

Часть 6.

Материалы Круглого стола:

«Пространственные структуры устойчивого трансграничного природопользования и модели «зеленого» развития в контексте формирующихся экономических коридоров и приоритетов сохранения биоразнообразия на юге Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая».

УДК 913:528.9(571.6+518+519)

DOI: 10.35735/9785605278788_432

СОВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА ЗЕМЕЛЬ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ГЕОСИСТЕМ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ, СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КИТАЯ И КНДР ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Базаров К.Ю., Музыченко Т.К., Мишина Н.В.,

ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. В работе представлены результаты создания карты использования земель 9 трансграничных геосистем ранга физико-географических провинций, расположенных на сопредельных территориях России, Китая и КНДР. Карта составлена на основе данных дистанционного зондирования и отражает распределение 14 категорий земель на 2022-2024 гг. Для геосистем в целом и их разделенных государственной границей частей рассчитаны площадные данные для каждой категории земель. На их основе рассчитана и проанализирована современная структура земель трансграничных геосистем.

Ключевые слова. *Трансграничная геосистема, юг Дальнего Востока России, Северо-Восточный Китай, использование земель, наземный покров, дистанционное зондирование.*

MODERN LAND USE AND LAND COVER STRUCTURE OF TRANSBOUNDARY GEOSYSTEMS (SOUTH OF THE RUSSIAN FAR EAST, NORTHEASTERN CHINA AND THE DPRK) BASED ON REMOTE SENSING DATA

Bazarov K.Yu., Muzychenko T.K., Mishina N.V.,

Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok

Annotation. The paper presents some results of creating the land use and land cover map of the 9 transboundary geosystems of physical-geographical provinces rank located in the near boundary territories of Russia, China and the DPRK. The map is based on remote sensing data and reflects the distribution of 14 land categories for 2022-2024. Area of each land category are calculated for geosystems as a whole and for their parts separated by the state border. Based on that data the current land structure of transboundary geosystems is calculated and analyzed.

Keywords. *Transboundary geosystem, South of the Russian Far East, Northeastern China, land us, land cover, remote sensing.*

Введение. На сопредельных территориях Дальнего Востока России, Северо-Востока Китая и КНДР, согласно обновленному в 2023 г. варианту схемы районирования, расположено 9 трансграничных геосистем ранга физико-географической провинции, подразделенных на 24 физико-географических округа [5]. Актуальность исследования современного использования земель и геоэкологического состояния разделенных границей частей геосистем обусловлена тем, что, имея значительное природное сходство, они расположены на территории разных государств, а, значит, прошли неодинаковый путь хозяйственного освоения и развития, имеют отличающиеся социально-экономические условия. Ранее неоднократно отмечалось, что основной сложностью изучения российско-китайских трансграничных геосистем является дисбаланс в информационной обеспеченности территорий двух стран, применение различных подходов к сбору и обработке данных, а также привязанность информации к

административным границам, которые редко совпадают с границами геосистем [1-3, и др.]. В таких условиях наиболее подходящей информационной основой для изучения трансграничных геосистем являются данные дистанционного зондирования (ДДЗ), поскольку они позволяют использовать для всей территории исследования унифицированную, сопоставимую информацию о наземном покрове (land cover) и его использовании (land use), или – в российской терминологии – об использовании земель (землепользовании, категориях земель).

Ранее данные дистанционного зондирования (ДЗ) использовались для изучения российско-китайских трансграничных геосистем как бассейнового типа – водосборов р. Амур [2, 7] и оз. Ханка [8], так и расположенных на приграничных территориях двух стран отдельных физико-географических провинций [1, 3-4]. Целью настоящего исследования является анализ современного (на 2022-2024 гг.) использования земель трансграничных геосистем на сопредельных территориях России, Китая и КНДР по данным ДЗ.

