



**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, принятое 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, Kiyoto Tanabe, Andrej Kranjc, Baasansuren Jamsranjav, Maya Fukuda, Sekai Ngarize, Akira Osako, Yuri 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
в статье 7 Киотского протокола

Москва, 2022

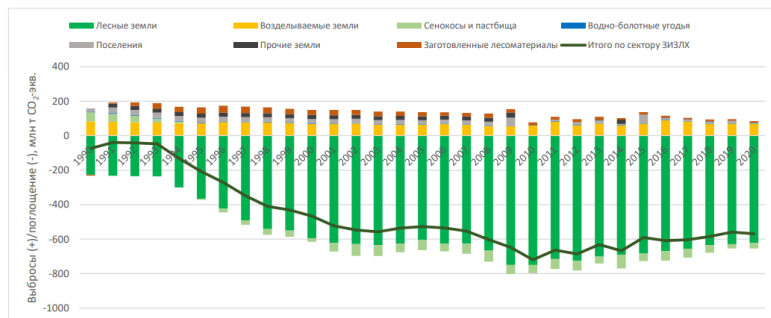


Рисунок III.10 – Выбросы (+) и поглощение (–) парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» в 1990–2020 гг.

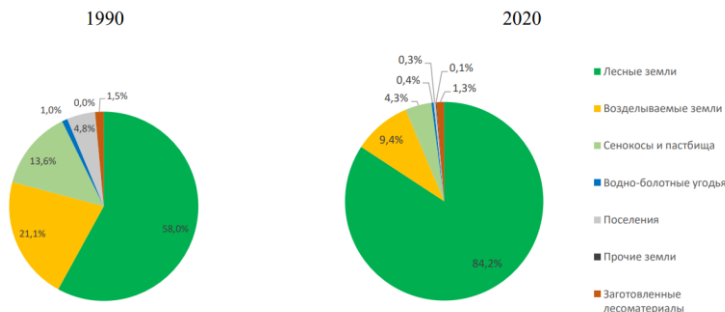


Рисунок III.11 – Вклад различных категорий землепользования в баланс парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

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

Категории источ- ников	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
Возделыва- емые земли	CO ₂	76953	66678	62991	59491	54401	66338	65932	65765	65970
	CH ₄	5486	5007	4286	3783	3683	3652	3668	3658	3643
	CO ₂	50077	-9296	-24201	-61500	-48950	-45456	-48756	-30241	-35427
Сенокосы и пастбища	CH ₄	2797	2481	2590	2195	2189	2136	3399	3372	2730
	N ₂ O	190	64	400	188	280	238	1611	1577	889
	CO ₂	3409	3333	2817	2451	2373	2379	2267	2269	2086
Водно- болотные угодья	CH ₄	261	256	217	186	185	387	462	463	477
	N ₂ O	45	48	43	40	41	42	41	41	36
	CO ₂	18371	26820	23986	21200	-1470	46140	8866	12482	2205
Поселения	N ₂ O	517	2690	2591	2484	121	2546	501	618	254
	CO ₂	0	20460	20460	20460	269	12	1832	77	0
	N ₂ O	0	2382	2382	2382	16	1662	1869	1733	864
Заготовленные лесоматериалы	CO ₂	-5687	36745	29956	24526	16254	13484	9065	8645	9242
Косвенные выбросы N ₂ O	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

Выдержки из отчета о выбросах парниковых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»

http://downloads.igce.ru/publications/nac_soobs/NC-8_BR-5_rus.pdf

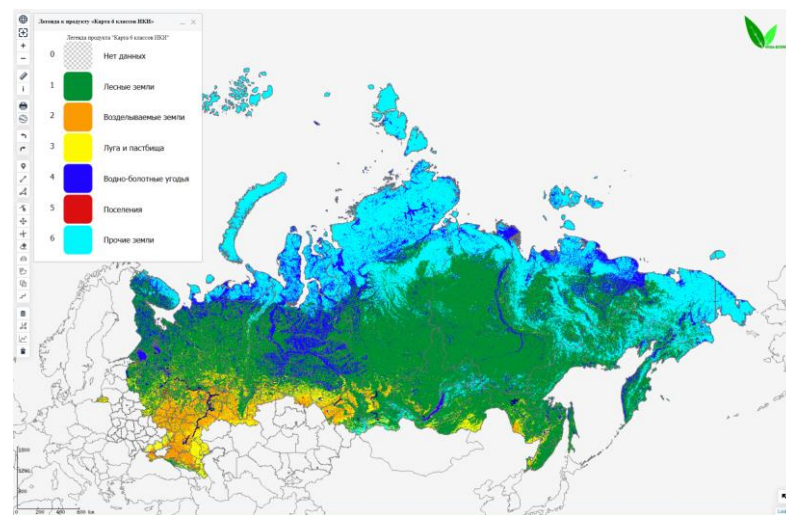
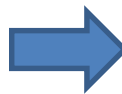
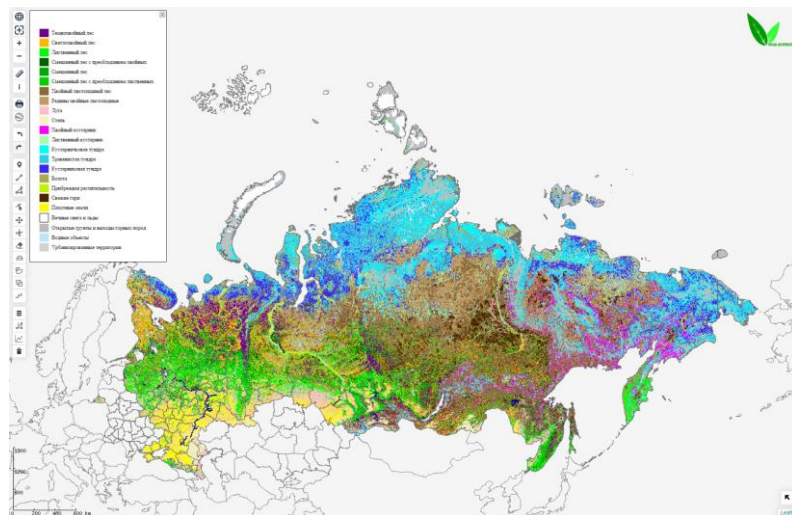
Классы землепользования

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.

0		Нет данных
1		Лесные земли
2		Возделываемые земли
3		Луга и пастбища
4		Водно-болотные угодья
5		Поселения
6		Прочие земли

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 покрытые растительностью земли»
Поселения	Подкласс «урбанизированные территории» класса «не покрытые 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 покрытые 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

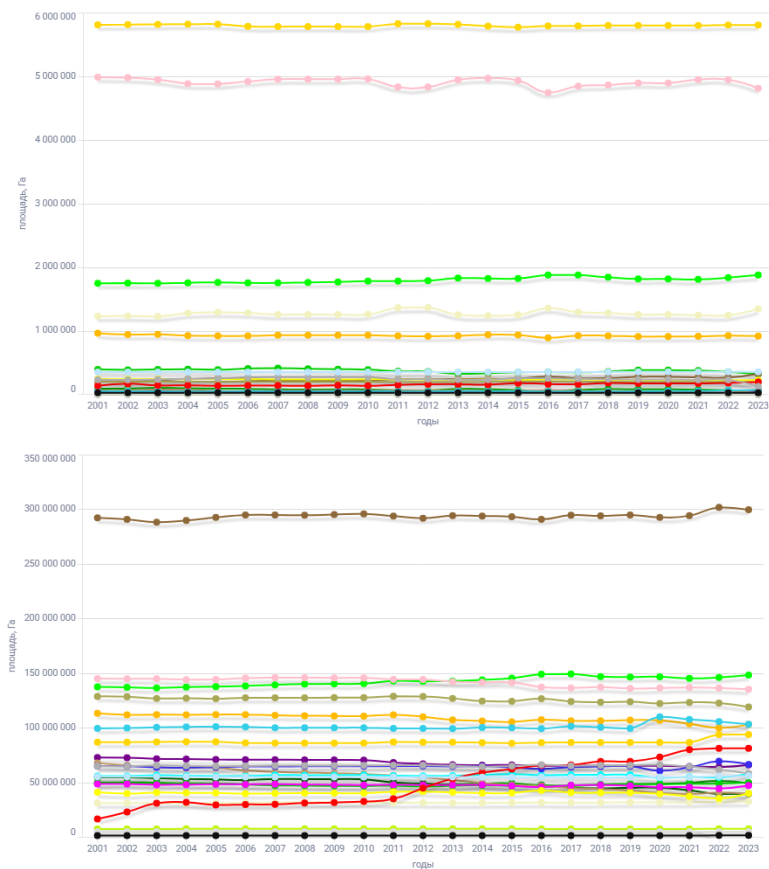
Наименование субъекта РФ	Было на 31.12.2020	Лесные земли	Лесные земли с кустарниками	Пахотные земли	Луговые угодья (сенокосы и пастбища)	Водно - болотные угодья	Поселения	Тундры	Прочие земли	Стало на 31.12.2021	Итого земель, га
Лесные земли	3784500	-	480	15607	105422	418	919	1838	669	3769330	12535
Лесные 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 (сенокосы 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	364	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

