

Программный комплекс подготовки данных для Национальных Кадастров парниковых газов по данным ДЗЗ (ПК НК ДЗЗ)

*М.А. Бурцев, Е.А. Лупян, И.В. Балашов, А.В. Кашницкий, А.М. Константинова, Д.А. Кобец,
О.А. Суднева (1)*

П.Д. Полумиева, А.А. Трунов, Д.М. Самохвалов (2)

(1) Институт Космических Исследований РАН

(2) Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля»

ВИП ГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ»

- Разработка системы утверждена Распоряжением Правительства от 29.10.2022;
- Система предназначена для формирования достоверных и международно признаваемых научных данных для оценки антропогенных и природных потоков климатически активных веществ, в том числе парниковых газов, на территории Российской Федерации;
- Среди задач - техническое перевооружение, цифровизация и актуализация Национального кадастра парниковых газов, в том числе совершенствование сбора исходных данных.

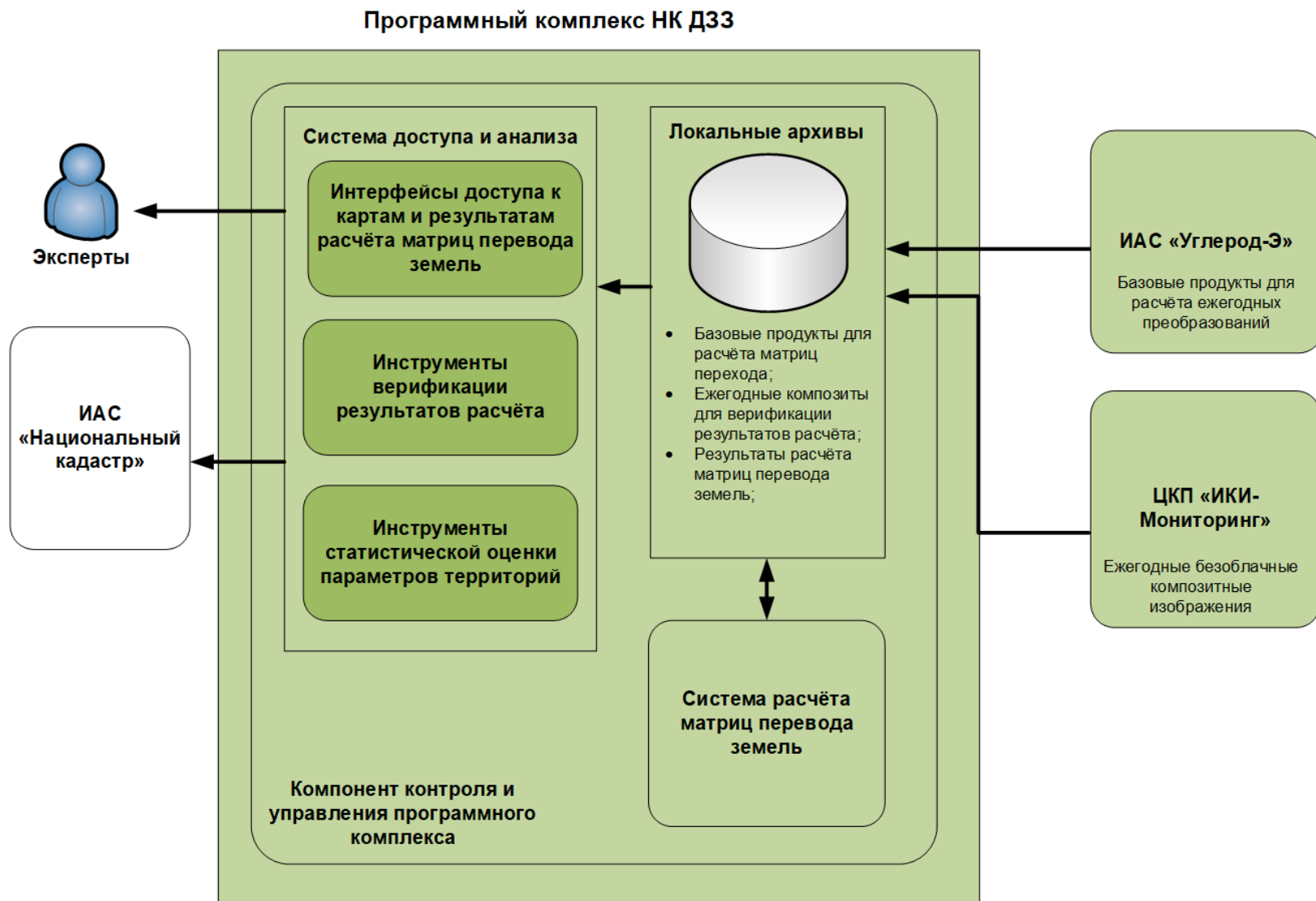
Цель работы

- Для наполнения Национального Кадастра необходимо оценивать вклад различных категорий земель в баланс парниковых газов;
- Один из типов входной информации для расчёта выбросов и поглощений парниковых газов (ПГ) в секторе землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ) – информация о категориях землепользования и их межгодовых изменениях;
- В рамках работы необходимо было разработать методики и прототип программного обеспечения для обработки, анализа и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и результатов их обработки для автоматизированной оценки значений площадей ежегодных преобразований между категориями землепользования;

