



**Коррекция занятых различными типами землепользования площадей,
получаемых на основе картографических продуктов по данным ДЗЗ низкого
пространственного разрешения**

Кашницкий А.В., Лупян Е.А., Кобец Д.А.
Институт космических исследований РАН

Двадцать третья международная конференция
"Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса"
10 – 14 ноября 2025 г.

Введение

Регулярная и точная информация о типах землепользования территории и их ежегодных изменениях является важной для решения широкого круга задач, включая оценку экологической ситуации, планирование использования, контроль за охраной окружающей среды и мониторинг процессов, связанных с деградацией и восстановлением земель. Среди многочисленных применений таких данных — учёт выбросов и поглощений парниковых газов и формирование отчетности согласно рекомендациям Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, 2006) и иной нормативной документации.

Доклад посвящен анализу карт типов землепользования на территории России, созданных в ИКИ РАН и их сопоставлению с другими общедоступными научному сообществу картами.

Документы, являющиеся основанием для формирования климатической отчетности

- Парижское соглашение, принятное 12 декабря 2015 г. 21-й сессией Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата;
- Решение Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата 1/CP.21 о принятии Парижского соглашения, документ FCCC/CP/2015/10/Add.1 от 29 января 2016 г.;
- Специальный доклад МГЭИК об изменении климата, опустынивании, деградации земель, устойчивом управлении землями, продовольственной безопасности и потоках парниковых газов в наземных экосистемах, 2019;
- Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации, 2017;
- Шестой оценочный доклад (ОД6) МГЭИК: Изменение климата, 2022;
- Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, 2014;
- Климатическая доктрина Российской Федерации, утвержденная распоряжением Президента Российской Федерации от 17 декабря 2009 г. № 861рп;
- Руководящие принципы для подготовки национальных сообщений Сторон, включенных в приложение I к Конвенции, часть I: руководящие принципы РКИК ООН для представления информации о годовых кадастрах парниковых газов (документ FCCC/CP/2013/10/Add.3 от 31.01.2014);
- Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г. в 5-ти томах. Том 4. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования;
- IPCC (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Edited by Eduardo Calvo Buendia, Kyoto Tanabe, Andrej Kranjc, Baasansuren Jamsranjav, Maya Fukuda, Sekai Ngarize, Akira Osako, Yurii Pyrozhenko, Pavel Shermanau and Sandro Federici. Published: IPCC, Switzerland. Available at <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>;
- Указ Президента РФ от 02.07.2021 N 400 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации";
- Концепция формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в Российской Федерации (утверждена в 2015 г., актуализирована в 2018 г.);
- Федеральный закон "Об ограничении выбросов парниковых газов" от 02.07.2021 N 296-ФЗ;
- Федеральный закон "О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации" от 06.03.2022 N 34-ФЗ;
- Пакет нормативно-методических документов по количественному определению выбросов и поглощений парниковых газов (2015; 2017, 2022), разработанный Минприроды России в рамках плана мероприятий по исполнению Указа Президента «О сокращении выбросов парниковых газов», который включает:
 - Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации (распоряжение Минприроды России от 16 апреля 2015 г. № 15-р);
 - Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.05.2022 № 371 "Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов";
 - Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов (распоряжение Минприроды России от 30 июня 2017 г. № 20-р);
 - Методические указания по количественному определению объема косвенных энергетических выбросов парниковых газов (приказ Минприроды России от 29 июня 2017 г. № 330).

Выдержки из отчета о выбросах парниковых газов в секторе «ЗИЗЛХ»



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**ВОСЬМОЕ
НАЦИОНАЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции
Организации Объединенных Наций об изменении климата
и статьей 7 Кютского протокола

Москва, 2022

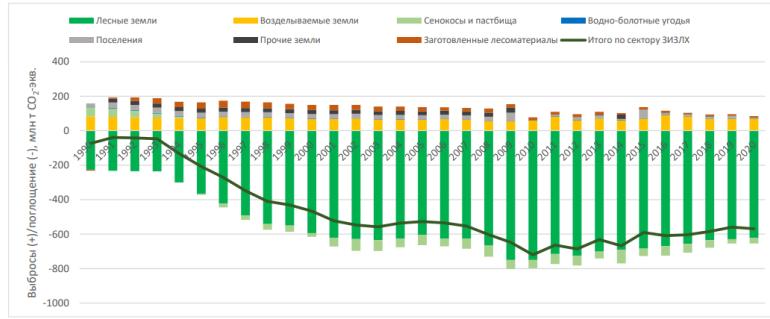


Рисунок III.10 – Выбросы (+) и поглощение (–) парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» в 1990–2020 гг.

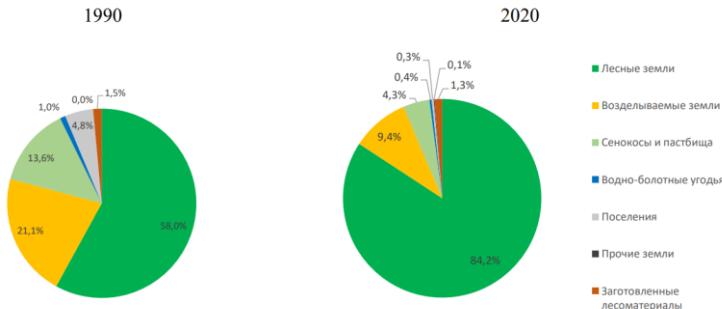


Рисунок III.11 – Вклад различных категорий землепользования в баланс парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

Выбросы парниковых газов (+) и поглощение (–) диоксида углерода
в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»
в 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 и 2015, 2018–2020 гг.¹³

Категория источников	Газ	Выбросы (+) / поглощение (–) тыс. т CO ₂ -экв год ⁻¹									
		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020	
Лесные земли	CO ₂	-248406	-384688	-616618	-631363	-777109	-711404	-674057	-660481	-648870	
	CH ₄	12542	10622	12439	15113	15775	15750	22617	17889	15294	
	N ₂ O	9757	8474	9559	11227	11526	11623	16078	12989	11320	
Возделываемые земли	CO ₂	76953	66678	62991	59491	54401	66338	65932	65765	65970	
	CH ₄	5486	5007	4286	3783	3683	3652	3668	3658	3643	
	N ₂ O	50077	-9296	-24201	-61500	-48950	-45456	-48756	-30241	-35427	
Сенокосы и пастбища	CO ₂	2797	2481	2590	2195	2189	2136	3399	3372	2730	
	CH ₄	190	64	400	188	280	238	1611	1577	889	
	N ₂ O	190	64	400	188	280	238	1611	1577	889	
Водно-болотные угодья	CO ₂	3409	3333	2817	2451	2373	2379	2267	2269	2086	
	CH ₄	261	256	217	186	185	387	462	463	477	
	N ₂ O	45	48	43	40	41	42	41	41	36	
Поселения	CO ₂	18371	26820	23986	21200	-1470	46140	8866	12482	2205	
	N ₂ O	517	2690	2591	2484	121	2546	501	618	254	
	CO ₂	0	20460	20460	20460	269	12	1832	77	0	
Прочие земли	N ₂ O	0	2382	2382	2382	16	1662	1869	1733	864	
	Zаготовленные лесоматериалы	CO ₂	-5687	36745	29956	24526	16254	13484	9065	8645	9242
	N ₂ O	116	1141	1119	1095	27	484	98	139	50	
Всего	CO ₂ экв.	-73570	-206783	-464984	-526041	-720391	-589986	-584506	-559004	-569237	

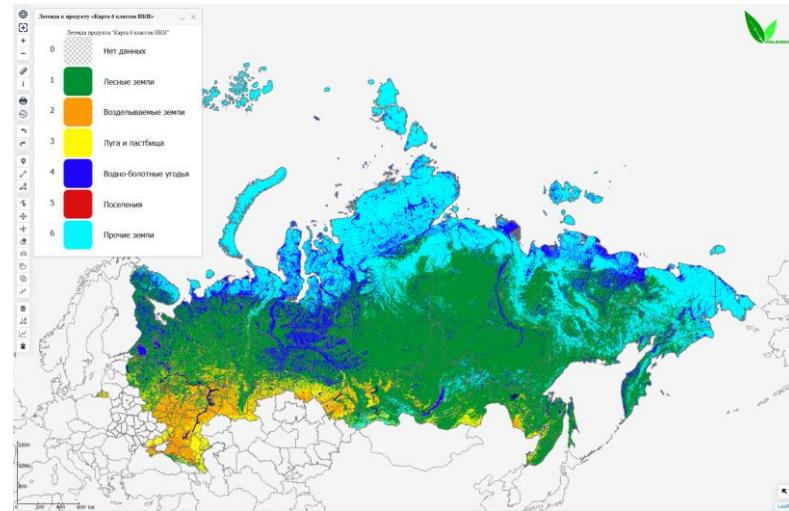
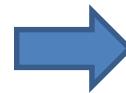
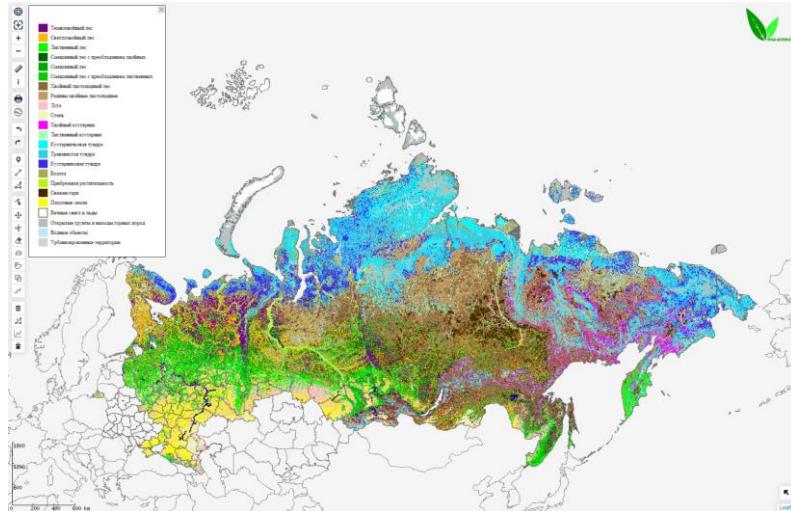
Классы землепользования

Основные классы землепользования, определенные в соответствии с методическими рекомендациями Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, 2006) для разработки кадастров парниковых газов в секторе землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства. Выбор этих категорий обусловлен их значительным влиянием на углеродный баланс и необходимостью точного учета изменений в их площадях для оценки выбросов и поглощений парниковых газов.

- 1) **лесные земли** — все территории с древесной растительностью, соответствующие пороговым критериям определения лесной площади в национальном кадастре парниковых газов;
- 2) **возделываемые земли** — все сельскохозяйственные угодья и обрабатываемые земли, включая системы агролесомелиорации, где показатели растительности ниже пороговых критериев для лесных площадей;
- 3) **пастбища** — земли, пригодные для выпаса скота, не считающиеся возделываемыми землями, включая системы с растительностью, не превышающей порогового критерия для лесных площадей;
- 4) **водно-болотные угодья** — земли, покрытые или насыщенные водой в течение года (водохранилища, естественные реки, озёра и др.) или его части (торфяники и др.), не относящиеся к лесам, пахотным землям, пастбищам или поселениям;
- 5) **поселения** — все обустроенные земли, включая транспортную инфраструктуру и поселения, не включенные в другие категории;
- 6) **прочие земли** — лишенная растительности почва, скальный грунт, лед и все неуправляемые земли, не относящиеся к другим пяти категориям.



