурые и подзолисто-бурые лесные почвы под хвойно-широколиственными лесами Маньчжурской флористической области. Согласно физико-географическому районированию А.Г. Исаченко, территория бассейна занята притихоокеанскими суббореальными гумидными широколиственными ландшафтами [2–4].

При анализе пространственной структуры землепользования изучаемой территории нами был использован бассейновый подход. Его основоположником считается Р. Хортон, который охарактеризовал речные бассейны как «эрозионные комплексы» [5]. В работах В.Б. Сочавы, М.И. Львовича, Н.И. Коронкевича, А.И. Субботина, И.С. Соседова, И.Н. Гарцмана, Ю.Б. Виноградова речной бассейн был представлен как геосистема [6]. Бассейн является пространственной системой суши с мощным интегрирующим фактором (таковым является водный поток) и четкими границами – водоразделами. При анализе структуры земель данный подход позволяет устанавливать эффективные пространственные формы взаимодействия между природопользователями, опираясь на специфику природно-хозяйственных условий в конкретном бассейне [6].

Бассейновый принцип широко применяется в практике изучения трансграничных территорий. Различные их части соединены энергетическими, вещественными, информационными потоками, но одновременно разделены границами государств [7–9]. Анализ пространственной структуры земель особенно важен для таких территорий, одной из которых является входящий в ВЗПВ трансграничный бассейн р. Раздольной.

Целью настоящей работы является изучение современной структуры пространственного распространения типов использования земель в пределах ВЗПВ. Решение поставленной цели направлено на отражение современных и исторических социально-

экономических особенностей территории, что важно для ее эффективного освоения и устойчивого природопользования.

Для достижения цели были поставлены и выполнены следующие задачи – составлены карты пространственного распределения земель в ВЗПВ, получены картографо-статистические данные по структуре землепользования территории и осуществлен пространственный анализ.

Материалы и методы исследования

За основу классификации типов использования земель в настоящей работе была взята геоэкологическая классификация ландшафтов В.А. Николаева [10], построенная на социально-экономических и социально-экологических принципах природопользования. Ландшафты в данной классификации делятся на две группы – природные и антропогенные.

Было выделено 10 категорий земель: леса, луга, кустарники, водные объекты, застроенные земли, карьеры, возделываемые поля, неиспользуемые сельскохозяйственные земли и рисовые чеки (используемые и неиспользуемые).

Принадлежность какого-либо участка к той или иной категории определялась посредством экспертного дешифрирования спектрально-зонных снимков с космических аппаратов Landsat 8 и Sentinel-2 за 2019–2020 гг., полученных через сервис USGS EarthExplorer. Проверка результатов дешифрирования произведена с использованием картографических подложек высокого разрешения ESRI Imagery и Google Maps. Обработка данных дистанционного зондирования (ДЗЗ) и картографирование структуры земель в ВЗПВ было выполнено с помощью программных пакетов ArcMap 10.8 и ArcGIS Pro 2.8 [11].

Контурные лесных и водных территорий были получены с помощью методов автоматического дешифрирования. Нами был рассчитан вегетационный индекс NDVI и водный индекс NDWI. Полученные в результате растровые изображения были переведены в векторный вид и затем совмещены с результатами визуально-экспертного дешифрирования [12; 13].

Контурные остальных категорий земель были оцифрованы посредством визуально-экспертного дешифрирования данных ДЗЗ. Участки, на которых отсутствует древесная растительность, были интерпретированы как луга, а частично покрытые – как редколесья и кустарники.

Обрабатываемые сельскохозяйственные поля, как правило, отличаются правильными геометрическими формами, однотонны и имеют четкую границу.

Неиспользуемые сельскохозяйственные земли имеют неоднородности в текстуре и относительно нечеткие границы. Под данным типом земель мы подразумеваем все остальные сельскохозяйственные земли, которые отличались правильными формами и четкими границами, но не были засеяны.

Используемые и неиспользуемые рисовые поля, как правило, имеют систему мелиорации земель, отличаются однотонностью и прямоугольной или квадратной формой. Такие земли легче всего выделять в определенное время раннего лета, когда происходит специальное заполнение водой рисовых чеков. Неиспользуемые рисовые поля в основном зарастают древесно-кустарниковой растительностью по границам и имеют более неоднородную текстуру, чем используемые.

При экспертно-визуальной оцифровке контуров с данных ДЗЗ населенных пунктов дополнительно были использованы данные топографических карт и картографической подложки OpenStreetMap.

Границы водосбора ВЗПВ были выделены с использованием открытых пространственных данных BasinATLAS. Общая площадь водосбора составляет 30 482,6 км².