Задачи ПК НК ДЗЗ

- Формирование информации о типах категорий землепользования на основе данных спутникового дистанционного зондирования на заданные года;
- Оценка изменений оцениваемых категорий землепользования между двумя моментами времени (в га);
- Оценка площадей изменений между оцениваемыми категориями землепользования, в том числе с учетом оценок изменений, которые могут быть не связаны с изменением землепользования;
- Предоставление полученной и сформированной информации в различных видах;
- Предоставление инструментария для оценки качества и верификации полученных данных;
- Взаимодействие с ИАС «Углерод-Э».

Архитектура ПК НК ДЗЗ



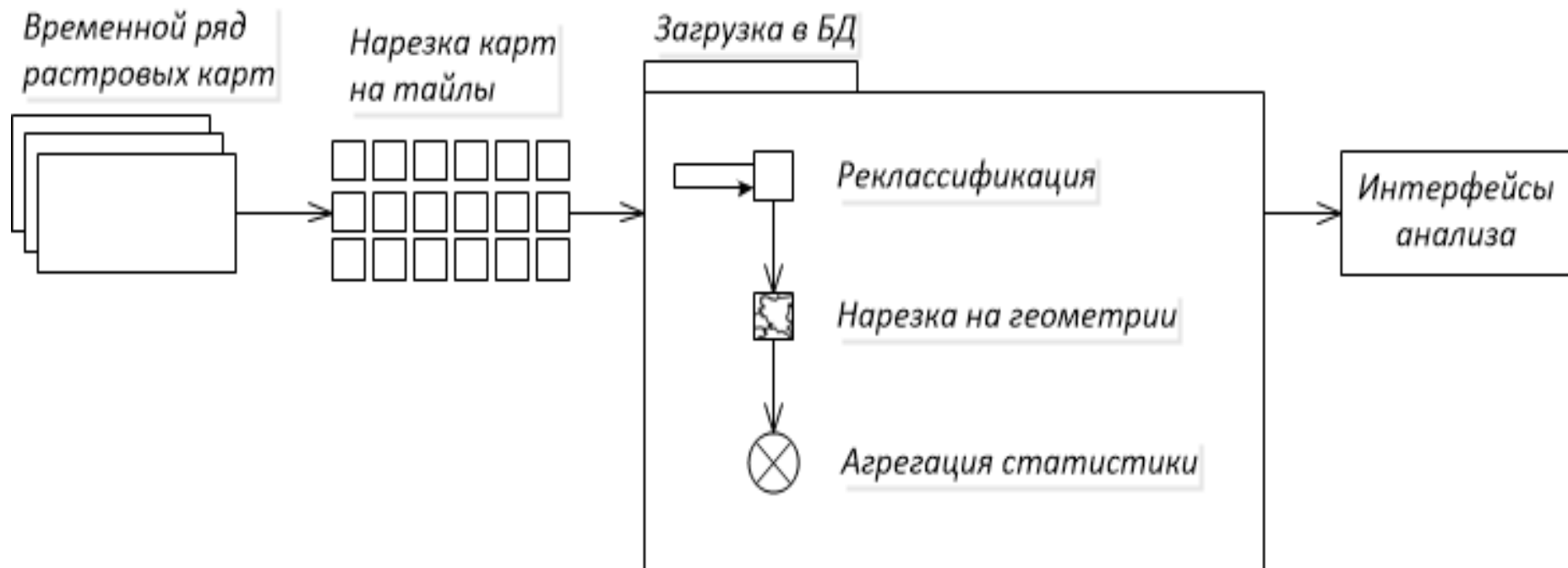
Блок расчета площадей преобразований между категориями землепользования

Основные функции:

- Получение из архивов ПК НК ДЗЗ спутниковых данных ДЗЗ и их продуктов, необходимых для получения информации о ежегодных преобразованиях между категориями землепользования;
- Построение матриц перевода земель между категориями землепользования для заданных лет;
- Возврат в архивы ПК НК ДЗЗ полученных матриц перевода.

В рамках расчета производится консолидация растровых и векторных картографических материалов в многомерные OLAP-кубы как в автоматическом, так и автоматизированном режиме.