Переклассификация карт наземного покрова ИКИ РАН



Категории земель МГЭИК	Карты ИКИ РАН
Лесные земли	Все подклассы класса «леса»
Пахотные земли	Подкласс «пахотные земли» класса «другие типы растительного покрова»
Луговые угодья (сенокосы и пастбища)	Подклассы «луга» и «степи» класса «травяно-кустарниковая растительность»
Водно-болотные угодья	- Все подклассы класса «водно-болотные комплексы» - Подкласс «водные объекты» класса «не покрыты растительностью земли»
Поселения	Подкласс «урбанизированные территории» класса «не покрыты растительностью земли»
Прочие земли	- Подклассы «хвойные вечнозеленые кустарники» и «лиственные кустарники» класса «травяно-кустарниковая растительность» - Все подклассы класса «тундра» - Подкласс «свежие гари» класса «другие типы растительного покрова» - Подклассы «вечные снега и льды» и «открытые грунты и выходы горных пород» класса «не покрыты растительностью земли»

Получение информации на основе карт ИКИ РАН

Матрица площадей ежегодных преобразований категорий землепользования

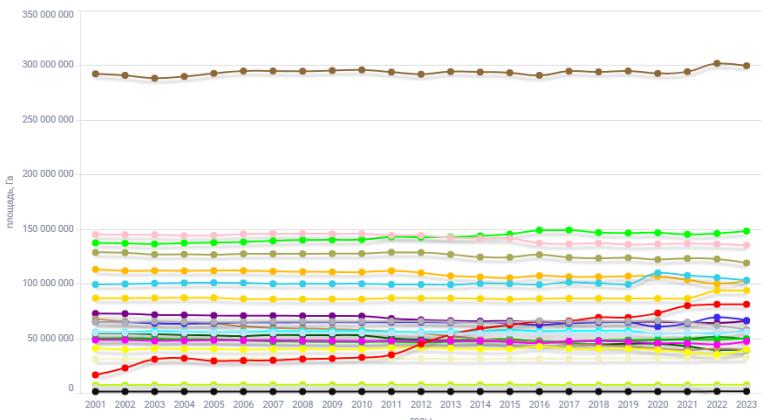
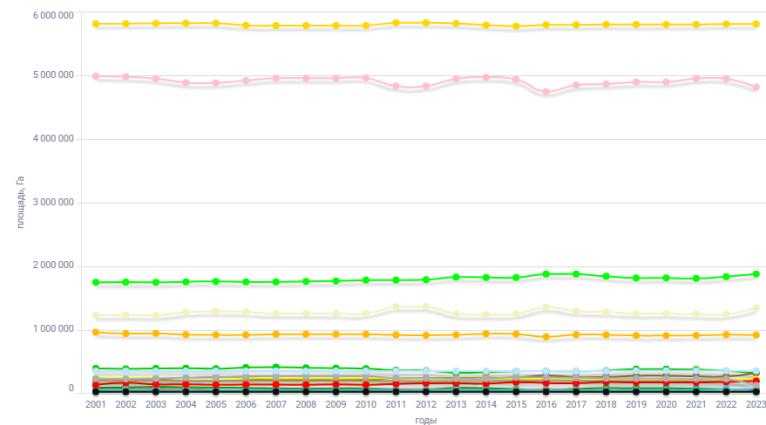
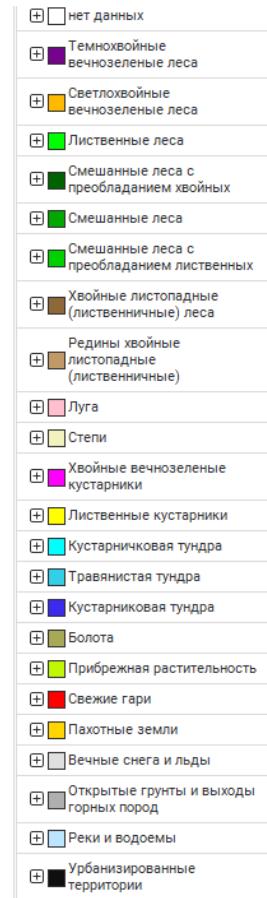
Субъект РФ: Алтайский край Регион: Все районы Сезон: 2020-2021

Наименование субъекта РФ	Было на 31.12.2020	Лесные земли	Лесные земли с кустарниками	Пахотные земли	Луговые угодья (сенохоз и пастбища)	Водно - болотные угодья	Поселения	Тундры	Прочие земли	Стало на 31.12.2021	Итого земель, га
Лесные земли	3784500	-	480	15607	105422	418	919	1838	669	3769330	125353
Лесные земли с кустарниками	213577	1194	-	8809	1695	5	221	498	15	204341	12437
Пахотные земли	5896433	16298	1173	-	89434	1821	519	0	2227	6113782	111472
Луговые угодья (сенохоз и пастбища)	5840309	89929	1087	289752	-	750	9570	4726	5298	5651885	401112
Водно-болотные угодья	550533	1032	0	3486	1608	-	345	0	65	547429	6536
Поселения	239782	761	384	411	10193	392	-	3	918	238918	13062
Тундры	56649	399	67	0	684	5	1	-	149	63555	1305
Прочие земли	215730	570	10	10756	3652	41	623	1146	-	208273	16798
Итого земель, га	16797513	110183	3201	328821	212688	3432	12198	8211	9341	16797513	688075

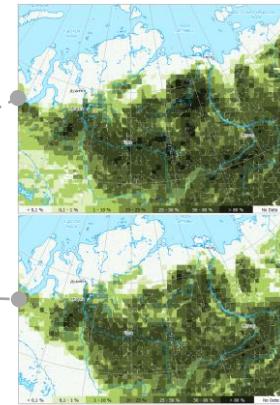
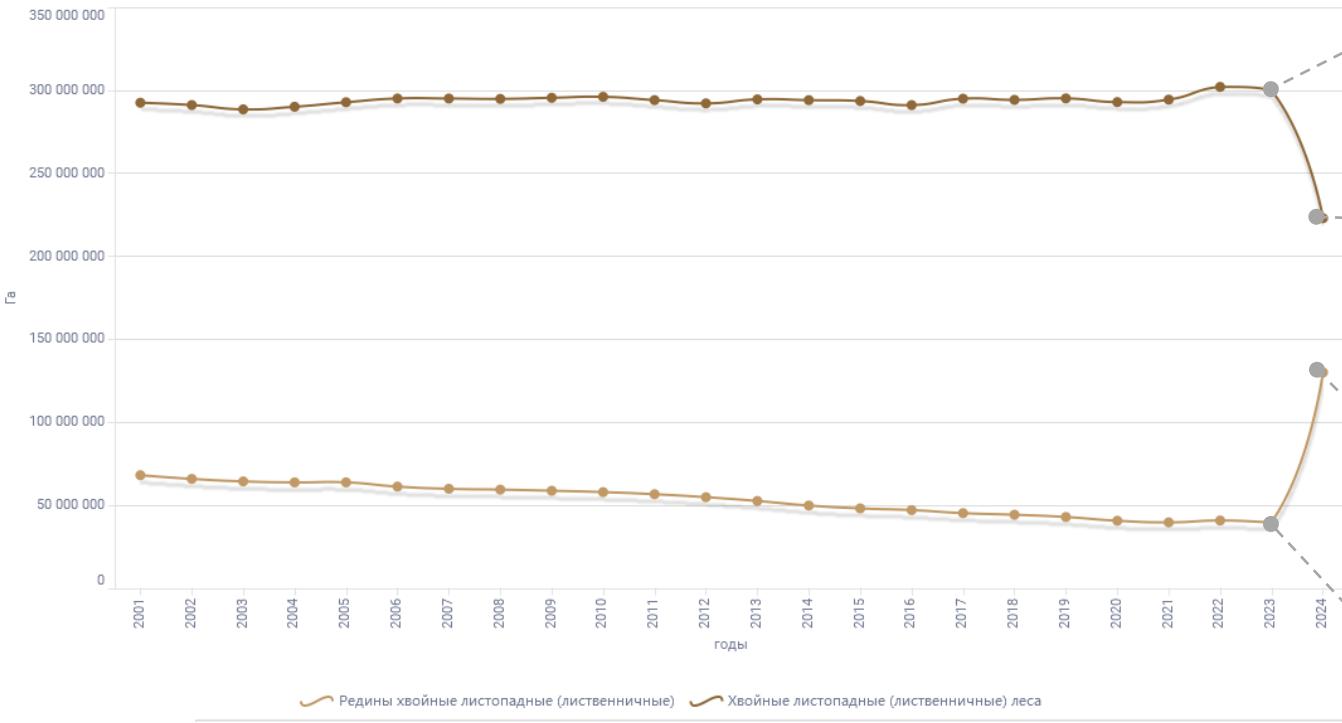
Матрица площадей ежегодных преобразований категорий землепользования

Субъект РФ: Все субъекты Регион: Все районы Сезон: 2020-2021

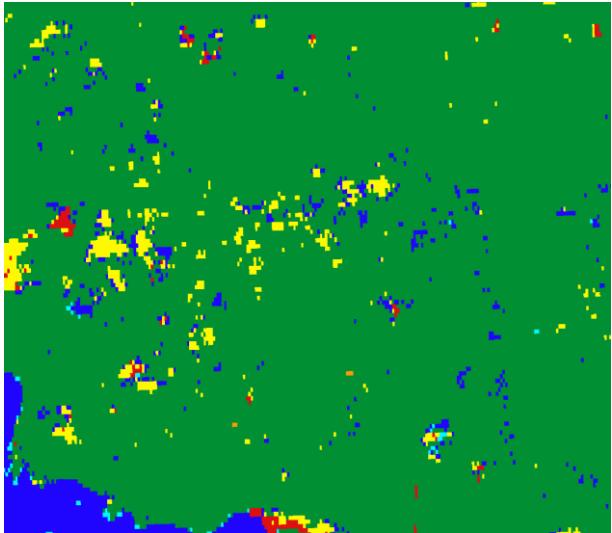
Наименование субъекта РФ	Было на 31.12.2020	Лесные земли	Лесные земли с кустарниками	Пахотные земли	Луговые угодья (сенохоз и пастбища)	Водно - болотные угодья	Поселения	Тундры	Прочие земли	Стало на 31.12.2021	Итого земель, га
Лесные земли	868611149	-	4673097	353691	6977780	3103478	109129	1498209	534213	869740619	17249597
Лесные земли с кустарниками	87042211	5018630	-	24471	782566	2240222	12773	3379685	252306	86007015	11710653
Пахотные земли	89951953	518047	27419	-	3226626	150712	47849	997	256798	92374012	4228448
Луговые угодья (сенохоз и пастбища)	161829654	7925596	1362699	5783392	-	1617437	448377	660517	188321	156521092	17986339
Водно-болотные угодья	188076469	3342225	2579393	87231	933343	-	27701	6782937	231322	185324320	13984152
Поселения	9842343	67795	10086	34024	285555	21503	-	2012	28827	10066204	449802
Тундры	220075477	794941	1862007	100	193301	3787261	846	-	1121695	225899196	7760151
Прочие земли	71163125	711833	160756	367598	278606	311390	26988	1259513	-	70650923	3116690
Итого земель, га	16965952381	18379067	10675457	6650507	12677777	11232003	673663	13583870	2613488	1696592381	76485832