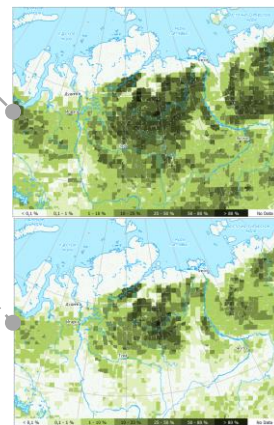
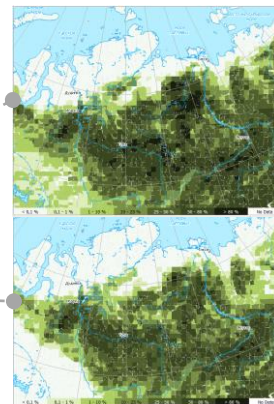
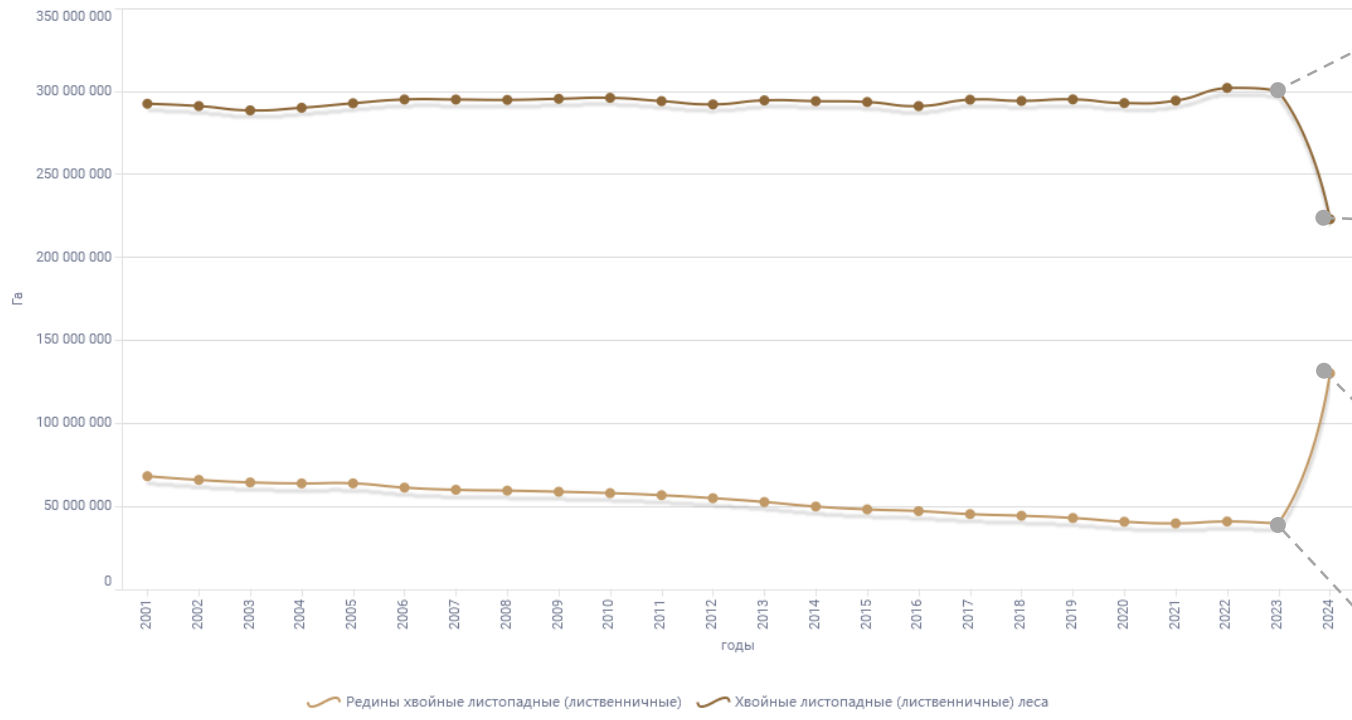
Субъект РФ: Все субъекты Регион: Все районы Сезон: 2020-2021

Наименование субъекта РФ	Было на 31.12.2020	Лесные земли	Лесные земли с кустарниками	Пашотные земли	Луговые угодья (сенокосы и пастбища)	Водно - болотные угодья	Поселения	Тундры	Прочие земли	Стого на 31.12.2021	Итого земель, га
Лесные земли	868611149	-	4673097	353091	6977780	3103478	109129	1486209	534213	869740819	17249597
Лесные земли с кустарниками	87042211	5018630	-	24471	782566	2240222	12773	3379685	252306	86007015	11710653
Пашотные земли	89951953	518047	27419	-	3226826	150712	47849	997	256798	92374012	4228448
Луговые угодья (сенокосы и пастбища)	161829054	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	448802
Тундры	220075477	794941	1862007	100	193301	3787261	846	-	1121695	225899196	7760151
Прочие земли	71163125	711833	160756	367598	278606	311390	26988	1259513	-	70659923	3116690
Итого земель, га	1696592381	18379067	10675457	6650507	12677777	11232003	673663	13583870	2613488	1696592381	76485832

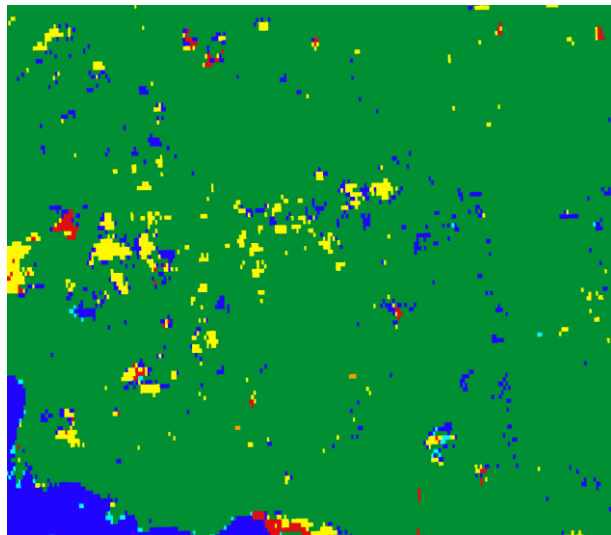
- | | |
|---|--|
|  | нет данных |
|  | Темнохвойные вечнозеленые леса |
|  | Светлохвойные вечнозеленые леса |
|  | Лиственные леса |
|  | Смешанные леса с преобладанием хвойных |
|  | Смешанные леса |
|  | Смешанные леса с преобладанием лиственных |
|  | Хвойные листопадные (лиственничные) леса |
|  | Редины хвойные листопадные (лиственничные) |
|  | Луга |
|  | Степи |
|  | Хвойные вечнозеленые кустарники |
|  | Лиственные кустарники |
|  | Кустарничковая тундра |
|  | Травянистая тундра |
|  | Кустарничковая тундра |
|  | Болота |
|  | Прибрежная растительность |
|  | Свежие гари |
|  | Пашотные земли |
|  | Вечные снега и льды |
|  | Открытые грунты и выходы горных пород |
|  | Реки и водоемы |
|  | Урбанизированные территории |



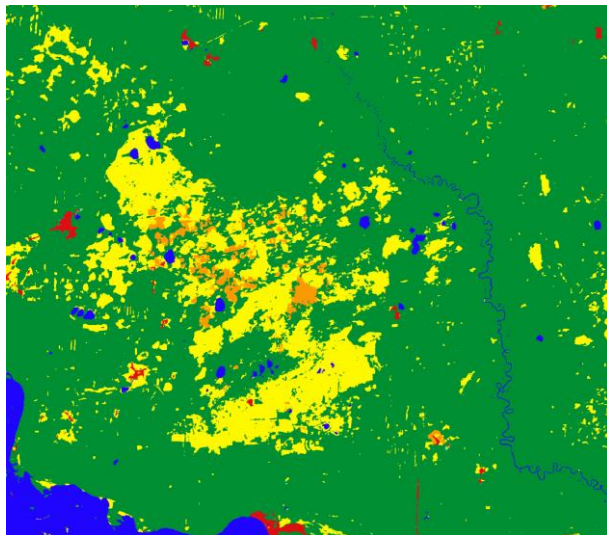
Артефакты и вопросы к точности используемых карт (ошибки классификации)



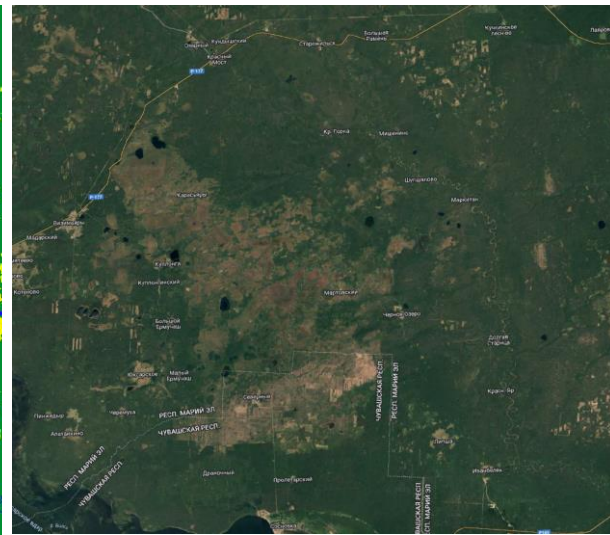
Артефакты и вопросы к точности используемых карт (ошибки классификации)