Материалы и методы. В основу создания геоинформационного слоя, отображающего распределение земель в пределах трансграничных геосистем в 2022-2024 гг., были положены материалы, полученные при составлении карты «Современное использование земель в бассейне р. Амур» масштаба 1:2500000, созданной в 2005-2006 гг. и отражавшей использование земель в бассейне на 2000 г. [2]. Из векторного тематического слоя с данными на 2000 г. была вырезана часть, соответствующая исследуемым территориям трансграничных геосистем. Далее в их пределах методами визуально-экспертного дешифрирования была проведена актуализация границ различных типов земель и повторная интерпретация данных. Легенда слоя 2000 г. была скорректирована и приведена в соответствие с легендой современного слоя. Для двух южных геосистем – Тумангано-Туманской и Приморско-Лаоелинской, территории которых расположены в водосборном бассейне Японского моря, данные 2000 г. отсутствуют, поэтому дешифрирование космических снимков для этих территорий проводилось без опоры на более ранние материалы.

Для создания геоинформационного слоя современного землепользования дешифрировались спектрально-зональные снимки среднего пространственного разрешения с космических аппаратов Landsat 8 и 9 за 2022-2024 гг. [9, 13]. В целях более точного дешифрирования снимков были привлечены дополнительные данные по лесному покрову [10, 12], границам водных объектов [11, 14], также использовалась цифровая модель рельефа SRTM [6]. Обработка данных дистанционного зондирования и картографирование наземного покрова геосистем производилось в рабочем масштабе 1:200 000 с помощью программных пакетов ArcMap 10.8 и ArcGIS Pro 3.0.1.

Результаты и обсуждение. Итоговый геоинформационный слой 2022-2024 г., полученный в результате дешифрирования космических снимков, отображает распределение 14 типов земель. На его основе для 9 трансграничных геосистем ранга физико-географических провинций была создана карта современного использования земель (наземного покрова) (рис. 1). По финальному варианту геоинформационного слоя для каждой трансграничной геосистемы были определены площадные характеристики всех категорий земель и рассчитана структура земель как в пределах каждой геосистемы в целом, так и для их разделенных государственной границей частей (табл. 1).

Анализ современной структуры земель в пределах трансграничных геосистем юга Дальнего Востока России, Северо-восточного Китая и КНДР с использованием данных ДЗ показал, что некоторые категории земель представлены лишь в нескольких геосистемах и совсем небольшими площадями (табл. 1). В первую очередь это касается таких типов земель, как: горная тундра (идентифицирована в корейской части Тумангано-Туманской трансграничной геосистемы и на российских участках Бикино-Вандашаньской и Сунгари-Среднеамурской геосистем); пустыри (российская часть Зейско-Буреинской геосистемы); объекты инфраструктуры (выделены в российских частях Сунгари-Среднеамурской, Зейско-Буреинской и Верхнеамурской геосистем, по обе стороны государственной границы в Малохинганской геосистеме и в геосистеме Приамурские плато). Таким образом, количество

типов наземного покрова, занимающего заметные площади в пределах трансграничных геосистем, фактически сокращается до 11, из которых наиболее значительными являются лесные земли, редколесья и кустарники, водно-болотные угодья, луга, сельскохозяйственные земли (рис. 1).