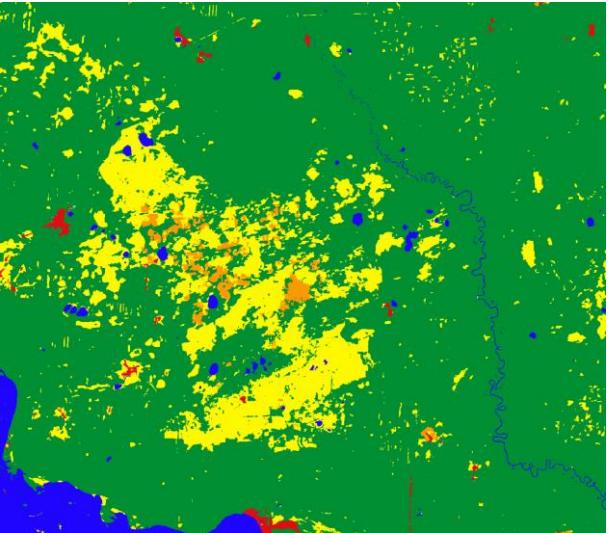
Артефакты и вопросы к точности используемых карт (ошибки классификации)



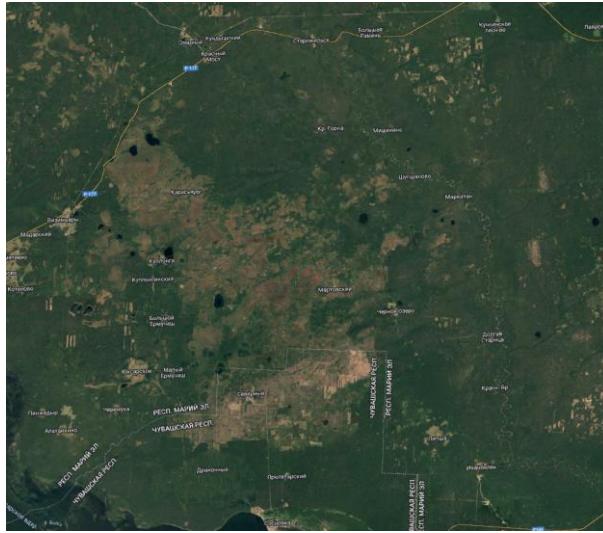
Артефакты и вопросы к точности используемых карт (ошибки классификации)



Карта
ИКИ

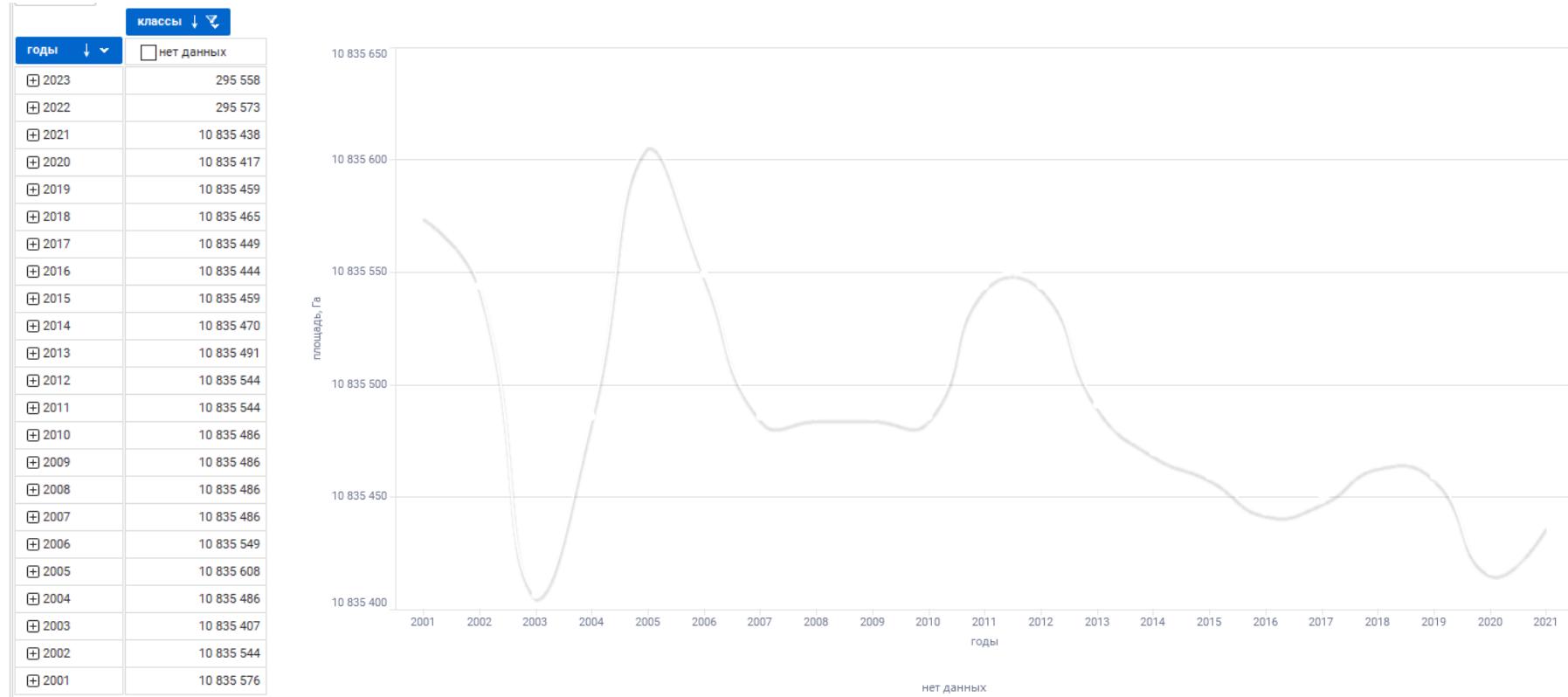


Карта
ESRI Land Use / Land Cover
(IO observation)



Подложка в естественных
цветах

Артефакты и вопросы к точности используемых карт (отсутствие данных)



Идея настоящего исследования

- Получить на основе общедоступных научному сообществу данных более детализированные карты типов землепользования для всех регионов страны в указанных шести классах.
- Оценить масштабы ошибок и неопределенности в определении площадей типов землепользования, получаемых по картам типов наземного покрова ИКИ РАН.
- Разработать скорректированные, более точные оценки площадей типов землепользования для каждого региона, а также схему их перерасчёта на основе исходных карт типов наземного покрова ИКИ РАН.

Обзор и использование доступных картографических продуктов

ESA WorldCover

European Space Agency, 2021

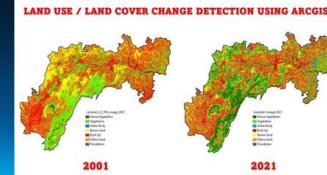


- Земной покров планеты, данные за 2020, 2021 годы
- Используются снимки Sentinel-1 (радарные) и Sentinel-2 (оптические), пространственное разрешение: 10 м
- 11 классов растительного покрова
- Метод: Gradient Boosting Decision Tree (CatBoost)

ESRI Land Use Land Cover

Impact Observatory, Microsoft, Esri, 2021

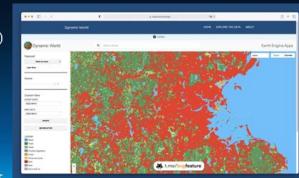
- Ежегодно обновляемый глобальный растительный покров
- Коммерческий продукт, доступный бесплатно через ArcGIS Living Atlas (полная интеграция с платформой ArcGIS)
- 9 классов растительного покрова
- Модель свёрточных нейронных сетей для глубокого обучения классификации



Dynamic World

World Resources Institute, Google, 2020

- Данные о растительном покрове планеты в режиме реального времени (начиная с 2015 года)
- Бесплатное пользование с помощью облачной платформы Earth Engine
- 9 классов растительного покрова
- Временной ансамбль модели CNN с глубоким обучением
- Предоставляет вероятности классов, показывает неопределенность

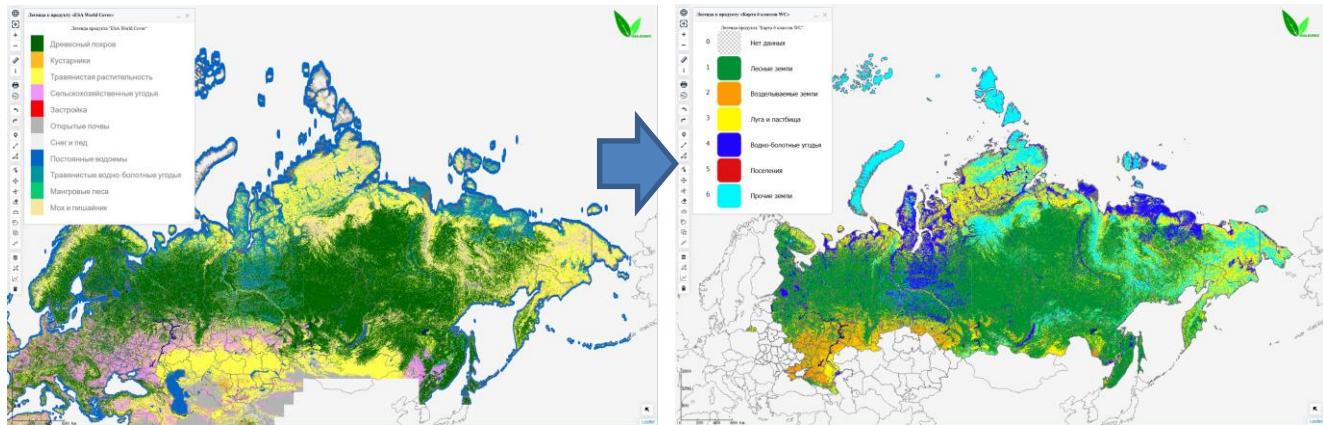


Название	Год издания	Система ДЗЗ	ПР, м	Территория	Временной период	Обновл. (период.)	Кол-во классов	Модель	Точность, %
FROM-GLC10	2017	Sentinel-2	10	Глобальная	2015	-	10	Stable Classification with Limited Global Sample	73
Dynamic World	2020	Sentinel-2	10	Глобальная	2015-2025	2-5 дней	9	Fully Convolutional Neural Network	74
ESRI LULC	2021	Sentinel-2	10	Глобальная	2017-2024	ежегодно	9	U-Net CNN	75
ESA WorldCover	2021	Sentinel-1,2	10	Глобальная	2020	-	11	CatBoost	77

Подготовка доступных картографических продуктов

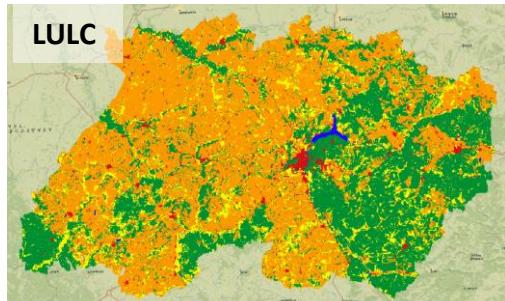
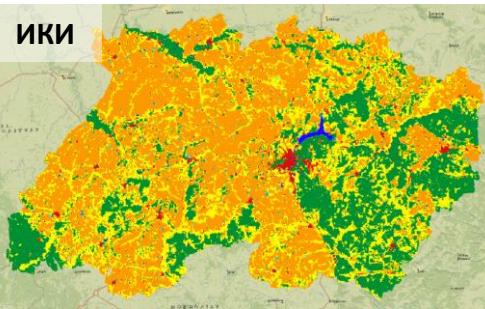
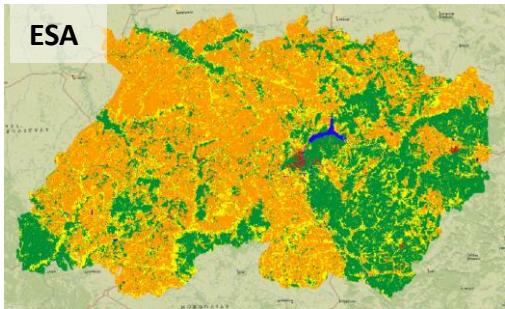
Приведение исходных классов к шести исследуемым