Блок расчета площадей преобразований между категориями землепользования



Общая схема работы блока

Блок расчета площадей преобразований между категориями землепользования

В состав блока входят:

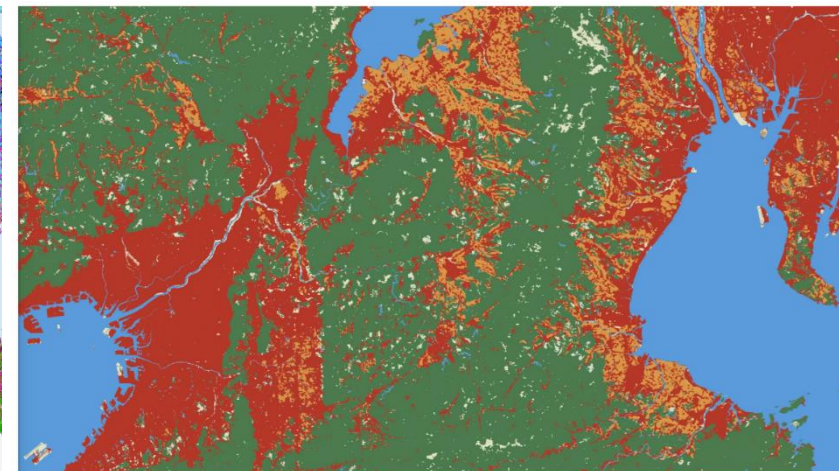
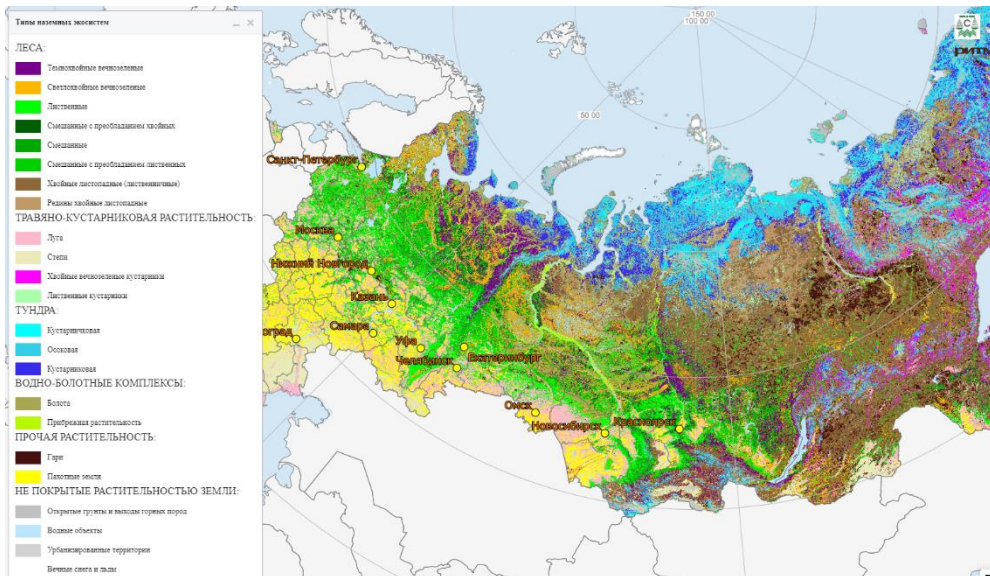
- Утилита предобработки и ввода в базу данных (БД) информационных растровых карт различных характеристик лесов (растровых карт) и расчет метаданных для работы последующих блоков;
- Утилита предобработки и ввода в БД полигонов векторных карт, в границах которых предполагается осуществлять анализ и растровых карт, которая обеспечивает загрузку массивов полигонов, нарезку загруженных полигонов на фрагменты;
- Утилита расчёта попиксельных композитных карт переходов категорий землепользования между двумя заданными годами;
- Утилита формирования итоговых матриц переходов, интегрированных по заданным административно-территориальным единицам.

Вся полученная в результате работы компонента информация заносится в БД в виде, ориентированном на дальнейшее применение аналитических инструментов в составе системы доступа к данным ПК НК ДЗЗ.

Входные карты для реализации задач ПК

Карты типов территорий:

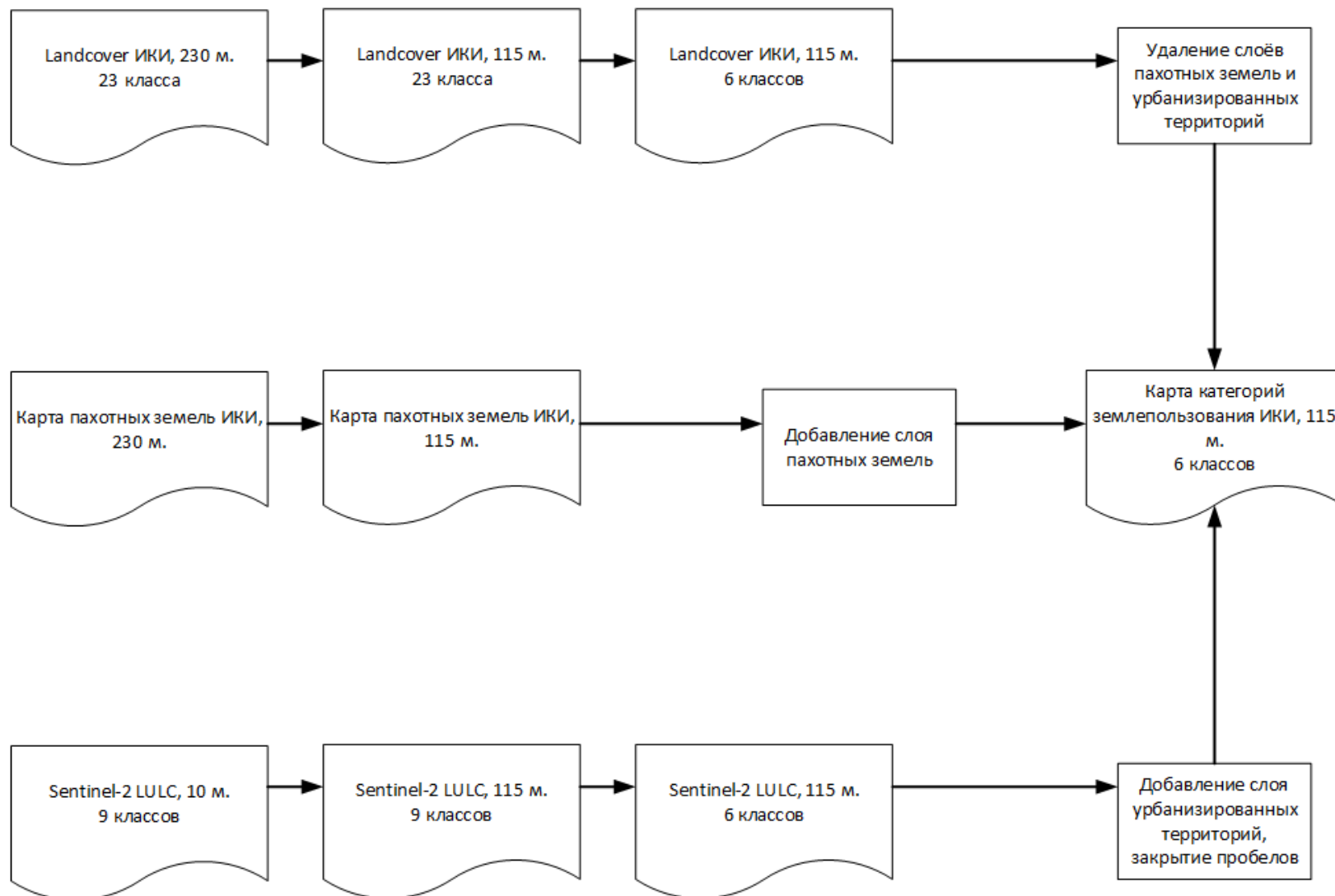
- Карты наземных экосистем разработки ИКИ с разрешением 230 метров (23 класса, слева);
- Карты пахотных земель разработки ИКИ с разрешением 230 метров;
- Карты землепользования разработки Impact Observatory с разрешением 10 метров (9 классов, справа);
- Картографические слои территориального деления, привязанные к классификатору ОКТМО;