**Карта
ИКИ**



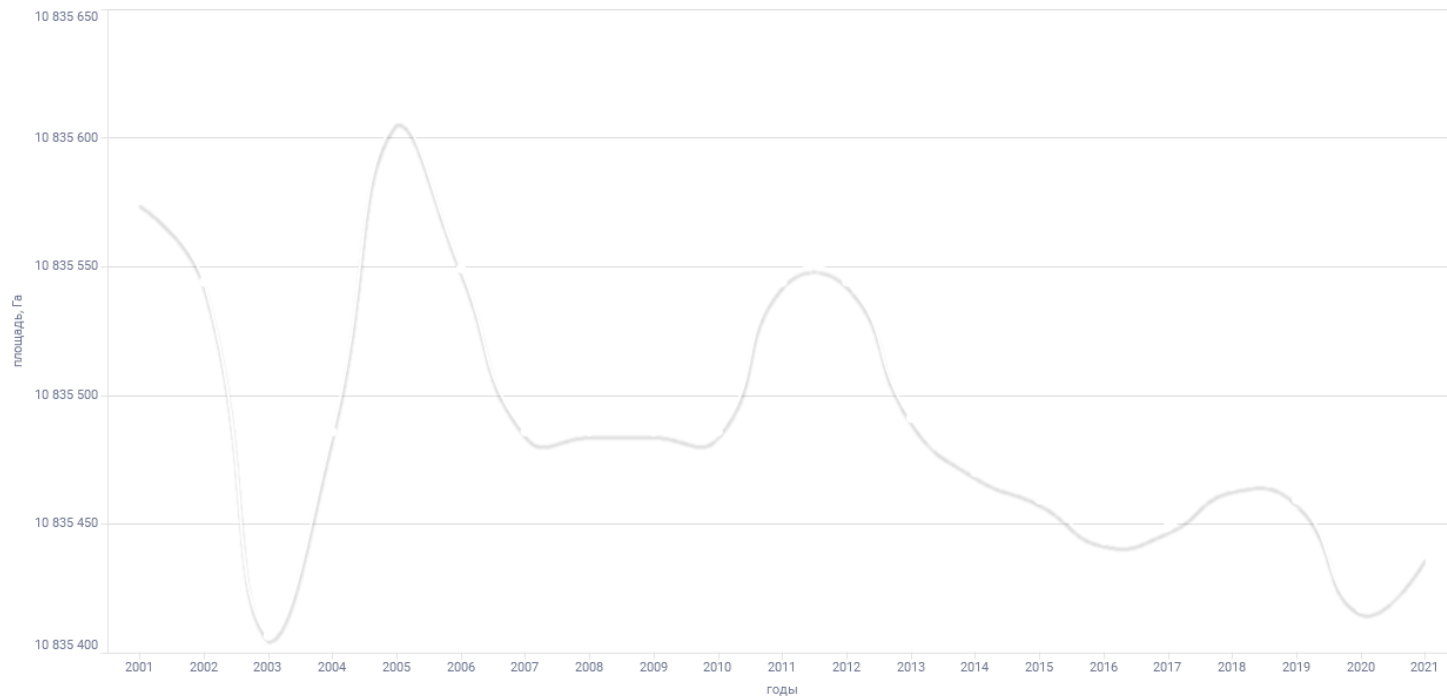
**Карта
ESRI Land Use / Land Cover
(IO observation)**



**Подложка в естественных
цветах**

Артефакты и вопросы к точности используемых карт (отсутствие данных)

классы ↓ ▾	
годы ↓ ▾	<input type="checkbox"/> нет данных
2023	295 558
2022	295 573
2021	10 835 438
2020	10 835 417
2019	10 835 459
2018	10 835 465
2017	10 835 449
2016	10 835 444
2015	10 835 459
2014	10 835 470
2013	10 835 491
2012	10 835 544
2011	10 835 544
2010	10 835 486
2009	10 835 486
2008	10 835 486
2007	10 835 486
2006	10 835 549
2005	10 835 608
2004	10 835 486
2003	10 835 407
2002	10 835 544
2001	10 835 576



нет 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

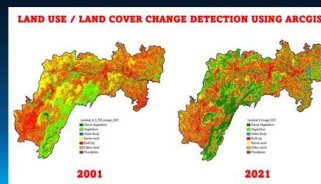
ESA WorldCover European Space Agency, 2021

- 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)



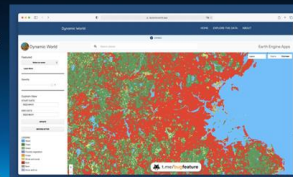
ESRI Land Use Land Cover Impact Observatory, Microsoft, Esri, 2021

- Ежегодно обновляемый глобальный растительный покров
- Коммерческий продукт, доступный бесплатно через ArcGIS Living Atlas (полная интеграция с платформой ArcGIS)
- 9 классов растительного покрова
- Модель сверточных 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



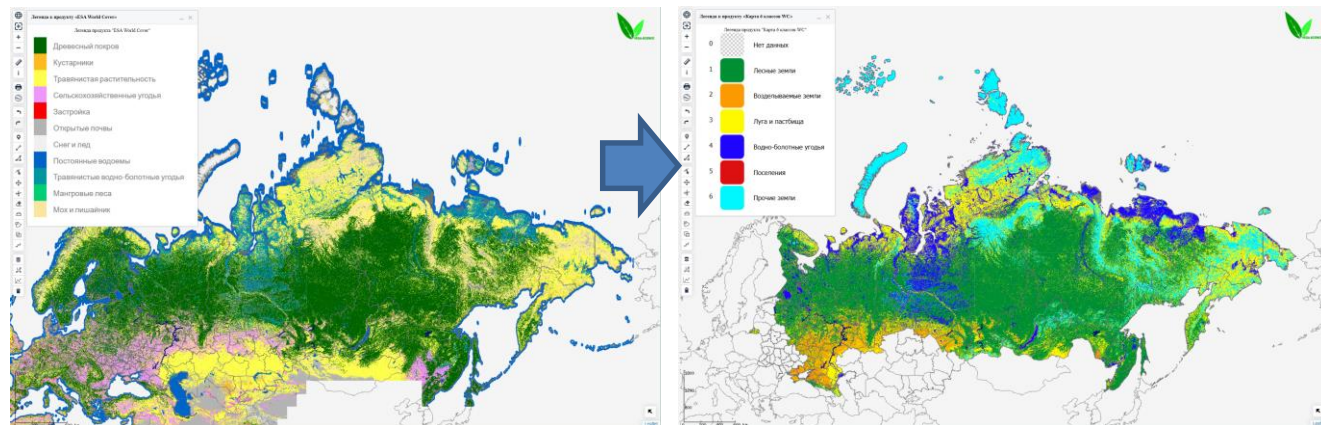
Название	Год издания	Система ДЗЗ	ПР, м	Территория	Временной период	Обновл. (период.)	Кол-во классов	Модель	Точность, %
<i>FROM-GLC10</i>	2017	Sentinel-2	10	Глобальная	2015	-	10	Stable Classification with Limited Global Sample	73
<i>Dynamic World</i>	2020	Sentinel-2	10	Глобальная	2015-2025	2-5 дней	9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

Подробнее обзор других общедоступных картографических продуктов в **XXIII.F.468** Мятлев А.А., Колобахин М.Ю., Кашницкий А.В. [Обзор работ в области картографирования типов землепользования территории России по данным дистанционного зондирования Земли](#)

Подготовка доступных картографических продуктов

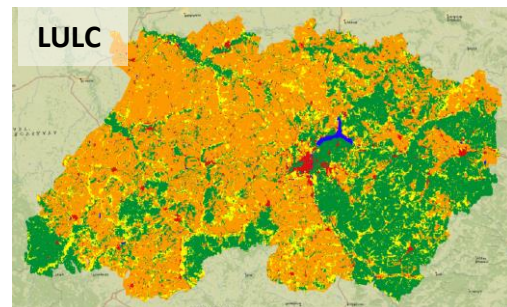
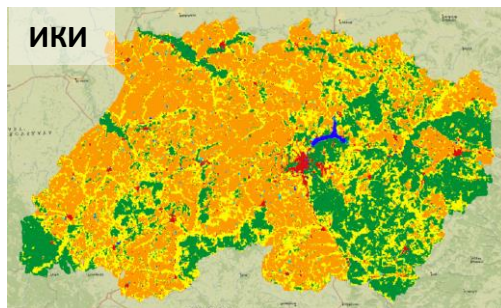
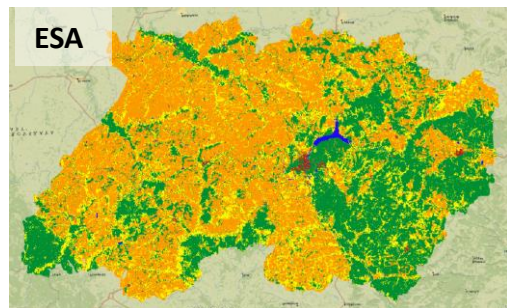
Приведение исходных классов к шести исследуемым

Категории земель МГЭИК	Карты ESA WorldCover
Лесные земли	Tree cover
Пахотные земли	Cropland
Луговые угодья (сенокосы 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

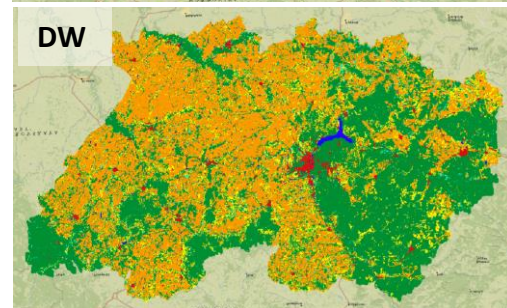
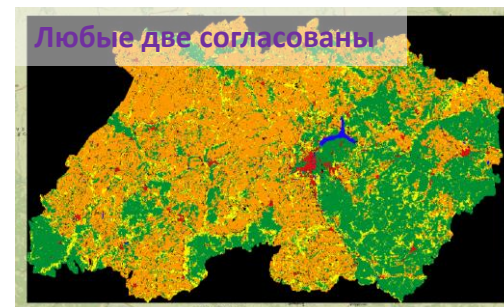


Была проведена работа по оценке сопоставимости карт друг с другом и с картами типов наземного покрова ИКИ РАН. Все материалы были предварительно для каждого региона приведены к одной шести классовой легенде, преобразованы в одну проекцию и размеры. Были составлены карты для 2020-2021 годов, где в оценке сходятся все три источника и где сходятся хотя бы источника. 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