Результаты исследования и их обсуждение

В структуре земель ВЗПВ преобладают леса, составляя 75,72% от общей территории. Суммарная площадь данного типа земель составляет 23093,53 км² (таблица). Леса встречаются повсеместно на водоразделах, а также во внутренних горных районах

водосбора. В данных районах, как правило, располагаются особо охраняемые природные территории (ООПТ) ВЗПВ. В пределах ООПТ I и II категории МСОП (заповедники, национальные парки), а также на островах залива доминирование лесов особенно выражено. В долинах рек и на прибрежных равнинах лесные угодья замещаются другими типами земель. В среднем течении р. Раздольной, а также в устье р. Туманной, сплошной лесной покров отсутствует.

1,14% площади ВЗПВ занимают кустарники, что составляет 347,45 км². Данный тип земель преимущественно находится рядом с землями лесов и лугов. Наиболее распространен на юго-западе водосбора, а также в долине р. Суходол, расположенной к северу от г. Большой Камень, и в среднем течении р. Партизанской.

Земли, занятые лугами, располагаются на прибрежных равнинах и вдоль широких участков речных долин. В среднем течении р. Раздольной они соседствуют с обрабатываемыми полями и неиспользуемыми сельскохозяйственными землями. Площадь земель данного типа составляет 7,14% от общей территории ВЗПВ (2 177,43 км²).

Возделываемые поля располагаются, как правило, в низовьях и средних течениях крупных рек, впадающих в залив Петра Великого – р. Артемовки, Шкотовки, Суходол и Партизанская. Данный тип земель приобретает сплошной характер распространения на крупных равнинных участках в пределах ВЗПВ – Раздольненской равнине, Артемовской межгорной котловине и др. Крупные массивы возделываемых полей имеются в верховьях и среднем течении р. Дасуйфэньхэ и р. Сяосуйфэньхэ, которые своим слиянием образуют р. Раздольную.

Структура использования земель в ВЗПВ, км²

Тип земель	Площадь, км ²	% площади ВЗПВ
Леса	23080,67	75,72
Кустарники	347,45	1,14
Луга	2176,62	7,14
Обрабатываемые поля	2733,56	8,97
Неисп. с/х земли	799,55	2,62
Рисовые чеки	35,75	0,12
Неисп. рисовые чеки	94,96	0,31
Карьеры	16,00	0,05
Застроенные земли	985,46	3,23
Водные объекты	212,59	0,70
ВСЕГО	30482,60	100,00

Наиболее они распространены в ее среднем течении. При этом их площади значительно выше в российской части трансграничного бассейна, вероятнее всего за счет того, что на китайской части бассейна рельеф преимущественно низко- и среднегорный. Данный тип земель занимает 0,12% площади ВЗПВ (суммарно 35,75 км²).

Подобным образом расположены и неиспользуемые рисовые чеки, составляя 0,31% (95,01 км²) от всей площади водосбора. Они наиболее распространены в низовьях р. Раздольной, но также встречаются в ее среднем течении.

Карьеры составляют 0,05% (16,01 км²) от общей площади изучаемой территории. Главным образом они располагаются в российской части бассейна р. Раздольной и в окрестностях г. Артем.

Застроенные земли занимают 3,23% (986,24 км²) от площади водосбора. Наиболее крупным населенным пунктом является г. Владивосток и его агломерация, которая простирается вдоль побережья северной части полуострова Муравьева-Амурского и обрамляет Артемовскую межгорную котловину. Значительными площадями отличаются г. Уссурийск, г. Находка, а также г. Дуннин и г. Суйфэньхэ со стороны КНР. Меньше всего населенных пунктов находится на юго-западе водосбора и на островных территориях залива.

0,7% (214,1 км²) территории ВЗПВ занимают водные объекты, в основном за счет относительно крупных естественных водоемов, расположенных на юго-западе (оз. Птичье, оз. Заречное и др.), а также водохранилищ (Артемовское, Раковское, Петровское и др.).

Заключение

В результате исследования была составлена карта использования земель в ВЗПВ по состоянию на 2020 г. в масштабе 1:100 000, отображающая пространственное распределение 10 типов земель. Это позволило рассчитать суммарную площадь для каждой категории земель по водосбору.

Было выявлено, что в структуре земель водосбора более половины площади занимают леса, распространенные, как правило, во внутриматериковых горных районах и на водоразделах, а также на островных территориях. Примечательно, что ООПТ I и II категории МСОП на юго-западе (национальный парк «Земля леопарда») и в центральной части (Уссурийский заповедник)

ВЗПВ также располагаются на водоразделах. Их охрана позволяет поддерживать на должном уровне качество и запасы пресной воды, регулировать сток рек, а также способность оказывать прочие экосистемные услуги [14; 15]. Доминирование лесных угодий в средне- и низкогорных частях водосбора может быть обусловлено тем, что рельеф данного типа менее пригоден для хозяйственного освоения, в отличие от прибрежных равнин и долин рек.

Пространственная структура земель в различных частях водосбора принимает различный вид. Для них можно выделить четыре вида пространственных структур землепользования.