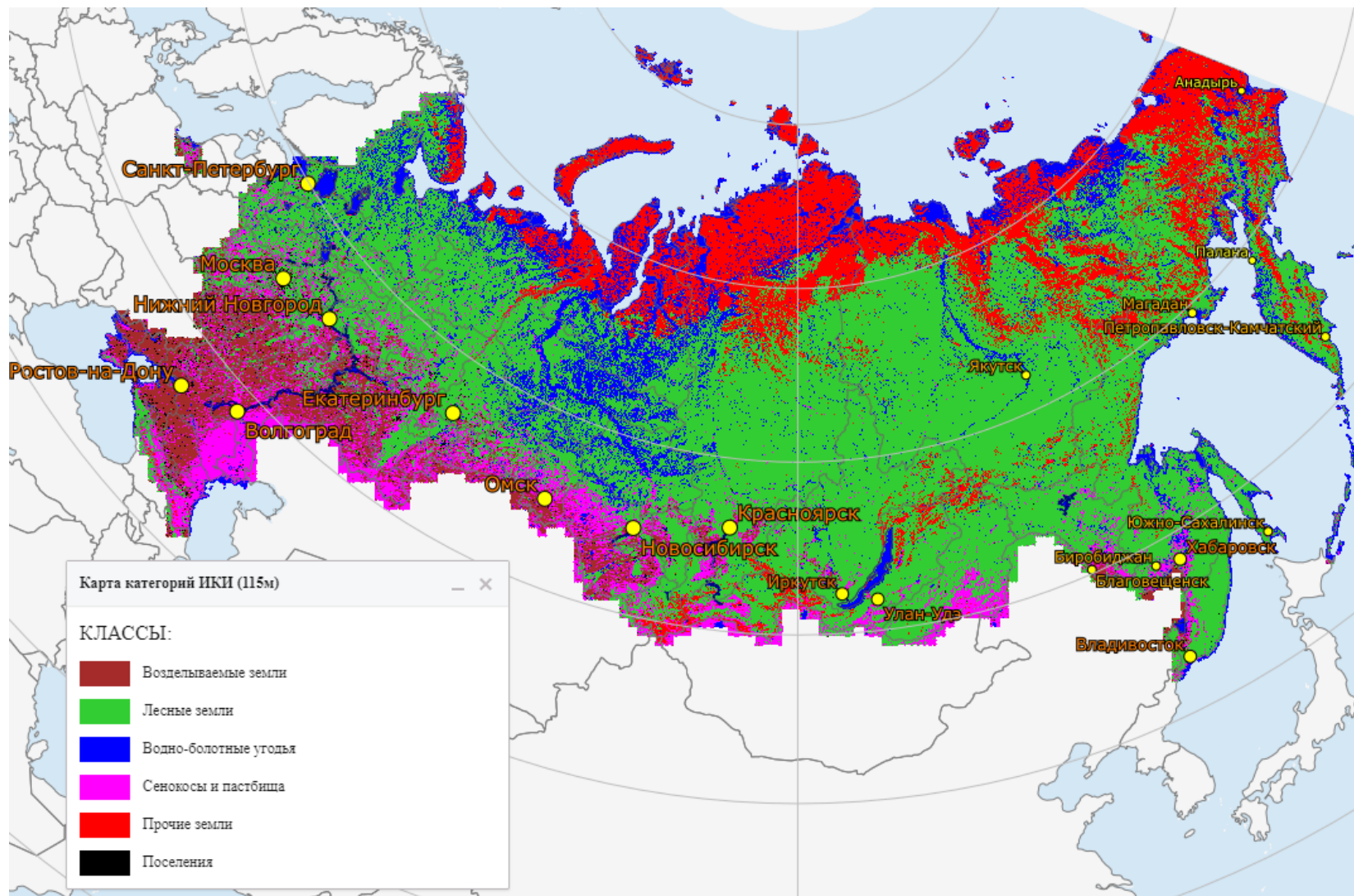
Land Use Land Cover Map over Kyoto, Japan