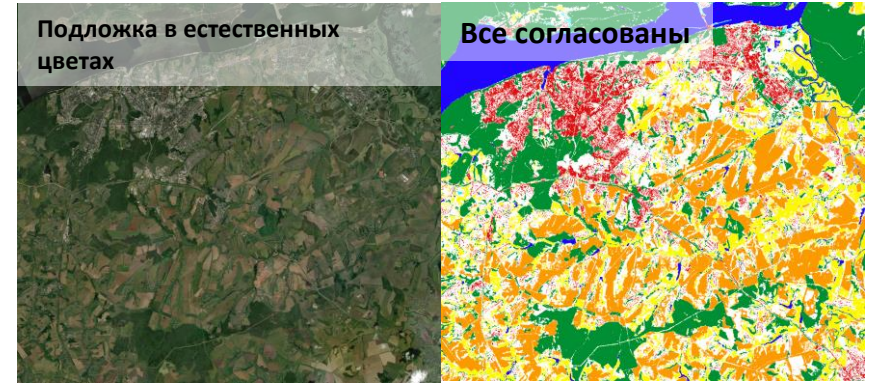
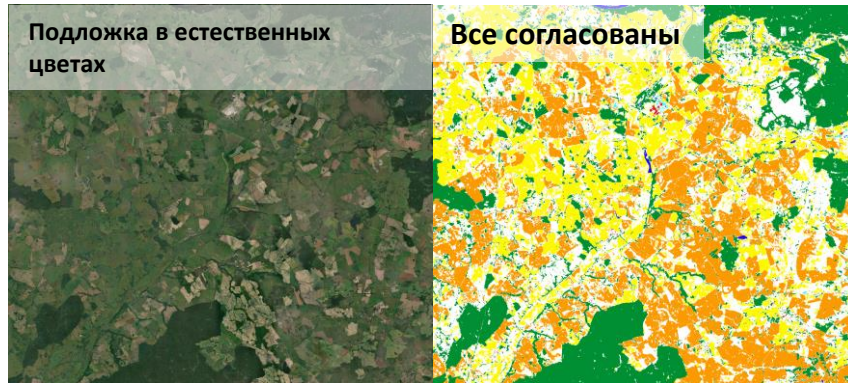


Для всех регионов России был
построен такой набор карт

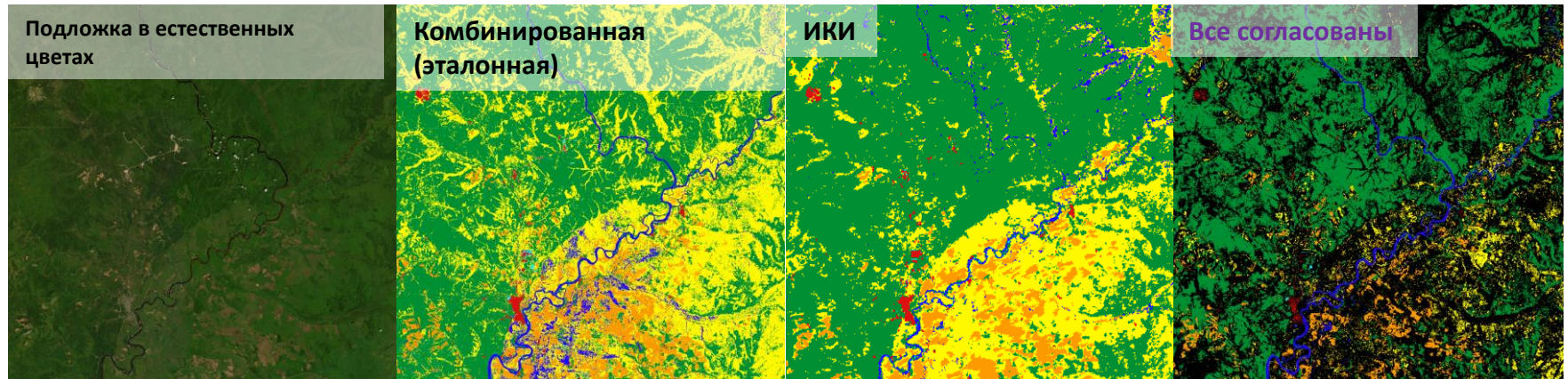


Сопоставление различных карт: примеры расхождений

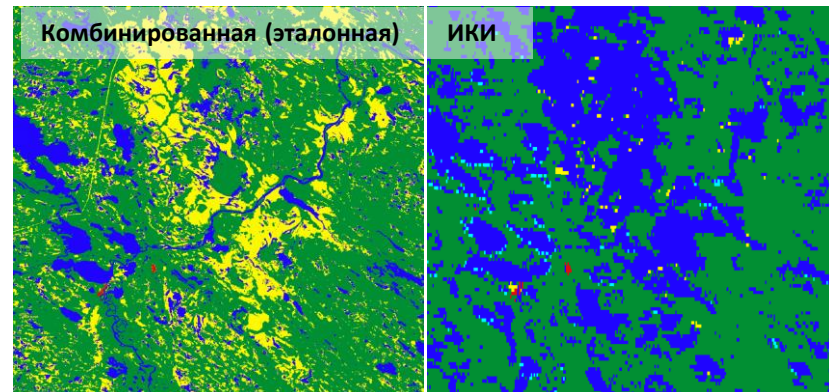
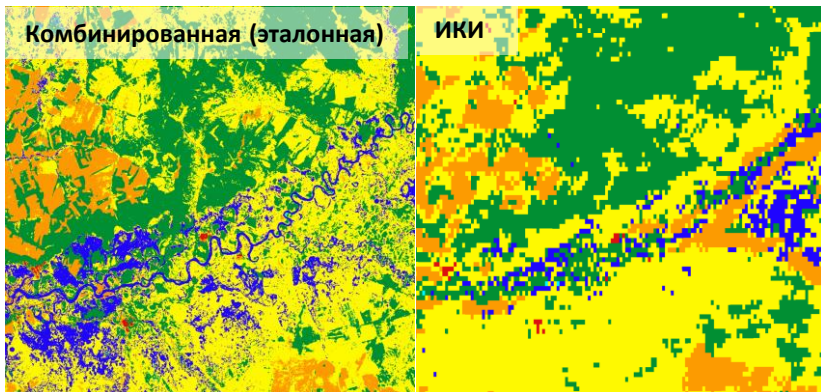
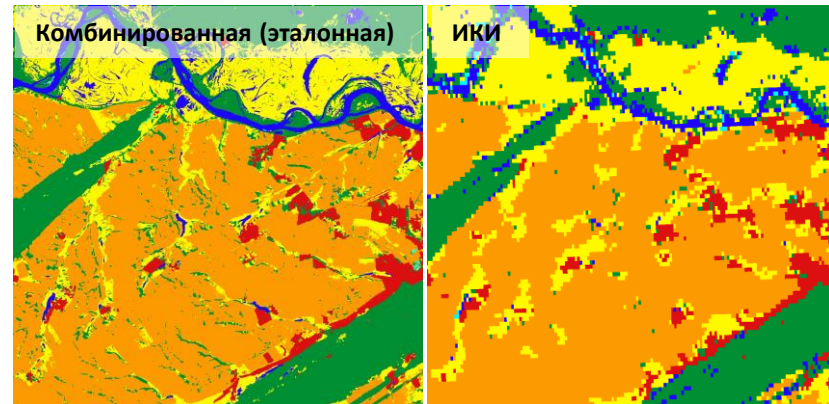
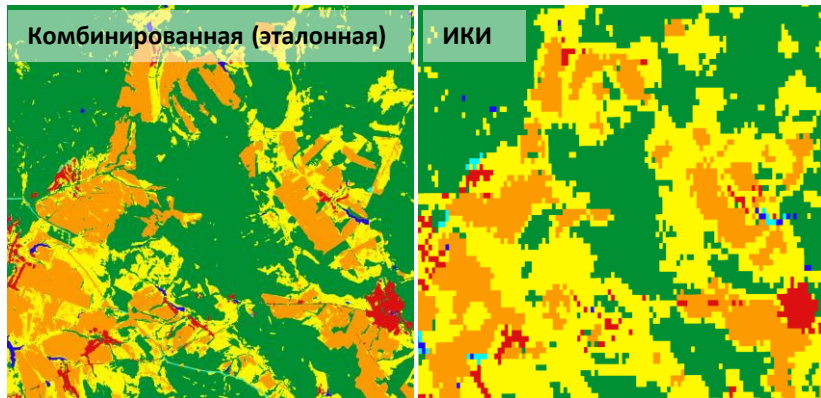
Пример сопоставления карт. Для “Все согласованы” несовпадения указаны белым.



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

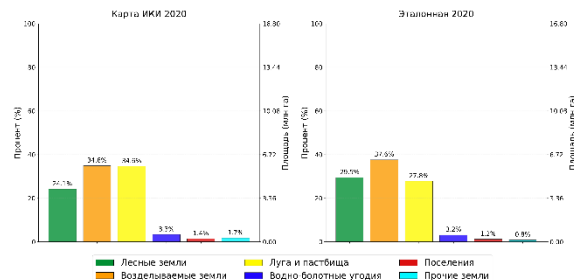


Сопоставление различных карт: примеры расхождений

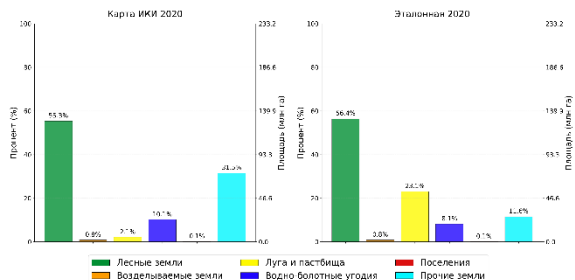


Сопоставление различных карт: различия в площадях классов

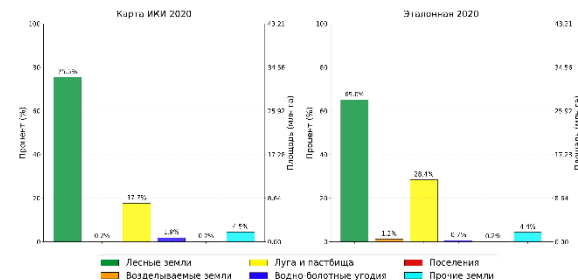
Регион: Алтайский край (код: г1000)