Категории земель МГЭИК	Карты ESA WorldCover
Лесные земли	Tree cover
Пахотные земли	Cropland
Луговые угодья (сенохозяйства и пастбища)	Grassland
Водно-болотные угодья	- Permanent water bodies - Herbaceous wetland
Поселения	Built-up
Прочие земли	- Shrubland - Bare / sparse vegetation - Snow and Ice - Moss and lichen

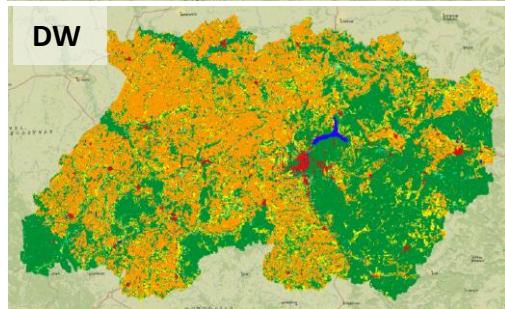


Была проведена работа по оценке сопоставимости карт друг с другом и с картами типов наземного покрова ИКИ РАН. Все материалы были предварительно для каждого региона приведены к одной шести классовой легенде, преобразованы в одну проекцию и размеры. Были составлены карты для 2020-2021 годов, где в оценке сходятся все три источника и где сходятся хотя бы источники. Также была составлена эталонная карта для 2020-2021 годов, где сходятся два источника, а в остальных местах расхождений впечатана карта ESA WorldCover, как предположительно наиболее точная (Venter et al., 2022; Xu et al., 2024).

Сопоставление различных карт



Пример полученных карт для сопоставления для Пензенской области

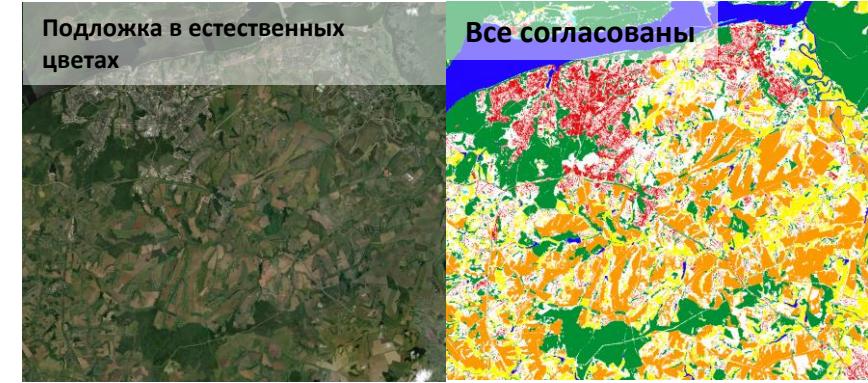
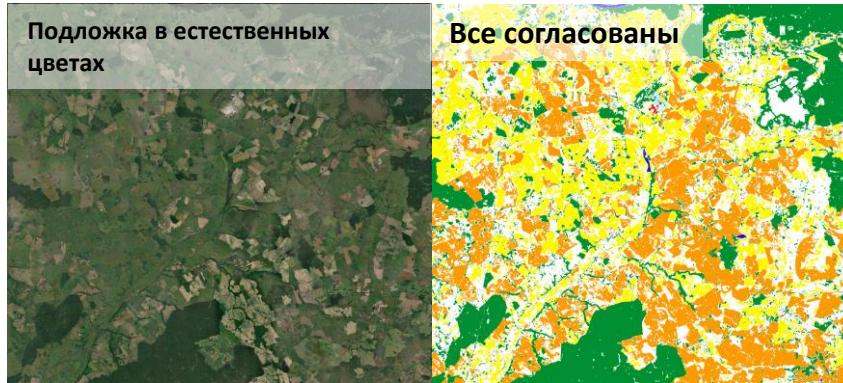


Для всех регионов России был построен такой набор карт

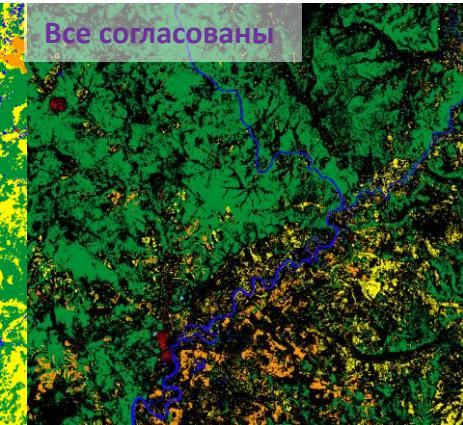
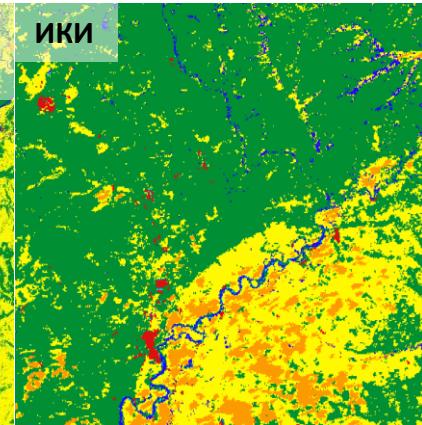


Сопоставление различных карт: примеры расхождений

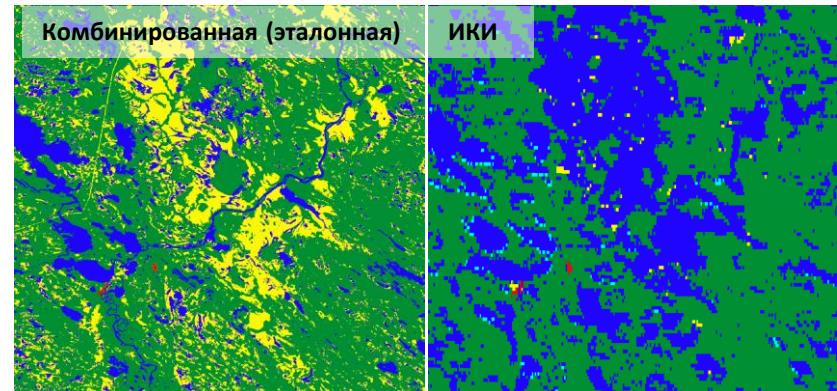
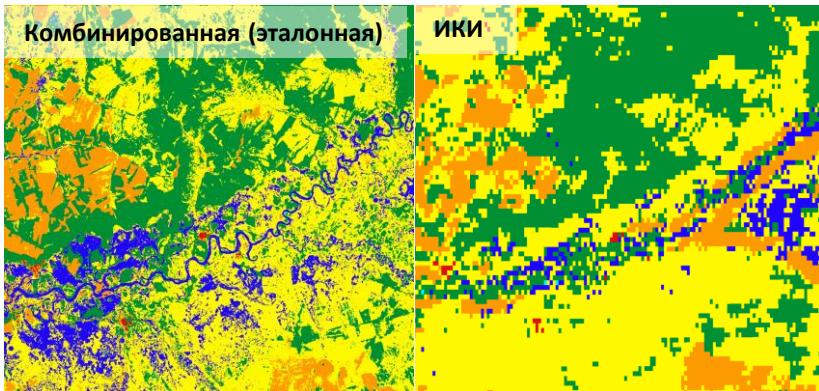
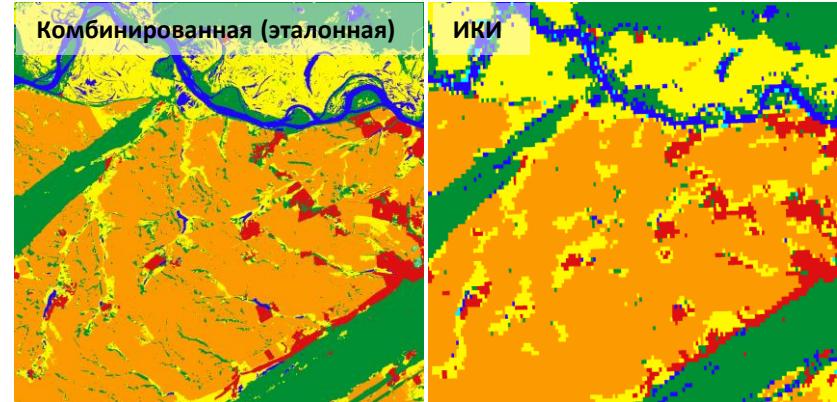
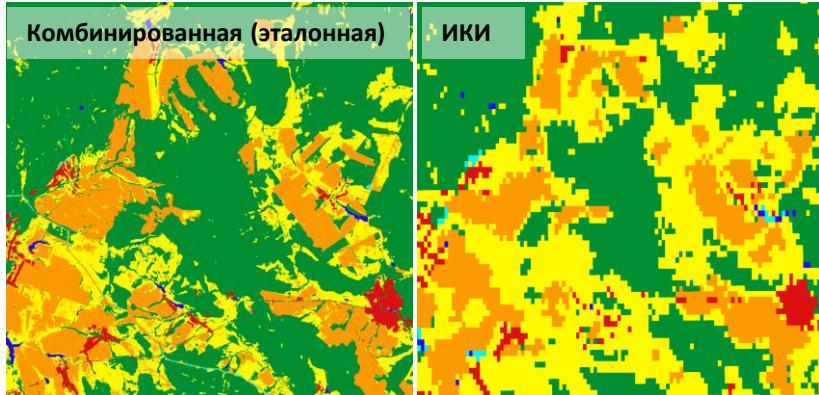
Пример сопоставления карт. Для “Все согласованы” несовпадения указаны белым.



Пример сопоставления карт. Для “Все согласованы” несовпадения указаны черным.