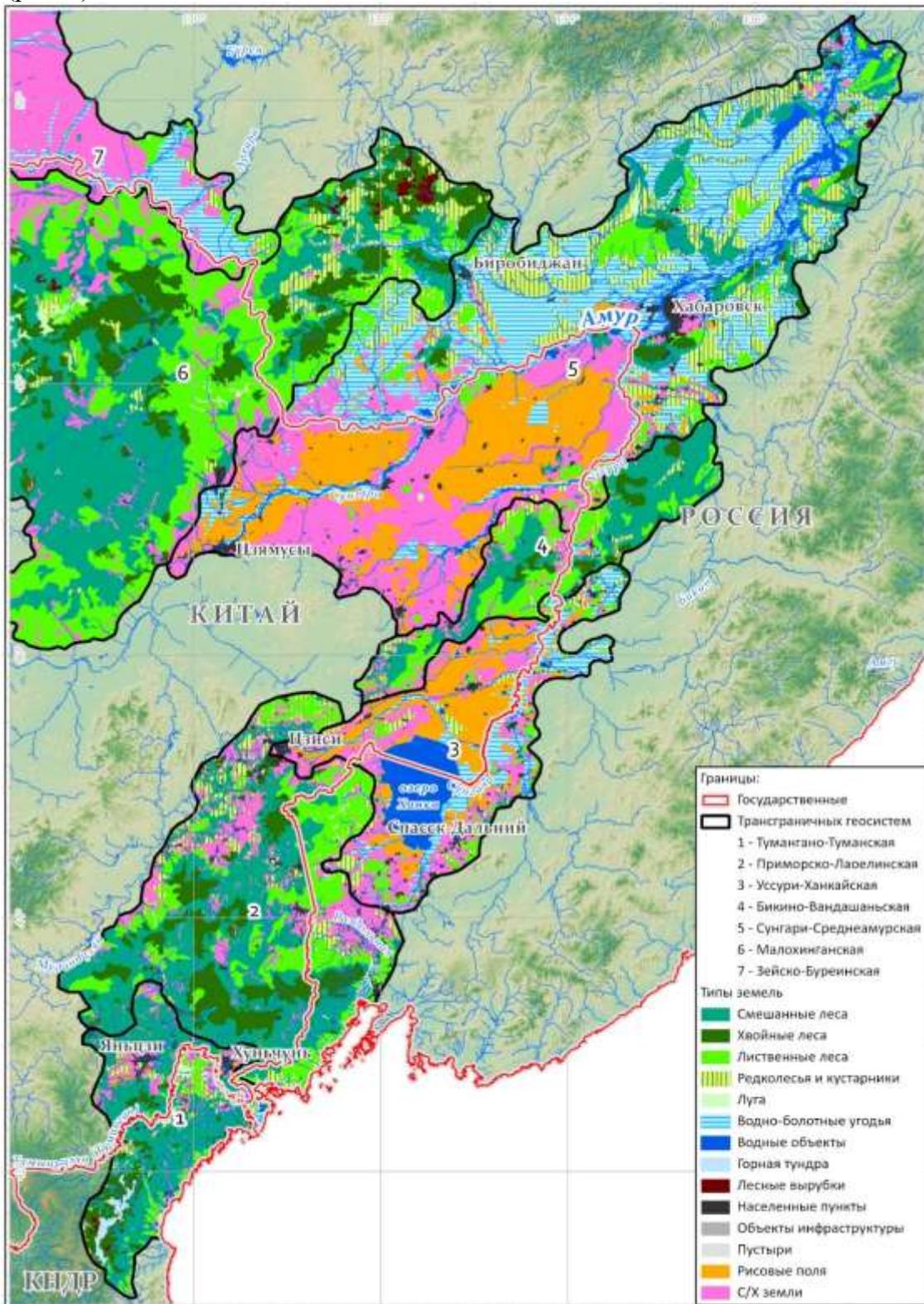


Рис. 1. Фрагмент карты использования земель (наземного покрова) южной части территории трансграничного взаимодействия России, Китая и КНДР в 2022-2024 гг.

Таблица 1

Площади категорий земель и структура наземного покрова трансграничных геосистем в 2024 г. по ДДЗ, тыс. км² / доля от общей площади геосистемы или ее части, %