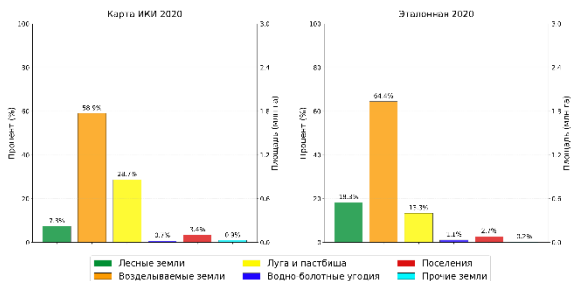
Регион: Красноярский край (код: г4000)



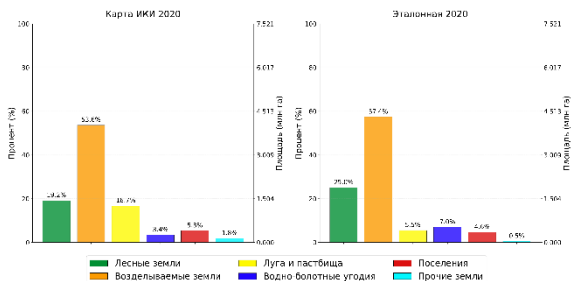
Регион: Забайкальский край (код: г76000)



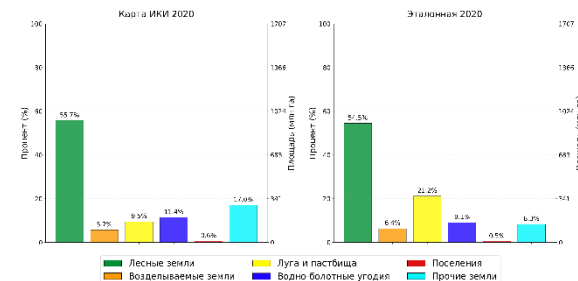
Регион: Курская область (код: г38000)



Регион: Краснодарский край (код: г3000)



Все регионы суммарно



Сопоставление различных карт: тепловые карты расхождений (ИКИ минус Эталон)

region	Лесные земли	Возделываемые	Луга и пастбища	Водно-болотные	Поселения	Прочие земли
Алтайский край, r1000	-5,334635315	-2,739421259	6,866732353	0,107177975	0,216805365	0,88334088
Амурская область, r10000	6,982819595	-0,988137636	-7,206250766	0,655630263	0,026047224	-0,360108681
Архангельская область, r11000	0,046478378	0,107943645	-8,505557983	5,47869147	0,036183746	2,836260745
Ненецкий автономный округ, r11800	-10,272499	-1,63242E-05	-39,13267372	3,759133869	-0,0007074	45,46467575
Астраханская область, r12000	-0,935800353	-3,747599245	17,0015602	-12,98633323	0,04705918	0,621113446
Белгородская область, r14000	9,146271283	-4,480194504	11,99839272	-0,481127981	0,979824889	1,129376163
Брянская область, r15000	-13,33024178	-4,949367656	18,0492129	-0,467744098	0,683648481	0,10449215
Владимирская область, r17000	-5,840702944	-0,139844278	5,577630802	-0,524770232	0,741417738	0,186268914
Волгоградская область, r18000	-2,408203925	-7,466085238	10,17187411	-0,922372362	0,134757946	0,49002948
Вологодская область, r19000	-1,99560809	-0,501234793	-3,629645674	5,887961455	0,131942886	0,106584215
Воронежская область, r20000	-4,390808179	-0,222065949	7,969012272	-0,8589603	0,647298532	0,932632624
Донецкая Народная Республика, r21000	-6,156622208	2,912536671	3,58007785	0,443388186	-0,420679828	-0,346360307
Нижегородская область, r22000	-8,548860145	0,115802773	7,505593202	0,198833033	0,583857806	0,144773331
Запорожская область, r23000	-2,52899464	-12,19894674	1,695208908	14,82899082	-2,233737964	0,437479618
Ивановская область, r24000	-7,565345527	-0,3020223897	9,999171125	-0,102160618	0,485509252	0,203103665
Иркутская область, r25000	0,54285543	-0,017595659	-2,751938824	1,385884023	0,024400906	0,816394034
Республика Ингушетия, r26000	-4,969039886	-1,933425964	7,09869223	0,560345966	0,463264437	-1,219836784
Калининградская область, r27000	-11,00053641	-7,310865567	18,63589663	-2,776818529	0,86484868	0,74751589
Тверская область, r28000	-4,899954344	-1,854784622	4,140025976	2,140302669	0,342486878	0,131923434
Калужская область, r29000	-13,46047652	-0,822238229	13,396385	0,085422384	0,775909766	0,024997604
Краснодарский край, r3000	-5,843073874	-3,741039181	11,18352838	-3,538113439	0,666243164	1,272454955
Камчатский край, r30000	20,63422194	-0,014264365	-34,83851243	9,643469957	-0,000391852	4,457467652
Кемеровская область - Кузбасс, r32000	-7,698202155	-0,249337262	7,227121184	0,361023041	0,266259975	0,975313217
Кировская область, r33000	-9,388040263	-0,538481266	6,098185416	0,617284744	0,143978253	0,067073116
Костромская область, r34000	-5,243490765	-0,395392696	16,61703803	0,792273934	0,86204437	0,042701286
Республика Крым, r35000	-1,550169838	-7,099287611	13,63446445	-1,800335466	0,590418007	-0,810189544
Самарская область, r36000	-3,861559511	-5,349179841	7,644829265	-0,228870799	0,398625445	1,39615544
Курганская область, r37000	-4,0804734	-6,381271317	10,51317362	-1,928591455	0,139516528	1,737646024
Курская область, r38000	-10,92383445	-5,48515671	15,41178814	-0,394678568	0,664895576	0,726986016
Красноярский край, r4000	-1,063456273	-0,001576307	-20,93783864	2,033938012	0,012632408	19,95630062
Санкт-Петербург, r40000	-7,028975573	-3,227032761	6,170046168	-1,932397442	4,759894316	1,251447291
Ленинградская область, r41000	0,678508927	-1,273164393	-5,026615647	4,759366742	0,617378203	0,24454798
Липецкая область, r42000	-5,922679812	-1,646885256	6,277206155	-0,515430425	0,961207994	0,846581343
Луганская Народная Республика, r43000	-8,485916626	7,730109546	1,096203695	-0,566820452	0,702164634	-0,475740798
Магаданская область, r44000	9,479915761	-0,013662956	-23,38422564	5,433628508	0,001188109	8,483156216
Москва, r45000	-9,201256103	-3,585678155	7,803361295	0,031403295	0,515822019	-0,199651286
Московская область, r46000	-7,485840597	-4,505511186	9,389810279	-0,04249991	2,415305132	0,228760281
Мурманская область, r47000	-4,328230913	-0,003275315	-28,72210597	11,69387906	0,018856808	21,00097632
Новгородская область, r49000	-0,656018512	-0,52462439	6,12777371	0,252862964	0,120118968	
Приморский край, r5000	-2,202377158	-0,587047472	4,233942684	-1,496792879	0,186678471	-0,134403647
Новосибирская область, r50000	-7,480907161	-0,074507889	10,85879103	-1,119744355	0,125486703	1,686819019
Омская область, r52000	-1,497561416	-4,380689397	8,60387813	-3,136430001	0,100603614	0,310199071
Оренбургская область, r53000	-2,561432053	-10,20467834	10,4295345	0,38959235	0,071060545	1,875923002
Орловская область, r54000	-13,70631068	-4,014988719	16,9027494	-0,157135592	0,736675075	0,247635923