Входные карты для реализации задач ПК



Входные карты для реализации задач ПК

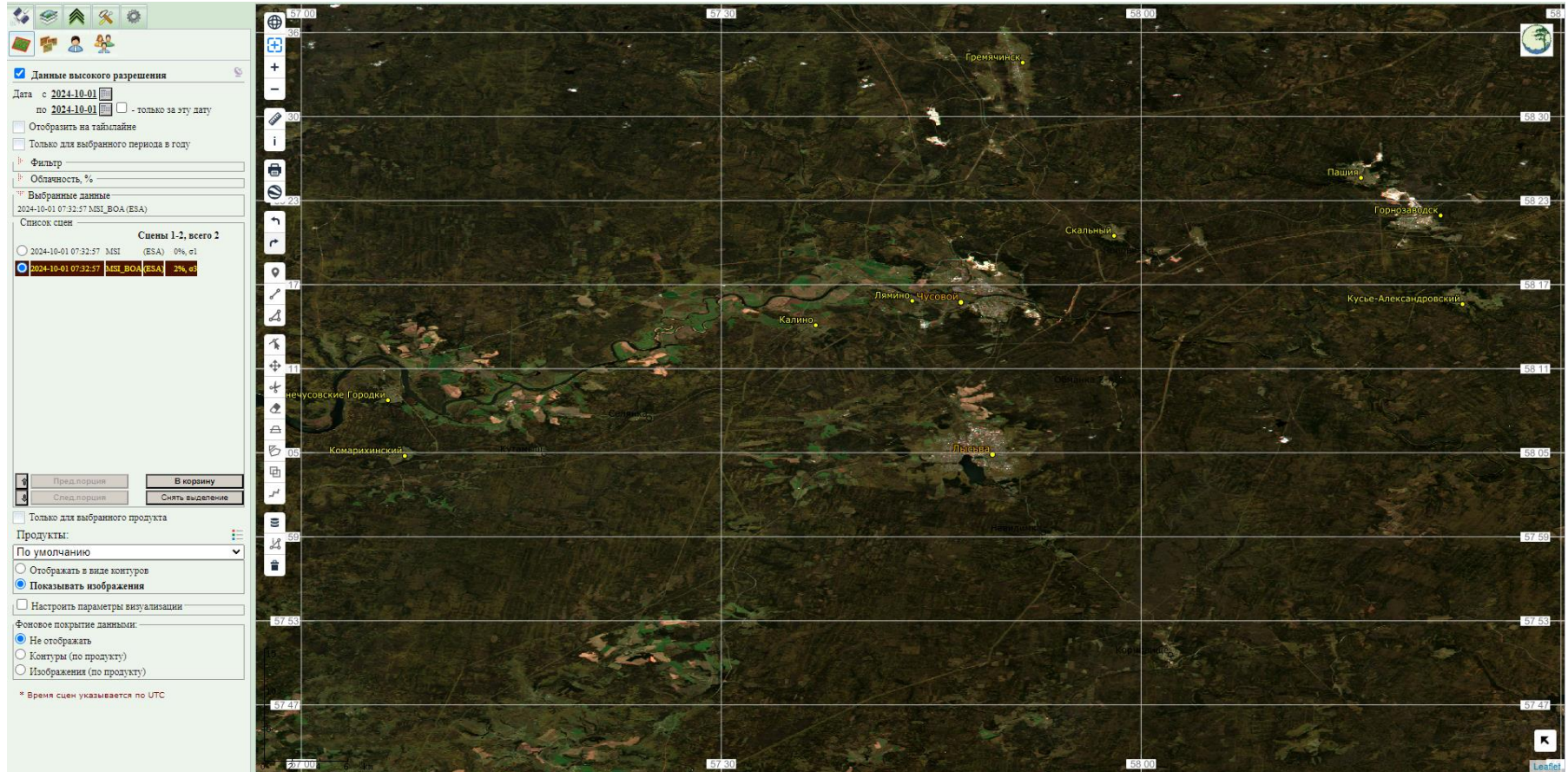


Пример интегрированной карты категорий землепользования разрешением 115 м, 6 классов

Картографические инструменты работы с данными

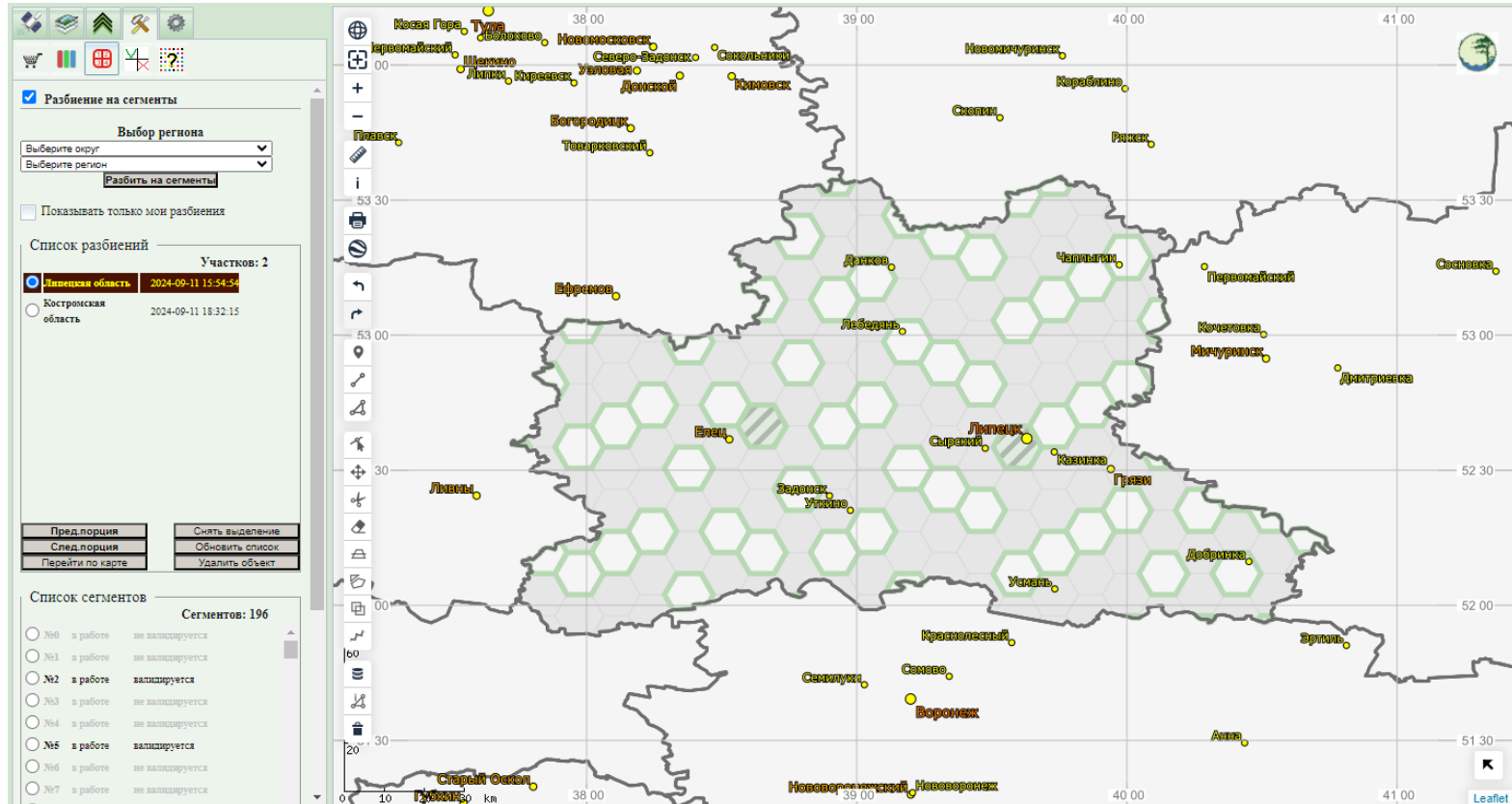
- Базовые инструменты:
 - Организация распределенного доступа к долговременным и оперативным архивам ЦКП «ИКИ-Мониторинг» - поиск, визуализация, анализ данных;
 - Поддержка работы с различной вспомогательной информацией, в том числе картографическими слоями, различными данными моделирования на регулярной сетке, а также данными ИАС «Углерод-Э»
- Специализированные инструменты:
 - Инструменты для оценки качества карт типов территории и основанных на них карт изменений между категориями землепользования;
 - Инструменты статистической оценки требуемых параметров.