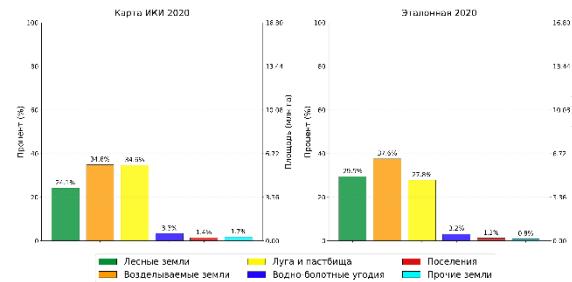


Сопоставление различных карт: примеры расхождений

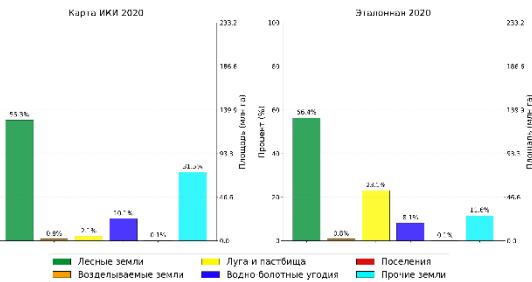


Сопоставление различных карт: различия в площадях классов

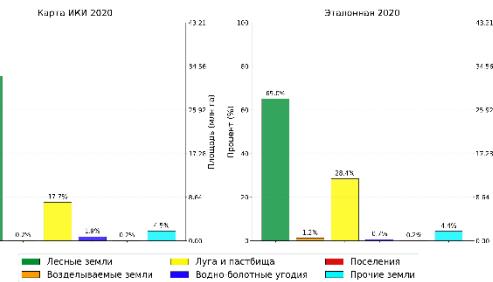
Регион: Алтайский край (код: r1000)



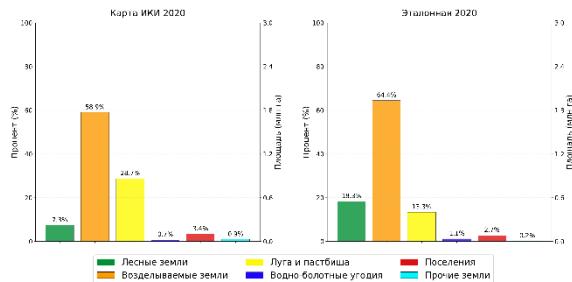
Регион: Красноярский край (код: r4000)



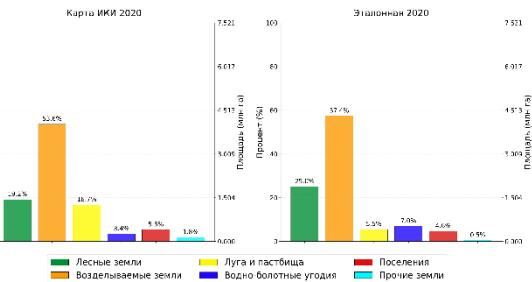
Регион: Забайкальский край (код: r76000)



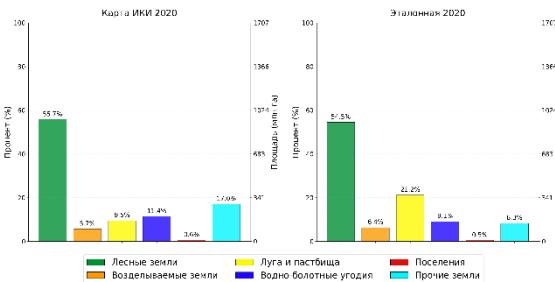
Регион: Курская область (код: r38000)



Регион: Краснодарский край (код: r3000)



Все регионы суммарно



Сопоставление различных карт: тепловая карта расхождений (ИКИ минус Эталон)

region	Лесные земли	Возделываемые Луга и пастбища	Водно-болотные	Поселения	Прочие земли	region	Лесные земли	Возделываемые Луга и пастбища	Водно-болотные	Поселения	Прочие земли		
Алтайский край_r1000	-5,334635315	-2,739421259	6,867632353	0,107177975	0,216805365	0,88334088	Орловская область_r54000	-13,70610608	-4,010948719	16,9027494	-0,157135592	0,736675075	0,234765923
Амурская область_r10000	6,982819595	-0,098137636	-7,206250766	0,655630263	0,026047224	-0,360108681	Пензенская область_r56000	-10,05123571	-1,194855856	10,49871516	-0,180125755	0,484058282	0,443443881
Архангельская область_r11000	0,046478378	0,107943645	-8,505557983	5,478691709	0,036183746	2,836260745	Пермский край_r57000	-6,317581097	-0,107082638	4,487495653	1,623257767	0,184572277	0,129338045
Ненецкий автономный округ_r11800	-10,272499	-1,632424E-05	-39,132673727	3,75913869	-0,0007074	45,646757577	Псковская область_r58000	-6,422371676	-1,030576288	5,238142953	1,939484682	0,37198315	-0,09666283
Астраханская область_r12000	-0,935800353	-3,747599245	17,0015602	-12,98633323	0,04705918	6,21113446	Ростовская область_r60000	-3,189763028	-8,056157925	11,43445425	-1,260898244	0,255645457	0,816719496
Белгородская область_r14000	-9,146271283	-4,480194504	11,99839272	-0,481127981	0,979824889	1,129376163	Рязанская область_r61000	-6,95065284	-2,408981273	8,893556714	-0,409654344	0,652060476	0,223671268
Брянская область_r15000	-13,33024178	-4,949367656	18,0492129	-0,467744098	0,683648481	0,01449215	Саратовская область_r63000	-2,532579835	-8,662655078	10,41692478	-0,377073874	0,1910026	0,964345405
Владимирская область_r17000	-5,840702944	-0,139844278	5,577630802	-0,524770232	0,741417738	0,186268914	Сахалинская область_r64000	-1,077418247	0,105927871	-3,542670002	3,559521147	0,015316681	0,93932255
Волгоградская область_r18000	-2,408203935	-7,466085238	10,17187411	-0,922372362	0,134757946	0,49002948	Свердловская область_r65000	-1,822538247	-0,75275354	-1,549513293	5,230309978	0,182468395	-1,287973293
Вологодская область_r19000	-1,99560809	-0,501234793	-3,626945674	5,887961455	0,131942886	0,106584215	Смоленская область_r66000	-15,904804349	-2,087366944	17,2528754	0,253584824	0,413172011	0,108316361
Воронежская область_r20000	-4,39080179	-4,222065949	7,900912272	-0,8589603	0,647298532	0,923623624	Севастополь_r67000	-25,68411387	-9,383783602	36,98467031	-1,476343651	1,559810647	-2,000239835
Донецкая Народная Республика_r21000	-6,156622208	2,912536671	3,568007785	0,443388186	-0,420679828	-0,346630607	Тамбовская область_r68000	-4,789965711	-0,900846938	5,205238502	-0,543470646	0,512664132	0,516380661
Нижегородская область_r22000	-8,548860145	0,115802773	7,505593202	0,198833033	0,583857806	0,144773331	Томская область_r69000	-1,775315797	0,182096881	-11,48427192	14,46029713	0,041986622	-1,42487033
Запорожская область_r23000	-2,52899464	-12,19894674	1,695208908	14,88299082	-2,233737964	0,437479618	Ставропольский край_r70000	-2,195660267	-8,274407232	10,24180854	-0,345094671	0,33263953	0,2407141
Ивановская область_r24000	-7,565345527	-3,020223897	9,999117125	-0,102160618	0,485509252	0,203103665	Тульская область_r70000	-13,98617912	-3,027999331	15,685259589	-0,059489331	1,007733884	0,380638011
Каменская область_r25000	0,542855543	-0,017595569	-2,751938824	1,385884023	0,024400906	0,816394034	Томенская область_r71000	1,173912495	0,1561608557	4,895246326	8,168094929	0,102527808	-3,023611049
Иркутская область_r25000	-4,969039886	-1,933425964	7,09869223	0,560345966	0,463264437	-1,219836784	Ханты-Мансийский автономный округ - Южный r71000	4,432063634	-0,048413864	-11,392338979	11,331770603	0,021782922	-4,350218935
Республика Ингушетия_r26000	-4,969039886	-1,933425964	7,09869223	0,560345966	0,463264437	-1,219836784	Ямало-Ненецкий автономный округ_r71900	1,090635071	-0,000733901	-23,79954883	-4,159603188	0,000160939	26,86908991
Калининградская область_r27000	-11,000536461	-7,310865567	18,635896663	-2,776818529	0,86484868	1,587475189	Ульяновская область_r73000	-7,996867602	-0,031146554	7,339058555	-0,045578078	0,402931374	0,331610727
Тверская область_r28000	-4,899954344	-1,854784622	4,140025976	2,140302669	0,342486878	0,131923444	Херсонская область_r74000	-2,741250313	-0,252304082	7,290891385	3,483382502	-0,436112184	-0,044572363
Калужская область_r29000	-13,460476752	-0,822238229	13,396385	0,085422384	0,775907966	0,024997604	Челябинская область_r75000	-3,468756481	-4,468002757	7,155043737	-0,296441406	0,207422821	0,870734087
Краснодарский край_r30000	-5,840373874	-3,741039181	11,18352838	-3,538131439	0,666243164	1,272454955	Забайкальский край_r76000	10,47854334	-1,034328389	-10,7728784	1,248937844	0,00072861	0,07898861
Камчатский край_r30000	20,63422194	-0,014264365	-34,83851243	9,643469957	0,457547652	-1,71604E-05	Чукотский автономный округ_r77000	6,311500802	-4,843346459	1,521011134	-0,000730532	37,01158235	
Кемеровская область - Кузбасс_r32000	-7,698220155	-0,249337262	7,227121184	0,361023041	0,266259975	0,093153217	Ярославская область_r78000	-5,902011375	-1,853448977	6,331535452	0,474115907	0,560814176	0,388994842
Кировская область_r33000	-9,388040263	-0,538481266	9,098185416	0,617287444	0,143978253	0,067073116	Республика Адыгея_Адыгейя_r79000	-11,80719867	-3,332200612	13,25226424	-0,065316322	0,772047346	1,380044011
Костромская область_r34000	-5,243490765	-0,395392696	4,617703803	0,792273934	0,186204437	0,042701286	Хабаровский край_r80000	6,436983378	0,010764571	-0,702001543	1,556833911	0,016582248	0,517162252
Республика Крым_r35000	-4,515069838	-7,099287611	13,634464445	-1,800335466	0,590418007	-0,810189544	Республика Башкортостан_r80000	-7,56004272	-0,043054316	6,849023699	0,147422179	0,332840351	
Самарская область_r36000	-3,861559511	-5,349197984	7,648429265	-0,228870799	0,398625455	1,39615544	Республика Бурятия_r81000	10,44829454	-0,250531963	-11,85288257	8,168094929	0,04360559	0,941021051
Курганская область_r37000	-4,0804734	-6,381271317	10,51317362	-1,928591455	0,139516528	1,737646024	Республика Дагестан_r82000	-5,046922161	-6,641353276	15,982460009	-4,998859587	0,286506585	0,418265288
Курская область_r38000	-10,92383445	-5,48515671	15,41178814	-0,394678568	0,664895576	0,726986106	Кабардино-Балкарская Республика_r83000	-6,001083702	-6,540927713	8,058373155	-0,177713661	0,421651144	4,239700778
Красноярский край_r40000	-1,063456273	-0,001576307	-20,93783846	2,039398012	0,012632408	19,95630062	Республика Алтай_r84000	-0,861640245	-0,019371913	-12,65454245	0,364781071	0,035887330	13,13480524
Санкт-Петербург_r40000	-7,028875753	-3,227023761	1,767016461	-1,932397442	4,759894316	1,251447291	Республика Калмыкия_r85000	-0,094039209	-3,555136015	1,496628153	-1,419879193	0,022050701	0,877645565
Ленинградская область_r41000	0,678580297	-1,273164393	-5,026615647	4,759366742	0,617378203	0,244457498	Республика Карелия_r86000	0,201857367	-0,01756458	-8,863061447	7,659372582	0,050089509	0,969306569
Липецкая область_r42000	-5,922679812	-1,646885256	6,277206155	-0,515430425	0,961207994	0,846581343	Республика Коми_r87000	-5,117959929	0,041351164	-8,342209546	9,059764651	0,0247307054	4,33422802
Луганская Народная Республика_r43000	-8,485916626	7,730109546	1,096203695	-0,566820452	0,702164634	-0,475740798	Республика Марий Эл_r88000	-6,555660081	-2,012479911	7,330774795	0,5607672748	0,458434469	0,218164054
Магаданская область_r44000	9,479915761	-0,013662956	-23,38422564	5,433628508	0,001188109	8,483156216	Республика Мордовия_r89000	-8,454979951	-0,763474931	8,334681467	-0,086555983	0,599304017	0,371025381
Москва_r45000	-9,201256013	-3,585678155	7,80335964	0,031403295	5,15182519	-0,199651286	Республика Северная Осетия - Алания_r90	-8,643249104	-4,740375041	10,16552767	0,07485685	0,572125392	5,71114234
Московская область_r46000	-7,485864597	-4,505511186	9,389810279	-0,04249991	2,415305132	0,228760281	Карачаево-Черкесская Республика_r91000	-10,7269699	-3,285255711	8,981904783	0,4860797421	0,313072979	4,296150613
Мурманская область_r47000	-4,328230913	-0,003275135	-28,782875317	11,69387906	0,018856808	21,00497632	Республика Татарстан_Татарстан_r92000	-5,251270162	1,577184089	2,844992302	-0,387049962	0,592834271	0,623309462
Новгородская область_r49000	-0,656018512	-0,521161771	6,1272787	0,252862964	0,012118968	0,0211218968	Республика Тыва_r93000	3,925353507	2,992734503	-15,32138999	0,157729175	-5,35864E-06	2,845576359
Приморский край_r50000	-2,202377158	-0,587047472	4,233942684	-1,496792879	0,186678471	-0,134403647	Удмуртская Республика_r94000	-8,859043744	-1,595858392	10,113366648	0,003623558	0,318812158	0,019099938
Новосибирская область_r50000	-7,480901611	-4,070450789	10,85879103	-1,119744355	0,125486703	1,686819019	Республика Хакасия_r95000	-1,274779589	0,931354438	-16,08082916	0,11979843	0,054164968	1,777518238
Омская область_r52000	-1,497561416	-4,380689397	8,60387813	-3,136430001	0,106063614	0,310199071	Чеченская Республика_r96000	-7,240244221	-3,803708249	16,65571579	-0,614578253	0,564340918	-5,55974578
Оренбургская область_r53000	-2,561432053	-10,20467834	10,4295345	0,38959235	0,071060455	0,875932002	Чувашская Республика - Чувашия_r97000	-6,490313039	-5,323641292	9,893468817	0,546907478	0,912137445	0,461440591
Орловская область_r54000	-13,70610608	-4,010948719	16,9027494	-0,157135592	0,736675075	0,234765923	Республика Саха Якутия_r98000	-3,829989284	-0,01734247	-16,552866669	1,243453421	0,0137961	11,4931564
							Еврейская автономная область_r99000	-1,507335406	0,747277652	16,29252578	-15,68043555	0,097501688	0,0504658482