Трансграничные геосистемы ранга физико-географических провинций	Категории земель														
	Хвойные леса	Смешанные леса	Лиственные леса	Горная тундра	Редколесья и кустарники	Луга	Водно-болотные угодья	Водные объекты	Суходольные с/х земли	Рисовые поля	Населенные пункты	Объекты инфраструктуры	Пустыри	Лесные вырубки	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Тумангано-Туманская, в т.ч.	4,6 11	19,8 48	3,2 8	1,1 3	2,6 6	1,1 3	0,4 1	0,4 2	4,9 12	0,9 2	1,9 5	-	-	0,2 0	41,1 100
китайская часть	0,7 4	8,7 56	0,6 4	-	0,7 4,6	0,1 0	0 0,3	0,1 1	2,9 19	0,6 4	1,2 8	-	-	-	15,6 100
российская часть	-	0,1 4	0,3 24	-	0,2 17	0,2 19	0,3 26	0,1 9	-	-	0 0,3	-	-	-	1,1 100
корейская часть	3,9 16,2	11,0 45	2,3 9	1,1 4	1,7 7	0,8 3	0,1 0	0,1 1	2,0 8	0,4 2	0,7 3	-	-	0,2 1	24,3 100
Приморско-Лаолинская, в т.ч.	14,7 14	38,8 38	21,8 21	-	7,3 7	1,2 1	0,3 0	0,1 0	14,6 14	0,6 1	3,0 3	-	-	-	102,6 100
китайская часть	12,7 17	33,9 45	11,0 15	-	4,6 6	0,1 0	0,1 0	0,1 0	10,6 14	0,4 1	2,0 3	-	-	0,1 0	75,5 100
российская часть	2,0 7	5,0 18	10,9 40	-	2,7 10	1,1 4	0,2 1	0,1 0	4,0 15	0,1 0	1,0 4	-	-	-	27,1 100
Уссури-Ханкайская, в т.ч.	0,1 0	0,9 1	4,9 7	-	3,9 6	0,3 0	12,0 18	9,9 15	15,3 23	16,1 24	2,5 4	-	-	-	65,8 100
китайская часть	0 0	0 0	0,9 3	-	1,6 6	0 0	2,8 10	3,0 11	6,4 23	12,4 44	1,0 4	-	-	-	28,1 100
российская часть	0,1 0	0,8 2	4,0 11	-	2,4 6	0,3 1	9,2 24	6,9 18	8,9 24	3,7 10	1,5 4	-	-	-	37,7 100
Бикино-Ванданшанская, в т.ч.	2,7 7	16,5 45	9,9 27	0 0	2,2 6	0 0	0,4 1	0,3 1	4,1 11	0,5 1	0,5 1	-	-	-	37,0 100
китайская часть	0,7 4	6,4 33	6,4 32	-	1,2 6	0 0	0,1 0	0,2 1	3,8 19	0,4 2	0,3 2	-	-	-	19,6 100