В центральной и восточной частях ВЗПВ (долины р. Артемовки, Шкотовки, Суходола и Партизанской) луга и типы земель, так или иначе связанные с хозяйственной деятельностью человека (возделываемые поля, неиспользуемые сельскохозяйственные и застроенные земли), располагаются строго вдоль широких участков речных долин, а на побережьях доминируют земли лесов. Подобная структура также наблюдается в низовьях р. Раздольной. Исторически сложилось, что с 1880-х гг. контингент переселенцев на данных территориях состоял по большей части из крестьян. Их основным видом деятельности было сельское хозяйство, в связи с чем они селились вдоль рек [16]. Результаты настоящей работы продемонстрировали, что данный пространственный рисунок освоения территории ВЗПВ в общих чертах сохраняется и по сей день.

Среднее течение р. Раздольной, помимо полуострова Муравьева-Амурского, является одной из наиболее интенсивно антропогенно преобразованных территорий ВЗПВ. Ее хозяйственное освоение берет начало с конца XIX в. [17]. Из типов земель преобладают в большей степени возделываемые поля и в меньшей – неиспользуемые сельскохозяйственные земли, а также рисовые чеки. Здесь значительны площади неиспользуемых сельскохозяйственных земель.

Примечательно, что на китайской части трансграничного бассейна р. Раздольной структура землепользования менее разнообразна, чем на российской. Преобладающими категориями земель там являются леса, которые непосредственно соседствуют с возделываемыми полями. Площади неиспользуемых сельскохозяйственных земель относительно малы.

На юго-западе сложилась структура землепользования, отличная от других частей ВЗПВ. Там наблюдается низкий уровень покрытия лесом на прибрежных равнинах, где также располагаются немногочисленные по площади сельскохозяйственные и застроенные земли. При этом долины рек освоены мало, так как они, как правило, находятся в пределах ООПТ.

Список литературы

1. Гайко Л.А. Изменение климата в прибрежной зоне Приморского края в современный период (северо-западная часть Японского моря) // EESJ. 2016. № 4. С. 35–42.
2. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф., Киселева А.Г., Родникова И.М. Роль фациальности биоклиматических условий почвообразования в географии буроземов прибрежно-островной зоны Приморского края (юг Дальнего Востока, Россия) // Тихоокеанская география. 2020. № 3. С. 29–38.
3. Куренцова Г.Э. Растительность Приморского края. Владивосток: Дальиздат, 1968. 192 с.
4. Исаченко А.Г. Ландшафты СССР. Л.: Изд-во Ленингр. ин-та, 1985. 320 с.
5. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. Л.: Инстр. лит., 1948. 156 с.
6. Корытный Л.М. Бассейновая концепция: от гидрологии к природопользованию // География и природные ресурсы. 2017. № 2. С. 5–16.
7. Ганзей С.С. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и северо-востока КНР. Владивосток: Дальнаука, 2004. 231 с.
8. Ermoshin V.V., Ganzei S.S., Shiraiva T. Land use changes in the trans-boundary Amur River basin in the 20th century. Geography. Environment. Sustainability. 2013. No. 6 (2). P. 4–19.
9. Бакланов П.Я. Структурные особенности и потенциал развития приграничных и трансграничных районов: теоретические аспекты // Региональные исследования. 2018. № 3 (61). С. 19–24.
10. Николаев В.А. Ландшафтоведение. Семинарские и практические занятия. М.: Географический факультет МГУ, 2006. 208 с.
11. Базаров К.Ю., Егидарев Е.Г., Мишина Н.В. Применение данных дистанционного зондирования Земли для анализа современной структуры использования земель в бассейне озера Ханка // Геосистемы Северо-Восточной Азии: особенности их пространственно-временных структур, районирование территории и акватории. 2019. С. 197–203.
12. Малышева Н.В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений. М.: Изд-во МГУЛ, 2012. 154 с.
13. Владимиров И.Н., Софронов А.П., Сороковой А.А., Кобылкин Д.В., Фролов А.А. Структура растительного покрова западной части Верхнеангарской котловины // География и природные ресурсы. 2014. № 2. С. 44–53.
14. Bremer L.L., DeMaagd N., Wada C.A., Burnett K.M. Priority watershed management areas for groundwater recharge and drinking water protection: A case study from Hawai'i Island. Journal of Environmental Management. 2021. Vol. 286. P. 111622.
15. Erol A., Randhir T.O. Watershed ecosystem modeling of land-use impacts on water quality. Ecological Modelling. 2013. Vol. 2013. P. 54–63.
16. Сидоренко А.В., Сидоренко М.А. Исторические этапы заселения Приморского края русскими переселенцами // Инновационная наука. 2019. № 2. С. 54–55.
17. Разжигаева Н.Г., Ганзей Л.А., Гребенникова Т.А., Корнюшенко Т.В., Ганзей К.С., Кудрявцева Е.П., Гридасова И.В., Клюев Н.А., Прокопец С.Д. Соотношение природных и антропогенных факторов в развитии ландшафтов бассейна реки Раздольная, Приморье // Известия РАН. Серия географическая. 2020. Т. 84. № 2. С. 246–258.