Тепловая карта расхождений (ИКИ минус Эталон) площадей в процентах для каждого класса для всех регионов России

Коррекция площадей: формула

$$\bar{S}_k = S_k \cdot \frac{S_{k\vartheta}}{S_{k0}} \cdot \frac{100}{\sum_{i=1}^6 S_i \cdot \frac{S_{i\vartheta}}{S_{i0}}}$$

где

- \bar{S}_k — скорректированная площадь класса k
- S_k — площадь класса k до коррекции
- $S_{k\vartheta}$ — площадь по k на эталонной карте в момент расчёта коэффициента
- S_{k0} — площадь по k на оценочной карте в момент расчёта коэффициента

$$\text{coef}_k = \frac{S_{k\vartheta}}{S_{k0}}$$

Нормировка:

$$\text{нормировка} = \sum_{i=1}^6 S_i \cdot \frac{S_{i\vartheta}}{S_{i0}}$$

где

- S_i — площадь класса i в момент оценки коррекции
- $S_{i\vartheta}$ — площадь класса i в момент расчёта коэффициента коррекции по эталонной карте
- S_{i0} — площадь класса i в момент расчёта коэффициента коррекции по оценочной карте

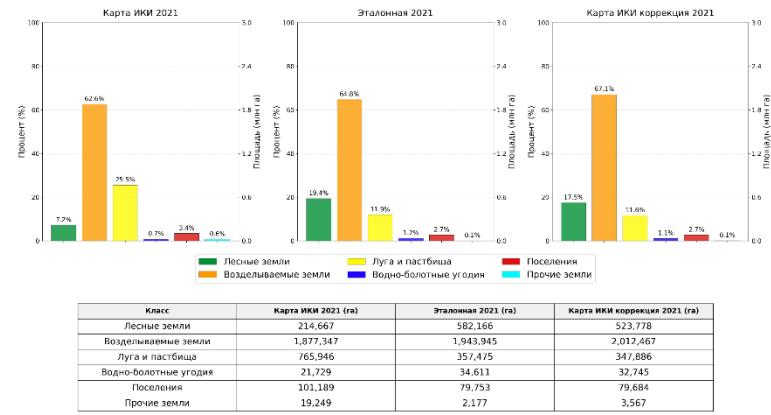
Коррекция площадей: тепловая карта коэффициентов коррекции

region	Лесные земли	Возделываемые Луга и пастбища	Водно-болотные	Поселения	Прочие земли	region	Лесные земли	Возделываемые Луга и пастбища	Водно-болотные	Поселения	Прочие земли		
Алтайский край _r1000	1,221191004	1,078614871	0,801779984	0,967273774	0,846780559	0,482763307	Орловская область _r54000	2,5999701511	1,069664424	0,447481627	1,69054628	0,730485895	0,227013717
Амурская область _r10000	0,910377373	1,026320914	1,537590644	0,805303197	0,875730609	1,261677475	Пензенская область _r56000	1,404822919	1,027969113	0,635581365	1,323574355	0,809723381	0,179708018
Архангельская область _r1000	0,999217312	0,521019719	4,604138574	0,645577644	0,82500329	0,873193561	Пермский край _r57000	1,080913096	1,036240083	0,660511592	0,602085129	0,842005462	0,741610338
Ненецкий автономный округ _r11800	2,018763378	0	112,9941981	0,907234184	1,03352386	0,068876129	Псковская область _r58000	1,094780428	1,718856708	0,738681089	0,788040807	0,686185564	1,22734225
Астраханская область _r12000	2,481030498	5,723170383	0,809040586	3,170272176	0,954203656	0,75460341	Ростовская область _r60000	2,562488369	1,126631521	0,593451167	1,554521578	0,908070427	0,295472957
Белгородская область _r14000	2,102964886	1,08070207	0,57351471	1,772400836	0,838426617	0,176814951	Рязанская область _r61000	1,208316425	1,078764666	0,717073675	1,328454598	0,77233141	0,55633287
Брянская область _r15000	1,320283387	1,28706364	0,52079091	2,101240725	0,765352898	0,929546294	Саратовская область _r63000	1,495294818	1,160973959	0,706493694	1,139906915	0,886199001	0,201754739
Владимирская область _r17000	1,091666053	1,015999676	0,74624715	1,394279713	0,804584132	0,573555349	Сахалинская область _r64000	1,01418206	0,746471994	1,606595537	0,763602422	0,946440886	0,613145056
Волгоградская область _r18000	1,920688468	1,168818658	0,783355148	1,259309619	0,91253908	0,558222177	Свердловская область _r65000	1,0229595	1,270130704	1,179204392	0,304985681	0,865156769	5,188307351
Вологодская область _r19000	1,025244214	1,398193342	1,503205001	0,488643493	0,818652831	0,544719345	Смоленская область _r66000	1,293360043	1,439822524	0,547429493	0,757492156	0,728484391	0,548953946
Воронежская область _r20000	1,43662965	1,070621183	0,676117396	2,512188321	0,80479339	0,183352139	Севастополь _r67000	2,588810478	4,067508609	0,323134847	1,177473387	0,912154586	34,80139994
Донецкая Народная Республика _r21000	2,697139909	0,959488811	0,753792491	0,853526555	1,058509629	4,366084315	Тамбовская область _r68000	1,365254251	0,138856759	0,711100771	2,070499347	0,823214754	0,147474379
Нижегородская область _r22000	1,153554913	0,991929889	0,687710772	0,923386363	0,799603525	0,66683307	Томская область _r69000	1,026896171	0,816717312	3,410609597	0,482833915	0,893755756	26,77968339
Запорожская область _r23000	0	1,174764405	0,698276304	0,335278024	2,394742712	0,309181709	Ставропольский край _r7000	3,599510136	1,123924805	0,629493436	1,308725583	0,88145498	0,70570441
Ивановская область _r24000	1,125091193	1,058052807	0,619704572	1,02368772	0,814466732	0,434792174	Тульская область _r70000	1,91858359	1,071789723	0,577169594	1,097726845	0,771036954	0,298388973
Иркутская область _r25000	0,99373773	1,016152018	1,934299444	0,696911568	0,895849664	0,815735438	Тюменская область _r71000	0,97862403	1,356714796	1,277313281	0,627823003	0,858559548	6,924082986
Республика Ингушетия _r26000	1,187488956	1,069902319	0,799817448	0,213119411	0,92601599	1,358455243	Ханты-Мансийский автономный округ - Южный _r72000	0,926646727	31,18753272	5,473783851	0,685800949	0,86366313	6,678102924
Калининградская область _r27000	1,490124931	1,5080812	0,655640932	1,994255179	0,796651324	0,14471577	Ямало-Ненецкий автономный округ _r7190	0,962761007	4,597137626	17,37795477	1,109673366	0,997171371	0,140879469
Тверская область _r28000	1,067312113	1,978639349	0,775374605	0,581671936	0,820375254	0,673283933	Ульяновская область _r73000	1,264562042	1,000873389	0,706943768	1,007581759	0,938955841	0,395418186
Калужская область _r29000	1,243390088	1,082236337	0,565389802	0,846056691	0,751347888	0,873830486	Черкесская область _r74000	7,585011551	1,041396911	0,726984276	0,7670581	1,177436309	1,044666903
Краснодарский край _r30000	1,304897297	1,06977532	0,330152582	2,032198424	0,874408834	0,290678139	Челябинская область _r75000	1,105024246	2,024385426	0,809656022	1,076711657	0,91217162	0,324389936
Камчатский край _r30000	0,648196307	7,641469567	16,96943503	0,327096299	1,0137925	0,815535311	Забайкальский край _r76000	0,861242392	5,855975959	1,609824894	0,359175181	0,995970058	0,982436003
Кемеровская область - Кузбасс _r32000	1,115787173	1,027229965	0,643426315	0,693661483	0,848645574	0,920522457	Чукотский автономный округ _r77000	0,655991734	0	132,2621527	0,853323368	1,198676189	0,478283083
Кировская область _r33000	1,131292052	1,086428611	0,538808487	0,583832663	0,840899004	0,549393423	Ярославская область _r78000	1,098074164	1,685403223	0,7277332623	0,957130548	0,760380501	0,215845044
Костромская область _r34000	1,063210937	1,265980809	0,635032491	0,592740895	0,814713424	0,617289952	Республика Адыгея Адыгейя _r79000	1,351071825	1,106945248	0,426404769	1,014172204	0,858725907	0,418718745
Республика Крым _r35000	1,721249427	1,15009333	0,594919811	1,262919649	0,886199879	2,085430432	Хабаровский край _r80000	0,942598736	0,915931419	1,963895835	0,738527397	0,823736256	1,072217871
Самарская область _r36000	1,287594317	1,107073996	0,721651096	1,057267937	0,887107376	0,139602666	Республика Бурятия _r81000	0,847809514	1,678310246	2,356892412	0,905981546	0,979630223	0,9353328975
Курганская область _r37000	1,150178587	1,362197725	0,776523008	1,393023689	0,887120518	0,141608382	Республика Дагестан _r82000	1,852436405	2,8347741245	0,7932323544	3,416943305	0,902087173	0,958031833
Курская область _r38000	2,487943239	1,093054477	0,463123239	1,536585664	0,802964213	0,188970825	Кабардино-Балкарская Республика _r83000	1,431673779	1,285516827	0,809268672	1,350495492	0,896511844	0,740813664
Красноярский край _r40000	1,019215978	1,001942104	10,90038753	0,799289875	0,855102474	0,366674105	Республика Алтай _r84000	1,017021715	1,05378739	1,696151529	0,723928848	0,845420582	0,551955945
Санкт-Петербург _r40000	1,278991358	1,861447319	0,597896588	1,155440934	0,884312804	0,410135187	Республика Калмыкия _r85000	2,721505569	1,421928386	0,951261783	1,697739684	0,915743577	0,572035473
Ленинградская область _r41000	0,98929928	2,07546718	1,856860203	0,785672615	0,768662782	0,647641003	Республика Коми _r87000	1,068036545	0,455613446	3,02887179	0,394222704	0,83337907	0,35096621
Липецкая область _r42000	1,644018535	1,024839623	0,654254995	1,839720361	0,796046543	0,170454677	Республика Марий Эл _r88000	1,110413217	1,161644262	0,647678064	0,873447487	0,808664615	0,602938107
Луганская Народная Республика _r43000	2,218861955	0,88148124	0,948751543	2,130927276	0,876616089	3,040994645	Республика Мордовия _r89000	1,266233322	1,022904298	0,732094022	1,208275962	0,792248738	0,255242919
Магаданская область _r44000	0,834829263	0	8,063652047	0,285887243	0,940450168	0,73209367	Республика Северная Осетия - Алания _r90	1,388802337	1,202838033	0,715422423	0,899189093	0,884198495	0,802141719
Москва _r45000	1,253904065	2,468835998	0,497150689	0,981473631	0,882437483	1,702346223	Карачаево-Черкесская Республика _r91000	1,437256454	1,396566458	0,821352464	0,623044679	0,861882036	0,685705695
Московская область _r46000	1,145987104	1,507459274	0,616852996	1,019928845	0,809111424	0,585013962	Республика Татарстан Татарстан _r92000	1,293016704	0,967889888	0,871524714	1,056244836	0,85357452	0,206439751
Мурманская область _r47000	1,094357282	15,33413755	66,57253323	0,545057901	0,892205984	0,230488943	Республика Тыва _r93000	0,929178424	0,0602003423	1,886219598	0,889639334	1,00051333	0,634526862
Новгородская область _r49000	1,008412793	1,679270031	1,580236458	0,438880861	0,759359597	0,959134475	Республика Дагестан _r94000	1,171665193	1,093301676	0,628239427	0,997376006	0,876913165	0,82365346
Приморский край _r5000	1,026818226	1,164563913	0,621646934	1,670811774	0,7672102	2,551725471	Республика Хакасия _r95000	1,022123231	0,774324598	1,054808118	0,943617764	0,915688485	0,710586749
Новосибирская область _r50000	1,241990504	1,347392241	0,760467571	1,124028635	0,879143217	0,148998063	Чеченская Республика _r96000	1,368720781	1,182517953	0,678189995	2,076216889	0,895878516	4,137980208
Омская область _r52000	1,039828287	1,233828687	0,751637359	1,451131112	0,900441092	0,707270528	Чувашская Республика - Чувашия _r97000	1,200693288	1,19606000	0,682490408	0,835925553	0,226614746	
Оренбургская область _r53000	1,668665029	1,262661575	0,802266305	0,599225433	0,942990349	0,203213758	Республика Саха Якутия _r98000	0,94213455	246,2953795	19,77195128	0,89149341	0,861879849	0,646073279
							Еврейская автономная область _r99000	1,02980843	0,867145661	0,55909892	3,54534477	0,780953215	0,797686699