Базовые инструменты картографического интерфейса ПК НК ДЗЗ



Картографический интерфейс ПК НК ДЗЗ с включёнными данными ЦКП «ИКИ-Мониторинг»

Специализированные инструменты картографического интерфейса ПК НК ДЗЗ



Инструмент создания и работы с «разбиениями», необходимый для реализации совместной распределенной работы по анализу продуктов и карт

Специализированные инструменты картографического интерфейса ПК НК ДЗЗ

Валидация карт (ИГКС)

Выбор карты:

Тип: Global Landcover China (30m, 1)

Класс: Культивируемые земли

Период: 2020

Территория задается на вкладке разбиений

Загрузить Очистить

Создание нового набора точек

Шаг TrueValue (в пикселях): 50

Шаг FalseValue (в пикселях): 50

Сдвиг сетки: нет

Создать Удалить

Сменить класс точек

Сообщить об ошибке в точках

Параметры карты:

Разбиение: Костромская область

Сегмент: Ячейка №315

Тип: не задано

Класс: не задано

Год: не задано

Всего точек: не задано

Матрица ошибок:

	Real mask	Real not mask
Predicted mask	не задано (TP)	не задано (FP)
Predicted not mask	не задано (FN)	не задано (TN)

Параметры точности:

Accuracy не задано

Precision не задано

Recall не задано

F1 score не задано

[Открыть интерфейс результатов](#)

The screenshot displays the software's interface for map validation. The top panel shows the 'Map Validation (IGCS)' section with options for selecting a map, class, and period. Below this is a section for creating a new set of points, including step size and grid shift settings. The middle panel shows the 'Map Parameters' section with details for the selected map, including the region and segment. The bottom panel shows the 'Grid Settings' section. The main map area displays a satellite view of a region with a grid overlay and a legend for the 'EVA WorldCover' data, including categories like Tree cover, Shrubland, Cropland, and Bare ground.

Инструмент валидации карт: специализированная вкладка и инструменты работы с точками проверок на карте

Специализированные инструменты картографического интерфейса ПК НК ДЗЗ

Статистическая оценка территории (ШГКЭ)

Выбор набора точек для оценки
 Год: 2022
 Территория задается на вкладке разбиений

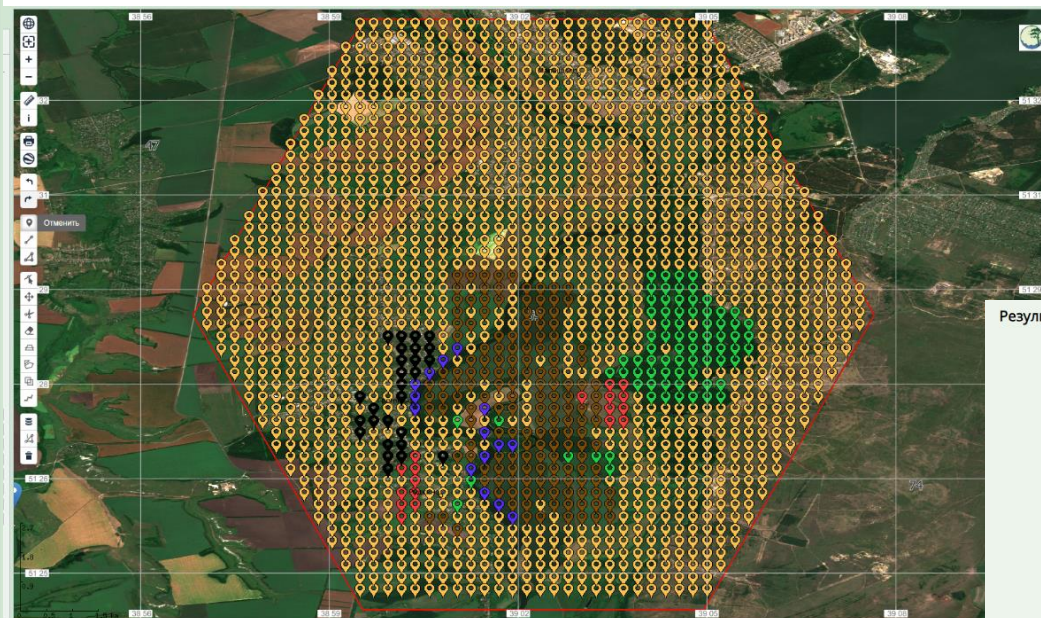
Создание и удаление набора точек
 Количество точек: 50*50
 Как задать начальный класс точек: По карте