российская часть	$\frac{1,9}{11}$	$\frac{10,0}{58}$	$\frac{3,5}{20}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1,0}{5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,3}{2}$	$\frac{0,1}{1}$	$\frac{0,2}{1}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0,2}{1}$	-	-	-	$\frac{17,4}{100}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Сунгарь-Среднеамурская, в т.ч.	$\frac{3,3}{1}$	$\frac{16,9}{7}$	$\frac{14,3}{6}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{35,3}{15}$	$\frac{0,4}{0}$	$\frac{65,5}{27}$	$\frac{12,2}{5}$	$\frac{47,0}{19}$	$\frac{41,9}{17}$	$\frac{5,2}{2}$	$\frac{0,2}{0}$	-	$\frac{0,2}{0}$	$\frac{242,5}{100}$
китайская часть	$\frac{0,2}{0}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{1,8}{2}$	-	$\frac{0,4}{0}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{8,2}{9}$	$\frac{3,7}{4}$	$\frac{38,9}{41}$	$\frac{39,7}{41}$	$\frac{2,1}{2}$	-	-	-	$\frac{95,7}{100}$
российская часть	$\frac{3,1}{2}$	$\frac{16,3}{11}$	$\frac{12,5}{9}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{35,0}{24}$	$\frac{0,3}{0}$	$\frac{57,3}{39}$	$\frac{8,5}{6}$	$\frac{10,3}{8}$	-	$\frac{3,1}{2}$	$\frac{0,2}{0}$	-	$\frac{0,2}{0}$	$\frac{146,8}{100}$
Малохинганская, в т.ч.	$\frac{33,4}{13}$	$\frac{81,6}{31}$	$\frac{95,0}{36}$	-	$\frac{14,1}{5}$	$\frac{6,8}{3}$	$\frac{1,7}{1}$	$\frac{1,2}{0}$	$\frac{30,3}{11}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,6}{0}$	$\frac{0,1}{0}$	-	$\frac{1,5}{1}$	$\frac{266,2}{100}$
китайская часть	$\frac{20,5}{9}$	$\frac{69,9}{32}$	$\frac{83,9}{39}$	-	$\frac{5,4}{2}$	$\frac{6,7}{3}$	$\frac{0,2}{0}$	$\frac{0,8}{0}$	$\frac{29,6}{14}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,6}{0}$	$\frac{0,1}{0}$	-	$\frac{0,2}{0}$	$\frac{217,9}{100}$
российская часть	$\frac{13,0}{27}$	$\frac{11,7}{24}$	$\frac{11,1}{23}$	-	$\frac{8,7}{13}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1,5}{3}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	-	-	$\frac{0,1}{0}$	-	$\frac{1,3}{3}$	$\frac{48,3}{100}$
Зейско-Бурейнская, в т.ч.	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{4,0}{6}$	-	$\frac{1,3}{2}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{17,1}{26}$	$\frac{2,5}{4}$	$\frac{39,5}{60}$	-	$\frac{0,3}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	-	$\frac{65,2}{100}$
китайская часть	-	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,8}{13}$	-	-	-	$\frac{0,5}{8}$	$\frac{0,7}{12}$	$\frac{4}{65}$	-	$\frac{0,1}{1}$	-	-	-	$\frac{6,1}{100}$
российская часть	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{3,2}{5}$	-	$\frac{1,3}{2}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{16,5}{28}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{35,3}{60}$	-	$\frac{6,2}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	-	$\frac{59,1}{100}$
Приамурские плато, в т.ч.	$\frac{25,4}{17}$	$\frac{47,0}{31}$	$\frac{35,0}{23}$	-	$\frac{22,4}{15}$	$\frac{0,3}{0}$	$\frac{12,1}{8}$	$\frac{1,3}{1}$	$\frac{7,4}{5}$	-	$\frac{0,2}{0}$	$\frac{0,3}{0}$	-	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{152}{100}$
китайская часть	$\frac{3,1}{11}$	$\frac{16,1}{59}$	$\frac{3,8}{14}$	-	$\frac{1,5}{5}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{1,0}{4}$	$\frac{0,5}{2}$	$\frac{1,0}{4}$	-	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0}{0}$	-	$\frac{0}{0}$	$\frac{27,2}{100}$
российская часть	$\frac{22,4}{18}$	$\frac{30,9}{25}$	$\frac{31,3}{25}$	-	$\frac{20,9}{17}$	$\frac{0,2}{0}$	$\frac{11,1}{9}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{6,3}{5}$	-	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0,3}{0}$	-	$\frac{0,5}{0}$	$\frac{124,9}{100}$
Верхнеамурская, в т.ч.	$\frac{4,7}{8}$	$\frac{20,6}{34}$	$\frac{24,3}{40}$	-	$\frac{7,7}{13}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{2,7}{4}$	$\frac{0,4}{1}$	-	-	-	$\frac{0}{0}$	-	$\frac{0}{0}$	$\frac{61,3}{100}$
китайская часть	$\frac{2,3}{10}$	$\frac{10,4}{44}$	$\frac{8,4}{35}$	-	$\frac{1,7}{7}$	$\frac{0,1}{1}$	$\frac{0,6}{2}$	$\frac{0,2}{1}$	-	-	-	-	-	-	$\frac{23,9}{100}$
российская часть	$\frac{2,3}{6}$	$\frac{10,4}{27}$	$\frac{15,8}{42}$	-	$\frac{6,0}{16}$	$\frac{0,7}{2}$	$\frac{2,1}{6}$	$\frac{0,2}{0}$	-	-	-	$\frac{0}{0}$	-	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{37,4}{100}$

Примечание: «-» - категория земель в границах геосистемы отсутствует, «0» - значение площади менее 0,1 тыс км² или доля менее 1%