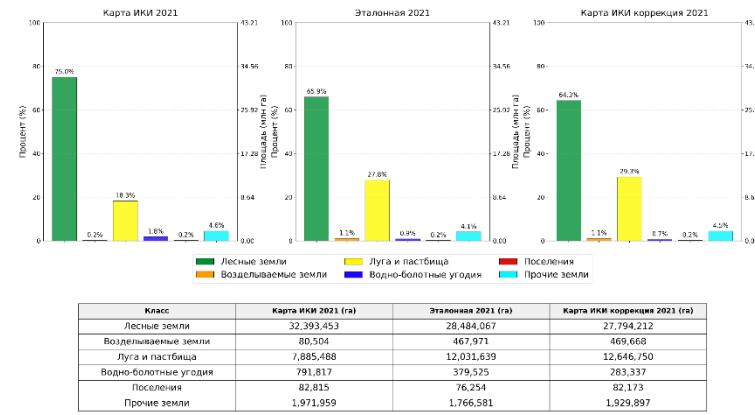
Тепловая карта коэффициентов коррекции, полученных по данным 2020 года для каждого класса для всех регионов России

Площади после коррекции

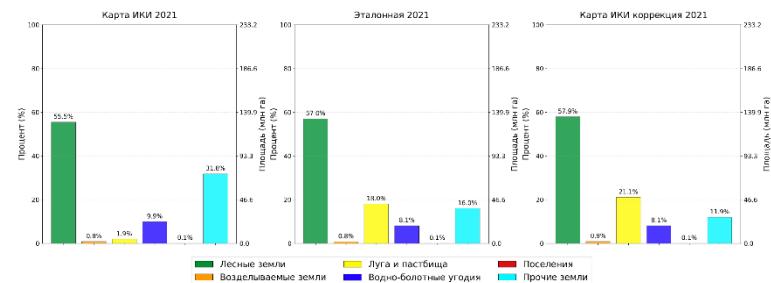
Регион: Курская область (код: r38000)



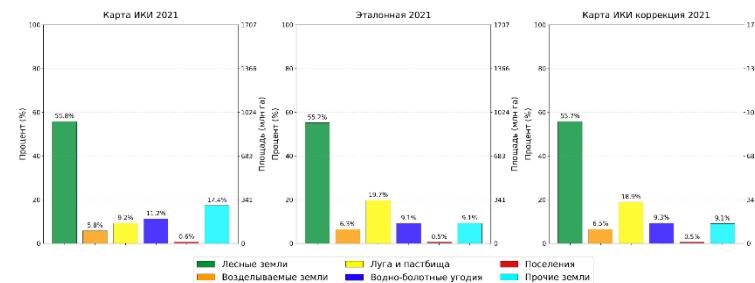
Регион: Забайкальский край (код: r76000)



Регион: Красноярский край (код: r4000)