region	Лесные земли	Возделываемые	Луга и пастбища	Водно-болотные	Поселения	Прочие земли
Орловская область, r54000	-13,70610608	-4,010948719	16,9027494	-0,157135592	0,736675075	0,234765923
Пензенская область, r56000	-0,05123571	-1,19485856	10,49875156	-0,180125755	0,484058282	0,434443881
Пермский край, r57000	-6,317581097	-10,07082638	4,487495653	1,623257767	0,184572722	0,129338043
Псковская область, r58000	-6,422371667	-0,130576288	5,238142953	1,939484682	0,37198315	-0,096668283
Ростовская область, r60000	-3,189763028	-8,056157925	11,43445425	-1,260898244	0,255645457	0,816719496
Рязанская область, r61000	-6,95065284	-2,408981273	8,893556714	-0,409654344	0,652060476	0,223671268
Саратовская область, r63000	-2,532579835	-8,62655078	10,41692478	-0,377037874	0,1910026	0,964345105
Сахалинская область, r64000	-1,077418247	0,105927871	-3,542670002	3,559521147	0,015316681	0,93932255
Свердловская область, r65000	-1,822538247	-0,75275354	-1,549513293	5,230309978	0,182468395	-1,287973293
Смоленская область, r66000	-15,94084349	-2,087366944	17,2528672	0,253854824	0,413172011	0,108316361
Севастополь, r67000	-25,68411387	9,383783602	36,98467031	-1,476343651	1,559810647	-2,000239835
Тамбовская область, r68000	-4,789965711	-0,900846938	5,205238502	-0,543470646	0,512664132	0,516380661
Томская область, r69000	-1,775315797	0,182096881	-11,48421781	14,46029713	0,041986628	-1,42487033
Ставропольский край, r7000	-2,195606267	-8,274407232	10,24180854	-0,345094671	0,33263953	0,240774141
Тульская область, r70000	-13,98617912	-0,3027999331	15,68529589	-0,059489331	1,007733884	0,380638011
Туменская область, r71000	1,173912495	-1,561680557	-4,859243626	8,168094929	0,102752808	-0,302611049
Ханты-Мансийский автономный округ - Ю	4,432063634	-0,048413864	-11,39238979	11,33177603	0,02718292	-4,350218935
Ямало-Ненецкий автономный округ, r7190	1,090635071	-0,000733901	-23,79954883	-4,159603188	0,00160939	26,86098991
Ульяновская область, r73000	-7,996876024	-0,031146554	7,339058555	-0,045578078	0,402931374	0,331610727
Херсонская область, r74000	-2,741250313	-2,952340827	2,690891385	3,483385202	-0,436112184	-0,044573263
Челябинская область, r75000	-3,468756481	-4,468002757	7,155043737	-0,296441406	0,027422821	0,8070734087
Забайкальский край, r76000	10,47854334	-1,034328389	-10,7728784	1,248936237	0,00072861	0,07899861
Чукотский автономный округ, r77000	6,315100802	-1,71604E-05	-44,84334659	1,521011134	-0,00730532	37,01158235
Ярославская область, r78000	-5,902011375	-1,853448977	6,331535427	0,474115907	0,56081417	0,38899448
Республика Адыгея Адыгея, r79000	-11,80719867	-3,332200612	13,25226424	-0,065316322	0,772407346	1,180044041
Хабаровский край, r8000	4,634983378	0,010764751	-5,702001543	1,556833391	0,016582248	-0,517162225
Республика Башкортостан, r80000	-7,56004272	-0,043054316	6,849023699	0,147422179	0,332810807	0,273840351
Республика Бурятия, r81000	10,44829454	-0,250531963	-11,85288257	0,709738381	0,004360559	0,941021051
Республика Дагестан, r82000	-5,046922161	-6,641353276	15,98246009	-4,98985897	0,286508658	0,418262588
Кабардино-Балкарская Республика, r83000	-0,601008372	-6,540927713	8,058373155	-0,17713661	0,421651144	4,239077078
Республика Алтай, r84000	-0,861460245	-0,19371913	-12,65454245	0,364781071	0,37588302	13,13480524
Республика Калмыкия, r85000	-0,094309209	-3,555136015	4,169628153	-1,419879193	0,022050701	0,877645565
Республика Карелия, r86000	0,201857367	-0,01756458	-8,86306147	7,659372582	0,05089509	0,96396036
Республика Коми, r87000	-5,11795929	0,041351168	8,342209546	9,059764651	0,047330854	4,33422802
Республика Марий Эл, r88000	-6,55560861	-0,21247991	7,37037495	0,5606767248	0,458434469	0,218164054
Республика Мордовия, r89000	-8,454979951	-0,763474931	8,334681467	-0,086555983	0,599304017	0,371025381
Республика Северная Осетия - Алания, r90	-8,643249104	-4,740375041	10,16555727	0,07485685	0,572125392	2,571114236
Караево-Черкесская Республика, r91000	-10,7269699	3,285255711	8,916905783	0,486097421	0,313077297	4,296150613
Республика Татарстан Татарстан, r92000	-5,251270162	1,577184089	2,844992302	-0,387049962	0,592834271	0,623309462
Республика Тыва, r93000	3,925355307	2,992734503	-15,32138999	-0,157729175	-3,58646E-06	8,245576359
Удмуртская Республика, r94000	-8,859043744	-1,595858392	10,11336698	0,003623558	0,102995938	
Республика Хакасия, r95000	-1,274779589	0,931354438	-1,608082916	0,119779843	0,054146986	1,777581238
Чеченская Республика, r96000	-7,242024421	-0,78078249	16,65571579	-0,614578253	0,564340918	-5,55974578
Чувашская Республика - Чувашия, r97000	-6,490313039	-5,323641292	9,893468817	0,546907478	0,912137445	0,461440591
Республика Саха Якутия, r98000	3,829899284	-0,017343247	-16,55286669	1,243343541	0,00371961	11,49315564
Еврейская автономная область, r99000	-1,507335406	0,747277652	16,29252578	-15,68043582	0,097501688	0,050465842

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

Коррекция площадей: формула

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

где

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

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

Нормировка:

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

где

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

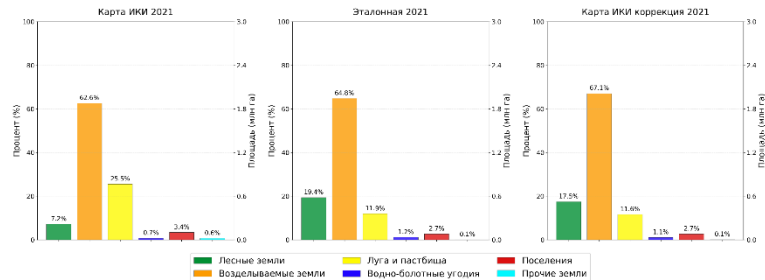
Коррекция площадей: тепловая карта коэффициентов коррекции

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	0,967237374	0,846780559	0,482763307	Орловская область_r54000	2,599701511	1,069664424	0,447481627	1,69054628	0,730485895	0,227013717
Амурская область_r10000	0,910137733	0,1026320914	1,537590644	0,805303197	0,875730609	1,26167745	Пензенская область_r60000	1,404822919	1,027969113	0,635581365	1,323574355	0,809723381	0,179708018
Архангельская область_r11000	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	112,9941987	0,907234184	1,03352386	0,068876129	Псковская область_r58000	1,094780428	1,718856708	0,738618089	0,788048007	0,686185645	1,27234225
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	1,078746466	0,717073675	1,328454598	0,77233141	0,5563287
Брянская область_r15000	1,320823387	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	0,746417994	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	1,439822254	0,547249315	0,757492156	0,728448391	0,548953946
Воронежская область_r20000	1,43662965	1,070621183	0,676117396	2,512188321	0,840793399	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	0,835352655	1,058509629	4,366084315	Тамбовская область_r68000	1,36542541	1,013885679	0,711100771	2,070499347	0,822314754	0,147474379
Нижегородская область_r22000	1,153549913	0,991929889	0,687710772	0,923386363	0,799603525	0,66683307	Томская область_r69000	1,026896171	0,816717312	3,410609597	0,482833915	0,809375576	26,77968339
Запорожская область_r23000	0	1,174674405	0,698276304	0,335278042	2,394742172	0,309187109	Ставропольский край_r7000	3,595510136	1,123924805	0,629493436	1,308725583	0,88145498	0,70570441
Ивановская область_r24000	1,12509139	1,508502807	0,619705472	1,03268772	0,81446632	0,434792174	Тульская область_r70000	1,91858359	1,071879723	0,577169594	1,097762845	0,771036954	0,298388973
Иркутская область_r25000	0,99373773	1,016152018	1,934299444	0,699611568	0,895849664	0,815735438	Тюменская область_r71000	0,97862403	1,356714796	1,277313281	0,627823003	0,858559548	6,924082986
Республика Ингуштия_r26000	1,187488956	1,069902319	0,799817448	0,213119411	0,92601159	1,358455243	Ханты-Мансийский автономный округ - Юр_г71900	0,926646727	31,18753272	5,473783851	0,685800949	0,86366313	6,678102924
Калининградская область_r27000	1,490124931	1,5080812	0,656540932	1,992455179	0,796651324	0,14471577	Ямало-Ненецкий автономный округ_r71900	0,962761007	4,597137626	17,37795477	1,109673366	0,997171371	0,140879469
Тверская область_r28000	1,067312113	1,978639349	0,775374605	0,581671936	0,748037524	0,673283933	Ульяновская область_r73000	1,264562042	1,000873389	0,706943768	1,007581759	0,89355841	0,395418961
Калужская область_r29000	1,243390088	1,082236337	0,565389802	0,846056691	0,751347888	0,873830486	Херсонская область_r74000	7,585011551	1,041396911	0,726984276	0,7670581	1,177436309	1,044666903
Краснодарский край_r3000	1,304897297	1,06977532	0,330152582	2,032198424	0,874408334	0,290678139	Челябинская область_r75000	1,105024246	1,204338546	0,809656022	1,076711657	0,91221762	0,324389936
Камчатский край_r30000	0,648196307	7,641469567	16,96943505	0,327096299	1,0137295	0,185535311	Забайкальский край_r76000	0,861242392	5,855979598	1,609824894	0,359175181	0,995970058	0,982346003
Кемеровская область - Кузбасс_r32000	1,115787173	1,027229965	0,643426315	0,693661483	0,846845574	0,920522457	Чукотский автономный округ_r77000	0,655917342	0	132,2621527	0,853323368	1,198676189	0,278283083
Кировская область_r33000	1,131292052	1,086428611	0,538808487	0,583832663	0,840899004	0,549393423	Ярославская область_r78000	1,098074164	1,685403223	0,727332623	0,957130548	0,760380501	0,415845044
Костромская область_r34000	1,063210937	1,265980809	0,635032491	0,592740895	0,781413424	0,617289952	Республика Адыгея Адыгея_r79000	1,351071825	1,106945248	0,426404769	1,014172204	0,858725907	0,407718475
Республика Крым_r35000	1,721249427	1,15009333	0,59419831	1,262919649	0,886199879	0,208540342	Хабаровский край_r8000	0,942598736	0,915931419	1,963895835	0,738527397	0,823736265	0,172217871
Самарская область_r36000	1,287594317	1,107073996	0,721651096	1,057267937	0,887107376	0,139602066	Республика Башкортостан_r80000	1,186987947	1,0020168	0,799985779	0,869607885	0,860267208	0,512943306
Курганская область_r37000	1,150178587	1,362197725	0,776523008	1,393023689	0,887120518	0,141608382	Республика Бурятия_r81000	0,847809514	1,678310246	2,356892412	0,905085146	0,937302023	0,935328975
Курская область_r38000	2,487943239	0,190305477	0,463123232	1,536585664	0,802964213	0,188970825	Республика Дагестан_r82000	1,852436054	2,834721425	0,792323544	3,416943305	0,90208713	0,9508313
Красноярский край_r4000	1,019215978	1,001942104	10,900387753	0,799289875	0,855102474	0,366674105	Кабардино-Балкарская Республика_r83000	1,431673779	1,285516827	0,809268672	1,350495492	0,896511844	0,740813664
Санкт-Петербург_r40000	1,278991358	1,861447319	0,597896588	1,155440934	0,884312804	0,410135187	Республика Алтай_r84000	1,017027175	1,053787739	1,696515129	0,723928848	0,845420582	0,159595945
Ленинградская область_r41000	0,989929982	2,07546718	1,856806203	0,78562165	0,768662782	0,647641003	Республика Калмыкия_r85000	2,721505569	1,421938386	0,952167843	1,697739684	0,915743577	0,570357343
Липецкая область_r42000	1,644018535	1,024839623	0,654254995	1,839720361	0,796046543	0,170454677	Республика Карелия_r86000	0,996918261	1,17629505	9,427447857	0,747546161	0,868828293	0,1985477
Луганская Народная Республика_r43000	2,218861955	0,88148124	0,948751543	2,130927276	0,876616089	3,040994645	Республика Коми_r87000	1,068036545	0,455613446	3,028871729	0,349222704	0,83379077	0,335096621
Магаданская область_r44000	0,834829263	0	8,063520447	0,285887243	0,944050168	0,73209367	Республика Марий Эл_r88000	1,110413217	1,16164462	0,647678064	0,873447487	0,808064615	0,602938107
Москва_r45000	1,253904065	2,468835998	0,497150689	0,981473631	0,882437843	1,702346232	Республика Мордовия_r89000	1,266233322	1,022904298	0,732094287	0,720275962	0,792487378	0,25524299
Московская область_r46000	1,145987104	1,507459274	0,616852996	1,019928845	0,809111424	0,585013962	Республика Северная Осетия - Алания_r90	1,388802337	1,202838033	0,715422423	0,899189093	0,884198495	0,802141719
Мурманская область_r47000	1,094357282	15,33413755	66,57253323	0,545057901	0,892205984	0,230488943	Караево-Черкесская Республика_r91000	1,437256454	1,396566458	0,821532464	0,623044679	0,88182036	0,685570695
Новгородская область_r49000	1,008412793	1,679270031	1,580236458	0,438880861	0,759395937	0,959134475	Республика Татарстан Татарстан_r92000	1,293016704	0,96788988	0,871524714	1,065244836	0,855357452	0,206439751
Приморский край_r5000	1,026818226	1,164563913	0,621646934	1,670811774	0,7672102	2,551725471	Республика Тыва_r93000	0,929178424	0,062003423	1,886219598	0,889639334	1,00051333	0,634526862
Новосибирская область_r50000	1,241990504	1,347392241	0,760467751	1,124208635	0,879143217	0,148998063	Удмуртская Республика_r94000	1,171665193	1,093301676	0,628239427	0,997376006	0,786913546	0,83265346
Омская область_r52000	1,039828287	1,233828687	0,751637359	1,451131112	0,900441092	0,707270528	Республика Хакасия_r95000	1,022122321	0,774324598	1,054081818	0,943617764	0,91568845	0,170586749
Оренбургская область_r53000	1,668665029	1,262661575	0,802266305	0,599225433	0,942990349	0,203213758	Чеченская Республика_r96000	1,368727081	1,18251793	0,678189995	2,076216889	0,895878516	4,137980208
							Чувашская Республика - Чувашия_r97000	1,200693238	1,19660601	0,682940408	0,826249093	0,835925553	0,226614746
							Республика Саха Якутия_r98000	0,94213455	246,2953795	19,77195128	0,89149341	0,861879849	0,464073279
							Еврейская автономная область_r99000	1,02980843	0,867145661	0,55909892	3,54534477	0,780953215	0,797866699