Для всех горных трансграничных геосистем доминирующим типом угодий являются лесные земли, однако состав покрывающих их лесов значительно варьирует. Сильно обобщая, можно констатировать, что в большинстве горных трансграничных геосистем на китайской территории наибольшие доли в структуре покрытых лесом земель приходится на смешанные леса, в меньшей степени эта закономерность проявляется в Малохинганской и Бикино-Вандашаньской геосистемах (доли смешанных и лиственных лесов здесь имеют близкие значения). В российских частях горных трансграничных геосистем в покрытых лесами землях либо преобладают лиственные леса, либо их площади, а соответственно и доля в структуре, имеют близкие значения со смешанными лесами (исключением является Бикино-Вандашаньская геосистема, где на российской территории однозначно преобладают смешанные леса). Для российских же территорий необходимо отметить значительные площади редколесий и кустарников, доля которых в структуре земель составляет 10-17 % (исключением также является Бикино-Вандашаньская трансграничная геосистема, где данный вид земель занимает лишь 5 % площади). Причины таких различий в составе лесов могут быть обусловлены несколькими причинами, наиболее вероятными из которых представляются: исходный породный состав лесов, изменение породного состава лесов вследствие истории хозяйственного освоения территорий и масштабной лесозаготовительной деятельности (смена смешанных лесов лиственными), последствия лесных пожаров (смена породного состава лесов, зарастание гарей редколесьями и кустарниками), наличие редколесий как исходного типа растительного покрова (например, лиственничные мари).

Отличительной чертой китайских частей горных трансграничных геосистем является высокая доля обрабатываемых земель (14-23 %), которые включают в себя не только суходольные сельскохозяйственные земли, но и рисовые поля. Исключением является лишь Верхнеамурская геосистема, где сельскохозяйственные земли не были идентифицированы, а также китайская часть геосистемы Приамурские плато, в которой доля обрабатываемых земель составляет лишь 4 % площади. На российской территории только в пределах Приморско-Лаоелинской горной геосистемы сельскохозяйственные земли занимают значительные площади и имеют весомую долю - 15 % - в структуре земель.

Среди рассматриваемых трансграничных геосистем только 3 являются равнинными. Их территории активно используются в сельскохозяйственном производстве, вследствие чего доля обрабатываемых земель во всех трех геосистемах высока – в Уссури-Ханкайской геосистеме на суходольные и рисовые поля в сумме приходится 48 %, в Сунгари-Среднеамурской – 37 %, в Зейско-Буреинской – 60 %. Однако в данном случае очень значительна разница в степени сельскохозяйственного освоения частей трансграничных геосистем, расположенных по разные стороны государственной границы. В Уссури-Ханкайской геосистеме доля обрабатываемых земель на китайской территории составляет 67 %, а на российской – в 2 раза меньше (34 %), при этом в китайской части геосистемы рисовые поля занимают в 2 раза больше площади, чем суходольные, а в российской наоборот – рисом заняты площади в 2 раза меньше, чем суходольные поля. В Сунгари-Среднеамурской трансграничной геосистеме различия между территориями двух стран еще более драматичные. В китайской части геосистемы обрабатываемые земли занимают 82 % общей площади, тогда как в российской – лишь 8 %. Зейско-Буреинская геосистема, расположенная практически полностью на российской территории, представляет собой наиболее освоенный сельскохозяйственным производством район, но доля обрабатываемых земель здесь (60 %) все-таки остается ниже показателя китайской части Уссури-Ханкайской геосистемы (67 %). Необходимо отметить, что в структуре российских частей равнинных трансграничных геосистем сохраняются достаточно высокие доли водно-болотных угодий, лесных земель, редколесий и кустарников, что можно интерпретировать в общем виде как сохранение экологических функций этих территорий. Однако при этом дешифрирование комических снимков не показало наличие значительных территорий, занятых лугами, которые можно было бы рассматривать как запас земель для расширения обрабатываемых угодий.

Выводы.

В исследовании современного состояния использования земель (наземного покрова) трансграничных геосистем, части которых расположены на территориях сопредельных государств, ключевое значение имеют данные ДЗ. Для анализа современной структуры земель трансграничных геосистем юга Дальнего Востока России, Северо-восточного Китая и КНДР на основе ДДЗ был составлен геоинформационный слой, отражающий распределение в их пределах 14 категорий земель в 2022-2024 г.