Все регионы суммарно

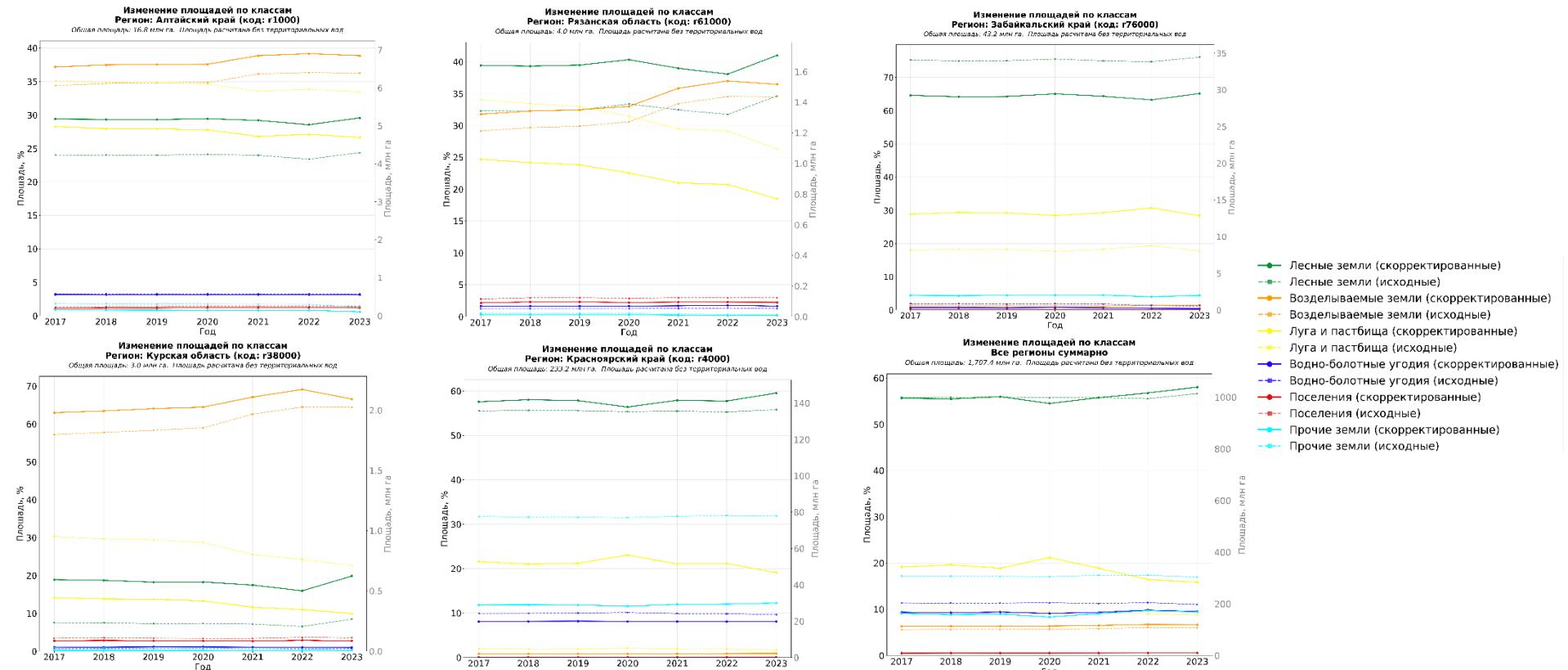


Коррекция площадей: тепловая карта расхождений скорректированных площадей

region	Лесные земли	Возделываемые Луга и пастбища	Водно-болотные	Поселения	Прочие земли	region	Лесные земли	Возделываемые Луга и пастбища	Водно-болотные	Поселения	Прочие земли		
Алтайский край _r1000	0,832651561	-0,978402641	0,411053783	0,196916024	-0,0085608	-0,453657969	Орловская область _r54000	1,785937719	-2,066247963	0,284550851	0,014826512	0,01419233	-0,03325945
Амурская область _r10000	1,296370299	-0,373569704	-0,757776563	0,089352966	-0,0205754	-0,233801594	Пензенская область _r56000	1,662671245	-1,586485505	0,066971456	-0,002338741	-0,082909	-0,057909492
Архангельская область _r11000	-1,15318537	0,026756247	1,226210264	-0,570533691	-0,0074398	0,47832528	Пермский край _r57000	0,267097547	0,20176901	-0,342091141	-0,022528823	-0,0250325	-0,079214111
Ненецкий автономный округ _r11800	4,817918693	3,98178E-05	-7,464770655	3,677026174	-0,0016409	-1,028573164	Псковская область _r58000	1,737286047	0,506687944	-2,057364584	0,034692368	-0,0090375	-0,212264266
Астраханская область _r12000	0,841780779	1,376095927	-1,034995288	-1,1038579	0,02024044	-0,09926756	Ростовская область _r60000	0,702773463	-4,464705331	3,783831688	0,189145001	-0,0184934	-0,192551416
Белгородская область _r14000	1,505381328	-2,268046269	0,749886006	0,063937796	0,02366731	-0,074826166	Рязанская область _r61000	1,965444253	-2,084334274	0,49037143	-0,140025981	-0,033529	-0,197972737
Брянская область _r15000	2,08339923	-0,385695369	-1,39995637	-0,123955048	-0,0577164	-0,116076034	Саратовская область _r63000	1,053370413	-3,310200543	2,318014388	0,094832424	-0,0099289	-0,155087785
Владимирская область _r17000	0,546223298	0,261232820	-0,138354774	-0,358103559	-0,1180262	-0,192986064	Сахалинская область _r64000	1,204910222	-0,088476732	0,319933111	-0,912504294	-0,0589095	-0,464952796
Волгоградская область _r18000	0,470814741	-3,302986796	3,185890626	-0,0840303764	-0,0055581	-0,263856729	Свердловская область _r65000	-0,932186631	-0,028436073	1,034796493	0,053013823	-0,039001	-0,123287478
Вологодская область _r19000	-0,426077185	0,13144627	0,955476465	-0,571007264	-0,0279492	-0,061889062	Смоленская область _r66000	1,578602356	1,376572883	-2,770655714	-0,06011381	-0,0393518	-0,085053882
Воронежская область _r20000	-0,722450498	-2,802464815	2,248902431	-0,0493517	-0,0091177	-0,114835265	Севастополь _r67000	-1,41802571	-0,063050907	1,864479897	0,547103319	0,45829472	-1,388748159
Донецкая Народная Республика _r21000	-1,998647747	-0,303307871	2,724631411	-0,049935282	-0,1720783	-0,20066225	Тамбовская область _r68000	0,877005258	-1,594539657	0,895270787	-0,028197988	-0,096146	-0,053392394
Нижегородская область _r22000	0,708011064	-0,22300287	-0,145551713	-0,127798991	-0,0234452	-0,1882027473	Томская область _r69000	0,635000865	-0,034478959	-0,933363327	0,170095318	0,0065339	0,162092714
Запорожская область _r23000	3,16261719	-3,579027103	-0,82727969	-0,482644776	-0,0315629	0,037889603	Ставропольский край _r70000	0,437295208	-3,655914753	3,267845183	0,111102956	0,056623124	-0,306951731
Ивановская область _r24000	0,716071556	-0,964259437	0,785618665	-0,363667549	-0,054282	-0,119481232	Тульская область _r70000	1,507305088	-1,707291542	0,273249224	0,029184672	-0,0271868	-0,073997037
Иркутская область _r25000	-0,593669898	0,120318032	0,321529156	0,107626386	-0,048206	0,049016935	Тюменская область _r71000	-0,756070639	0,1644116	0,138480682	1,175292942	0,00330283	-0,725416965
Республика Ингушетия _r26000	0,435688274	-0,229770333	-0,359105187	0,055081552	-0,1003413	0,198447619	Ханты-Мансийский автономный округ _r71	-0,57206783	-0,035386542	2,929294456	-1,194464961	0,0908062	-0,136455743
Калининградская область _r27000	2,917648139	-1,872765769	-1,265828657	0,162965796	0,15955861	-0,101578119	Ямало-Ненецкий автономный округ _r71	-1,763528574	-0,001053192	3,132185677	-1,548669223	-0,0074368	0,188502118
Тверская область _r28000	1,017095407	-0,575274672	0,09381871	-0,31839982	-0,0327825	-0,184007124	Ульяновская область _r73000	1,458232403	-0,74399159	-0,541134691	0,002116659	-0,0205676	-0,154656935
Калужская область _r29000	0,402718174	1,788246672	-2,011720128	-0,023519731	-0,0310325	-0,124692459	Херсонская область _r74000	0,547608154	-1,837895986	1,800938963	-0,209192831	0,15324738	-0,045470567
Краснодарский край _r30000	0,620684746	-1,429645138	0,607618516	0,342819226	0,00987023	-0,151347582	Челябинская область _r75000	0,410155753	-0,397710847	0,430328517	-0,228492259	-0,0143655	-0,199915675
Камчатский край _r30000	1,152057603	-0,00556164	3,722674135	-0,723268807	-0,0122586	-4,131842704	Забайкальский край _r76000	1,596636038	-0,003928275	-1,423668145	0,222626734	-0,0317003	-0,377993121
Кемеровская область - Кузбасс _r32000	0,941924794	-0,229712165	-0,192204493	0,004674609	-0,0265075	0,498175205	Чукотский автономный округ _r77000	-1,953161884	0,000284371	6,645595026	-1,32992760	-0,0008911	-3,361898817
Кировская область _r33000	0,216864054	-0,469634908	0,391380874	-0,0960696932	-0,0173135	-0,025199636	Ярославская область _r78000	0,597160696	0,473411176	-0,687207212	-0,201300788	-0,1108392	-0,071224663
Костромская область _r34000	0,177139421	-0,206411243	0,161264854	-0,056374188	-0,0219304	0,053708452	Республика Адыгея _r79000	0,427191095	-1,837786229	0,504073239	0,998028879	0,01993994	-0,114460107
Республика Крым _r35000	0,486680247	-4,037835161	3,552946101	0,84314233	0,010403406	-0,948867596	Хабаровский край _r80000	0,125091456	-0,26981796	-0,339777623	0,007621689	-0,0060289	0,186111594
Самарская область _r36000	1,080301085	-2,05692407	0,951234823	0,115758227	0,0320333	-0,122403367	Республика Башкортостан _r80000	0,155606383	0,907078197	-0,929100251	-0,019160112	0,00113989	-0,115564195
Курганская область _r37000	0,6089891801	0,013416239	-0,48893802	0,072185818	0,00431346	-0,210869303	Республика Бурятия _r81000	1,534812317	0,13130752	-0,863252004	0,328109532	-0,021556256	-1,18443843
Курская область _r38000	1,946177637	-2,283958956	0,319602851	0,062212148	-0,0229884	-0,046332517	Республика Дагестан _r82000	0,799961924	-0,493737344	3,112424557	-1,118805323	-0,0195072	2,480354619
Краснодарский край _r40000	-0,918257736	-0,054008161	-3,066563357	-0,005605017	-0,021656	4,046599487	Кабардино-Балкарская Республика _r83000	1,105599299	-0,55580365	0,724604249	-0,038744726	0,012857228	0,750766351
Санкт-Петербург _r40000	0,406996098	-1,077714148	0,062844644	0,199573277	0,91330708	-0,505008769	Республика Алтай _r84000	0,318583996	0,169370843	0,376426212	0,011419882	-0,0040902	-0,871710746
Ленинградская область _r41000	0,605476167	-0,011019106	-1,220706716	-0,281975186	-0,0111935	-0,080581706	Республика Калмыкия _r85000	0,01902638	0,008343757	0,037247973	0,054357512	0,00837854	-0,127350422
Липецкая область _r42000	1,041903728	-2,273849411	1,426896437	-0,099261308	-0,0187431	-0,076946402	Республика Коми _r87000	-1,769530286	-0,00831248	2,584783112	-0,664250054	-0,0189482	-0,122839248
Луганская Народная Республика _r43000	-0,33157568	0,472385862	0,4224226065	-0,032198389	-0,0509209	-0,472017006	Республика Марий Эл _r88000	0,674706263	-0,704005562	0,37203549	-0,128439832	0,0023335	-0,21662986
Магаданская область _r44000	-5,251861597	0,008827061	8,005972729	-0,319521774	-0,0065405	-2,436875948	Республика Мордовия _r89000	1,059366455	-0,257109404	-0,224384879	0,024022735	0,0200994	-0,07465035
Москва _r45000	-0,074403324	-0,380312132	0,074602285	0,003687229	0,7764972	-0,00071284	Республика Северная Осетия - Алания _r91	0,988824393	-1,900066483	0,498634396	0,0376889	0,02110786	0,353810855
Московская область _r46000	1,101520442	-1,193440617	0,485115796	-0,110867101	-0,0441646	-0,238163877	Карачаево-Черкесская Республика _r910	0,986165057	-0,324612292	-0,607540811	0,056909483	0,00308544	-0,126006878
Мурманская область _r47000	-1,49241886	-0,000125552	1,405139797	0,050504738	-0,0088412	0,04119111	Республика Татарстан Татарстан _r92000	0,774976238	0,472434937	-1,068362223	-0,066731984	0,03674074	-0,11599104
Новгородская область _r49000	1,005005123	0,338395726	-1,276745789	0,000195908	-0,021679	-0,045454594	Республика Тыва _r93000	2,589651529	0,263719012	0,578867484	0,09911485	0,009269629	-3,534385059
Приморский край _r50000	0,016591799	0,187566343	0,713026415	-0,825843779	0,0025128	-0,093862602	Республика Хакасия _r94000	0,408108007	-0,457611242	0,147117255	-0,00609757	-0,0039706	-0,083045863
Новосибирская область _r50000	1,687864266	-0,553435098	-1,628451966	0,528215473	-0,0305468	0,030645839	Республика Чечня _r95000	0,609774938	1,118660622	-1,3779769	0,106696799	-0,162288	-0,440922669
Омская область _r52000	1,177298311	0,283490704	-2,157678593	0,895695715	-0,0077997	0,194873368	Чеченская Республика _r96000	0,299220316	-2,585769678	7,659193093	-0,214059997	-0,0879378	-5,070645894
Оренбургская область _r53000	0,930115131	-0,518812012	-0,191991518	0,079201206	-0,0053534	-0,29315944	Чувашская Республика - Чувашия _r97000	1,333223279	-0,418720424	-0,81633016	0,002755273	0,0104928	-0,114212303
Еврейская автономная область _r99000	1,988393836	0,873028279	2,541980255	-5,251735842	-0,0108749	-0,14079161							

Тепловая карта расхождений скорректированных площадей в процентах по данным 2021 года для каждого класса для всех регионов. Разница между эталоном 2021 года и скорректированной с помощью коэффициентов 2020-го года площадью по карте ИКИ 2021 года.

Коррекция площадей по годам



Таким образом можно получать площади классов в каждом регионе на основе карт ИКИ РАН, приведя их к значениям на эталонной карте 2020 года без необходимости получения такой эталонной карты на другие годы. Проверка пересчета площадей классов для 2021 года и сравнения их с площадями из эталонной карты 2021 года показала применимость подхода.

- Лесные земли (скорректированные)
- Лесные земли (исходные)
- Возделываемые земли (скорректированные)
- Возделываемые земли (исходные)
- Луга и пастбища (скорректированные)
- Луга и пастбища (исходные)
- Водно-болотные угодья (скорректированные)
- Водно-болотные угодья (исходные)
- Поселения (скорректированные)
- Поселения (исходные)
- Прочие земли (скорректированные)
- Прочие земли (исходные)

Заключение

- Получены и добавлены в систему Vega-Science согласованные карты типов землепользования на Россию на основе общедоступных материалов (ESA WC, ESRI LULC, DW).
- Оценены расхождения занятых различными типами землепользования площадей в общедоступных источниках и картах растительного покрова ИКИ РАН.
- Разработана схема коррекции занятых различными типами землепользования площадей, получаемых на основе различных картографических продуктов.

Результаты анализа показали, что в ряде регионов до 50 процентов площади класса может относиться в разных картах к разным типам землепользования. Основными источниками неопределенности является класс лугов и пастбищ, который может переходить либо в лесную площадь, либо в возделываемые земли, либо в водно-болотные угодья. Особенno значимые расхождения выявляются для болот и северных территорий (тундр). Неопределенность в оценке площадей в некоторых случаях достигает 30-40 процентов от площади класса (в основном из-за тундр), однако в абсолютном большинстве случаев не превышает 10-15 процентов.

A map of Russia showing forest cover density. The map uses a color gradient where darker shades of green represent higher forest coverage, transitioning through yellow and orange to white for areas with no or low forest cover. The coastline and major rivers are outlined in black. The text is overlaid on the central part of the country.

Спасибо за внимание

Получение и обработка спутниковых данных были выполнены с помощью возможностей Центра коллективного пользования ИКИ-Мониторинг (Лупян и др., 2019). Исследование выполнено в рамках темы ИКИ РАН «Мониторинг» (госрегистрация № 122042500031-8).