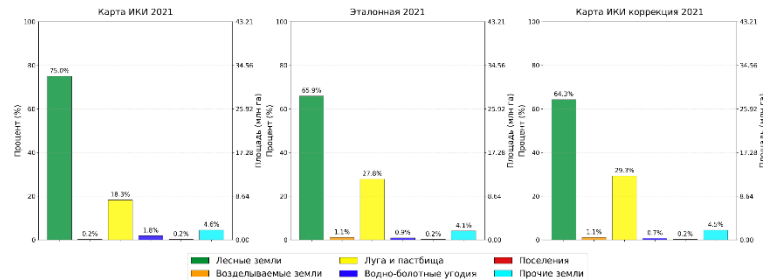
Тепловая карта коэффициентов коррекции, полученных по данным 2020 года для каждого класса для всех регионов России

Площади после коррекции

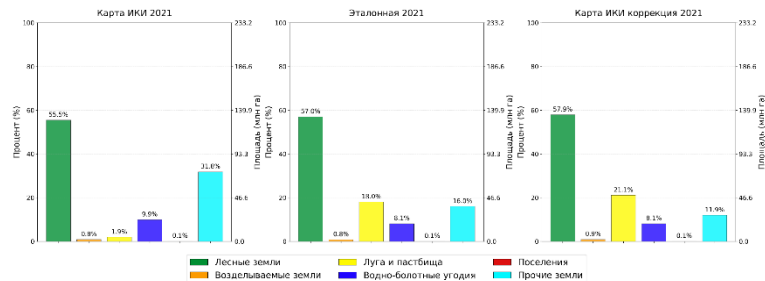
Регион: Курская область (код: г38000)



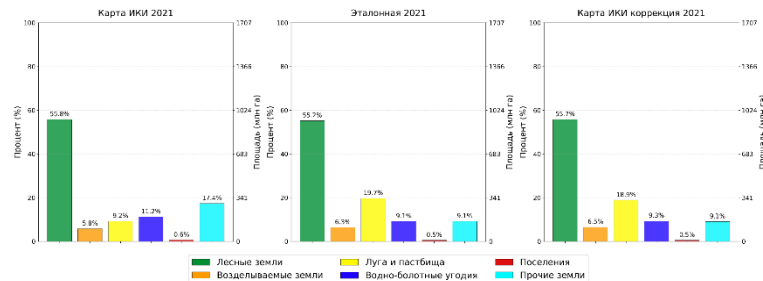
Регион: Забайкальский край (код: г76000)



Регион: Красноярский край (код: г4000)



Все регионы суммарно



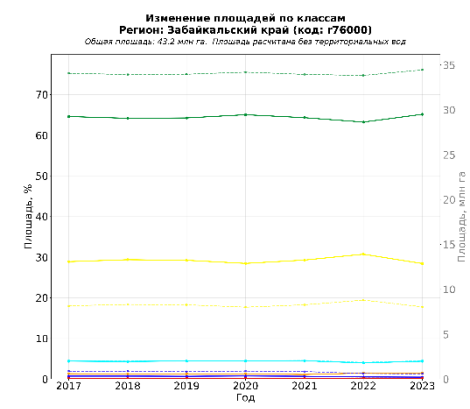
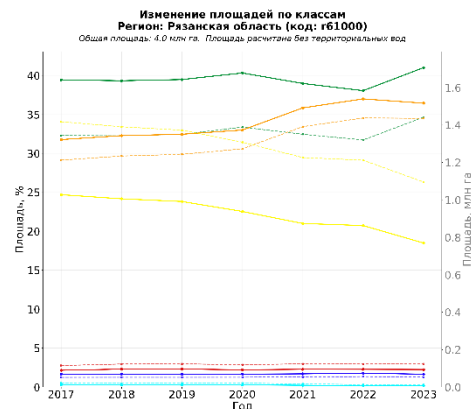
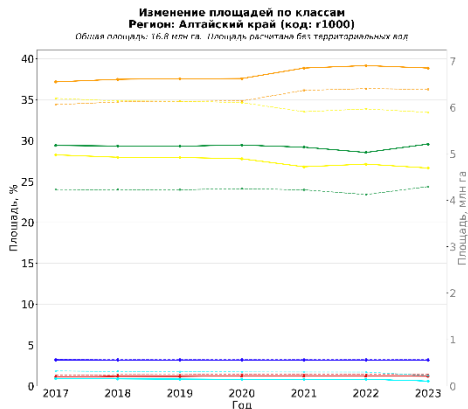
Коррекция площадей: тепловая карта расходов скорректированных площадей