Анализ структуры земель 2024 г. показал, что основные различия в наземном покрове трансграничных геосистем выражаются в соотношении площадей нескольких наиболее распространенных категорий земель – лесных (покрытых лесом) земель, редколесий и кустарников, водно-болотных угодий, сельскохозяйственных земель. Эти соотношения в первую очередь определяются физико-географическими условиями геосистемы, в частности, характером рельефа. Во всех горных трансграничных геосистемах доминируют земли, покрытые лесом, а земельная структура равнинных геосистем определяется соотношением аграрно-освоенных и неиспользуемых в сельском хозяйстве земель.

Более полное представление о динамике наземного покрова трансграничных геосистем сопредельных территорий Дальнего Востока России, Северо-Востока Китая и КНДР будет получено на основе сравнительного анализа данных тематического векторного слоя землепользования на 2000 г. и современных материалов, полученных авторами.

Благодарность. Работа выполнена в рамках гранта Министерства высшего образования и науки РФ № 075-15-2023-584 «Пространственные структуры устойчивого трансграничного природопользования и модели «зеленого» развития в контексте формирующихся экономических коридоров и приоритетов сохранения биоразнообразия на юге Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая».

Литература

1. Ганзей С. С. Международные трансграничные территории как объект геоэкологических исследований (на примере юга Дальнего Востока России и Северо-востока Китая): специальность 25.00.36 "Геоэкология (по отраслям)": автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических. Хабаровск, 2005. 40 с.
2. Ганзей С. С., Ермошин В. В., Мишина Н. В., Ширайва Т. Современное использование земель в бассейне Амура // География и природные ресурсы. 2007. № 2. С. 17-26.
3. Ганзей С.С., Мишина Н.В. Землепользование в трансграничных геосистемах юга РДВ и Северо-Востока Китая (в пределах бассейна Амура) // Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX-XXI веков: в 3 томах / колл. авторов; под общ.ред. академика П.Я. Бакланова. Т. 2. Природные ресурсы и региональное природопользование / отв. ред. П.Я. Бакланов, В.П. Каракина. Владивосток: Дальнаука, 2010. С. 444-459.
4. Мишина Н. В. Географический анализ трансграничных геосистем (на примере Бикино-Вандашаньской физико-географической провинции): специальность 25.00.36 "Геоэкология (по отраслям)": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. Владивосток, 2005. 23 с.
5. Мишина Н. В., Музыченко Т. К. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и сопредельных территорий Китая и КНДР // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры: Сборник научных статей. Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2024. С. 441-446. DOI 10.35735/9785604968338_441.
6. Описание и получение данных SRTM. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://gis-lab.info/qa/srtm.html> (дата обращения: 10.12.2024)

7. Сун Кайшань, Ван Цзунмин, Лю Цинфэн, Лю Дяньвэй, Ермошин В.В., Ганзей С.С., Бай Чжан, Жень Чуньин, Цзэн Лихун, Ду Цзя. Классификация типов земной поверхности бассейна реки Амур по данным временных серий MODIS // География и природные ресурсы. 2011. № 1. С. 13-20.
8. Bazarov K. Yu., Egidarev E. G., Mishina N. V. Land use analysis of Lake Khanka basin using remote sensing data // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: P. 012007. DOI 10.1088/1755-1315/895/1/012007.
9. EarthExplorer. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 10.12.2024).
10. Global Forest Change 2000-2018 Data Download. Электронный ресурс. Режим доступа: https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.6.html (дата обращения - 15.10.2024)
11. Global Surface Water – Data Access. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://global-surface-water.appspot.com/download> (дата обращения: 10.12.2024)
12. Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change // Science. 2013. Vol. 342, Issue 6160. pp. 850-853. DOI: 10.1126/science.1244693
13. Landsat 8. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/> (дата обращения: 10.12.2024)
14. Pekel J.-F., Cottam A., Gorelick N., Belward A.S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. // Nature. 2016. Issue 540. P. 418-422.