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
Амурская область, r10000	1,296370299	-0,373569704	-0,757776563	0,089352626	-0,2025754
Архангельская область, r10000	-1,153318537	0,026756247	1,226210264	-0,570533691	-0,0074398
Ненецкий автономный округ, r11800	4,817918693	3,98178E-05	-7,464770655	3,677026174	-0,0016409
Астраханская область, r20000	0,841780779	1,376099527	-1,034995289	-1,1038579	0,02024044
Белгородская область, r40000	1,505381328	-2,268046269	0,749886060	0,063937796	0,02366731
Брянская область, r15000	2,083392923	-0,385695369	-1,39995637	-0,123955048	-0,0577164
Владимирская область, r170000	0,546233498	0,261238208	0,713854774	-0,358103559	-0,192986064
Вологодская область, r18000	0,470814741	-3,302986796	3,185890626	-0,084303764	-0,0055581
Вологодская область, r19000	-0,426077185	0,13144627	0,955476465	-0,571007264	-0,0279492
Воронежская область, r20000	0,722450489	-2,802464815	2,248902431	-0,04493517	-0,0091177
Донецкая Народная Республика, r21000	-1,998647747	-0,303307871	2,724631411	-0,049935282	-0,1720783
Нижегородская область, r22000	0,708011064	-0,22300827	-0,145551173	-0,127798991	-0,0234452
Запорожская область, r23000	3,162611299	-3,579027103	0,892727969	-0,482644778	-0,0315629
Ивановская область, r24000	0,716071556	-0,964259437	0,785618665	-0,363667549	-0,054282
Иркутская область, r25000	-0,593689898	0,120318032	0,321529156	0,107626368	-0,0048206
Республика Ингушетия, r26000	0,435688274	-0,229770333	-0,359105817	0,055081552	-0,1003413
Калининградская область, r27000	2,917648139	-1,872765769	-1,265828657	0,162965796	0,15955861
Тверская область, r28000	1,017095407	-0,575724672	0,09381871	-0,31839982	-0,0327825
Калужская область, r29000	0,402718174	1,788246672	-2,011720128	-0,023519731	-0,0310325
Краснодарский край, r3000	0,62068476	-1,429654138	0,607618516	0,342819226	0,00987023
Камчатский край, r30000	1,150257603	-0,00556164	3,722674135	-0,723268807	-0,0122586
Кемеровская область - Кузбасс, r32000	0,941924791	-0,229712165	-0,192204493	0,004674609	-0,0265075
Кировская область, r33000	2,16864054	-0,469634908	0,391380874	-0,096096932	-0,0173135
Костромская область, r34000	0,177139421	-0,206411243	0,161284854	-0,056374188	-0,0219304
Республика Крым, r35000	0,468680247	-4,037835161	3,552946101	0,843142235	0,10403406
Самарская область, r36000	1,080301085	-2,05692407	0,951234823	0,115758227	0,0320333
Курганская область, r37000	0,609891801	0,013416239	-0,48893802	0,072185818	0,00431346
Курская область, r38000	1,946177637	-2,283958956	0,062212154	0,062212154	-0,01069303
Красноярский край, r4000	-0,918257396	-0,054008161	-3,066563357	-0,005605017	-0,0021655
Санкт-Петербург, r40000	0,046996098	-1,077714148	0,062846464	0,199537277	0,91330708
Ленинградская область, r41000	0,605476167	-0,011019106	-0,220706716	-0,281975186	-0,0111935
Липецкая область, r42000	1,041903782	-2,273849411	1,426896347	-0,099261308	-0,0187431
Луганская Народная Республика, r43000	-0,33157568	0,472385882	0,422246065	-0,032198389	-0,0590209
Магаданская область, r44000	-5,251861957	0,008827061	8,005972729	-0,319521714	-0,0065405
Москва, r45000	-0,074403342	-0,380312132	0,074602285	0,003687769	0,7764972
Московская область, r46000	1,101520442	-1,193440617	0,485115796	-0,110867101	-0,0441646
Мурманская область, r47000	-1,492241886	-0,000125552	1,405139797	0,055054738	-0,0088412
Новгородская область, r49000	1,005095123	0,338395726	-1,276475898	0,000199308	-0,0216719
Псковский край, r5000	0,016591799	0,187566343	0,713026415	-0,825843779	0,00252182
Новосибирская область, r50000	1,687864266	-0,553435098	-1,628451966	0,528215473	-0,0035468
Омская область, r52000	1,177293811	0,283490706	-2,157678592	0,89956715	-0,0077997
Оренбургская область, r53000	0,930115131	-0,518812012	-0,191991518	0,079201206	-0,0053534

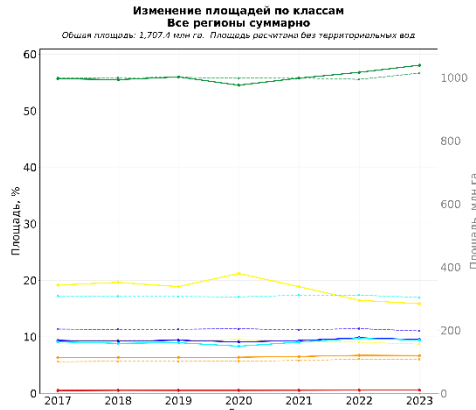
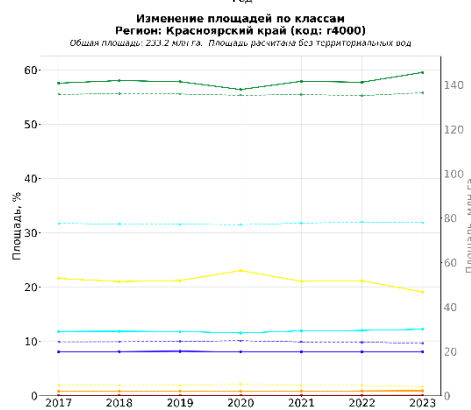
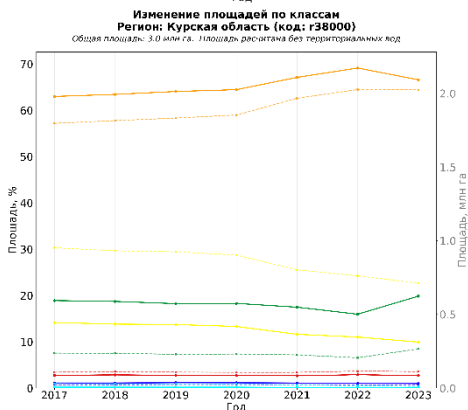
region	Лесные земли	Возделываемые Луга и пастбища	Водно-болотные	Поселения	Прочие земли
Орловская область, r54000	1,785937719	-2,066247963	0,284550851	0,014826512	0,01419233
Пензенская область, r56000	1,662671245	-1,586485505	0,066971456	-0,002338741	-0,082909
Пермский край, r57000	0,267097547	0,20176901	-0,342091141	-0,022528823	-0,0250325
Псковская область, r58000	1,737286047	0,506687944	-2,057364584	0,034692368	-0,0909375
Ростовская область, r60000	0,702773463	-4,464705331	3,783831688	0,189145001	-0,184934
Рязанская область, r61000	1,965444253	-2,084332474	0,490371314	-0,140025981	-0,0352599
Саратовская область, r63000	1,053370413	-3,310200543	2,318014388	0,094832424	-0,0009289
Сахалинская область, r64000	1,204910222	-0,088476732	0,319393111	-0,012504294	-0,0589095
Свердловская область, r65000	-0,932186631	-0,028436073	1,034796493	0,953013823	-0,0039001
Смоленская область, r66000	1,578602356	1,376572838	-2,770555714	-0,06011381	-0,0393518
Севастополь, r67000	-1,418025771	-0,063059007	1,864479897	0,547103319	0,45824972
Тамбовская область, r68000	0,877005258	-1,594539657	0,895270787	-0,028197988	-0,096146
Томская область, r69000	0,635000865	-0,034478959	-0,933633327	0,170095318	0,0065539
Ставропольский край, r7000	0,437295208	-3,565914753	3,267845183	0,11102956	0,05662314
Тульская область, r70000	1,507305088	-1,707925142	0,273249224	0,029184672	-0,0278168
Тюменская область, r71000	-0,756070639	0,16441116	0,138480682	1,175292942	0,00330238
Ханты-Мансийский автономный округ, r72000	-0,57206783	-0,035386542	2,929294456	-1,194464961	0,0090862
Имало-Ненецкий автономный округ, r73000	-1,763258574	-0,001053192	3,132185677	-1,548669223	-0,0074368
Ульяновская область, r73000	1,458234203	-0,74399159	-0,541134691	0,002116659	-0,0205676
Херсонская область, r74000	0,547608154	-1,837895986	1,800938963	-0,209192831	0,15324738
Челябинская область, r75000	0,410155753	-0,397710847	0,430328517	-0,228492259	-0,0133655
Забайкальский край, r76000	1,596663068	-0,003928275	-1,423668145	0,222662734	-0,0137005
Чукотский автономный округ, r77000	-1,953161884	0,000284371	6,645595026	-1,329927605	-0,0008911
Ярославская область, r78000	0,597160696	0,473411176	-0,687207212	-0,201300788	-0,1108392
Республика Адыгея Адыгея, r79000	0,427191095	-1,837786222	0,504072329	0,998028879	0,01993994
Хабаровский край, r8000	0,125091456	0,026981796	-0,339777623	-0,007621689	-0,0060289
Республика Башкортостан, r80000	0,155606383	0,907078197	-0,929100251	-0,019610112	-0,0113998
Республика Бурятия, r81000	0,594812317	0,131330752	-0,863252004	0,328109532	-0,0125568
Республика Дагестан, r82000	1,799961924	-0,493737344	3,312442557	-1,118805323	-0,0195072
Кабардино-Балкарская Республика, r83000	1,105599909	-2,555083065	0,726402449	-0,038744726	0,01285728
Республика Алтай, r84000	0,318583996	0,169370843	0,376426212	0,014194882	-0,0040902
Республика Калмыкия, r85000	0,019022638	0,008343757	0,037247973	0,054357512	0,00837854
Республика Карелия, r86000	1,769330286	-0,008314288	2,584783112	-0,664250054	-0,12839248
Республика Коми, r87000	-0,566005766	-0,000272956	0,415802518	0,274974173	-0,0013182
Республика Марий Эл, r88000	0,074067263	-0,704005562	0,37203549	-0,128439832	-0,023335
Республика Мордовия, r89000	1,509636645	-1,257019404	-0,224384879	0,024022735	0,0220094
Республика Северная Осетия - Алания, r90000	0,988843393	-1,900066483	0,498634396	0,03768898	0,01210786
Карачаево-Черкесская Республика, r91000	0,998165057	-0,324612292	-0,607540811	0,056909483	-0,00308544
Республика Татарстан Татарстан, r92000	0,774976238	0,472434937	-1,068362223	-0,066731984	0,00367407
Республика Тыва, r93000	2,589651529	0,263781902	-0,58674884	0,09911485	-0,00296929
Удмуртская Республика, r94000	0,408108007	-0,456711242	0,147117255	-0,00609757	-0,0093706
Республика Хакасия, r95000	0,609774938	1,118606622	-1,3777969	0,106696799	-0,0162288
Чеченская Республика, r96000	0,299203316	-2,585769678	7,659193032	-0,214059997	-0,0879378
Чувашская Республика - Чувашия, r97000	1,333232279	-0,418720424	-0,81323016	-0,002557723	0,01492948
Республика Саха Якутия, r98000	-2,170745638	-0,003588192	2,477065441	-0,297593786	-0,0023124
Еврейская автономная область, r99000	1,988393836	0,873028279	2,541980255	-5,251735842	-0,1008749

Тепловая карта расходов 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 площади по карте ИКИ 2021 года.

Коррекция площадей по годам



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



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.

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. Особенно 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.



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).