Информация по текущему набору
 Год: не задано
 Разбиение: Костромская область
 Сегмент: Ячейка №315

Имя класса	Число точек	Процент
Лесные земли	0	0%
Возделываемые земли	0	0%
Сенокосы и пастбища	0	0%
Водно-болотные угодья	0	0%
Поселения	0	0%
Прочие земли	0	0%
Неизвестно	0	100%
Оценка невозможна	0	0%

Всего точек: 0

Внесение изменений в набор



Результаты для разбиения Воронежская область

Имя класса	Число точек	Процент
Лесные земли	94	2.6%
Возделываемые земли	233	6.4%
Сенокосы и пастбища	0	0%
Водно-болотные угодья	15	0.4%
Поселения	35	0.9%
Прочие земли	40	1.1%
Неизвестно	3183	88.4%
Оценка невозможна	0	0%

Результаты по сегментам (всего 2)

сегмент №83

Имя класса	Число точек	Процент
Лесные земли	17	0.9%
Возделываемые земли	73	4%
Сенокосы и пастбища	0	0%
Водно-болотные угодья	0	0%
Поселения	8	0.4%
Прочие земли	22	1.2%
Неизвестно	1704	88.4%
Оценка невозможна	0	0%

сегмент №59

Имя класса	Число точек	Процент
Лесные земли	77	4.3%
Возделываемые земли	160	9%
Сенокосы и пастбища	0	0%
Водно-болотные угодья	15	0.8%
Поселения	27	1.5%
Прочие земли	18	1%
Неизвестно	1479	83.2%
Оценка невозможна	0	0%

Инструмент статистических оценок территорий: специализированная вкладка, инструменты работы с точками проверок на карте и блок отображения результатов оценки

Табличный интерфейс работы с данными площадей преобразований между категориями



а) б) в)

Матрица площадей ежегодных преобразований категорий землепользования

Субъект РФ: Все субъекты РФ
 Район: Все районы
 Сезон: ▼

г) д) е)

Наименование категорий	Было на 31.12.2022	Изменение за счет								Стало на 31.12.2023	Итого земель, га
		Лесные земли	Лесные земли с кустарниками	Пахотные земли	Луговые угодья (сенокосы и пастбища)	Водно-болотные угодья	Поселения	Тундры	Прочие земли		
■ Лесные земли	800 749 278		9 429 943	0	6 150 059	11 400 246	1 238 320	6 221 458	4 761 957	791 284 997	39 201 984
■ Лесные земли с кустарниками	171 006 905	14 240 056		0	818 791	3 435 929	161 788	1 245 647	352 616	180 034 782	20 709 826
■ Пахотные земли	94 124 087	0	0		0	0	0	0	0	94 124 087	0
■ Луговые угодья (сенокосы и пастбища)	98 199 101	3 168 292	480 390		0	966 382	582 217	4 795 644	1 438 864	104 815 975	11 431 791
■ Водно-болотные угодья	89 702 213	0	0		0		0	0	0	108 815 729	0
■ Поселения	61 501 402	822 822	3 177 973		1 186 235	197 603		447 338	90 819	58 562 140	5 922 790
■ Тундры	301 935 357	9 099 080	2 288 179		8 758 933	2 803 298	500 815		6 000 510	287 269 848	29 450 816
■ Прочие земли	89 249 833	2 407 453	194 106		1 134 647	310 057	45 388	2 075 219		95 727 729	6 166 870
Итого земель, га	1 706 468 175	29 737 703	15 570 591	0	18 048 665	19 113 516	2 983 528	14 785 307	12 644 766	1 720 635 287	112 884 077

Табличный интерфейс позволяет управлять областью вывода данных о площадях: уровнем РФ, субъектов или отдельных районов, а также, выбором года начала и конца интервала преобразования.

Кроме этого, реализована выгрузка табличных данных в форматы PDF, XLS, CSV

Заключение

- На настоящий момент проведена опытная эксплуатация реализованного программного комплекса НК ДЗЗ
- Результаты опытной эксплуатации на трех пилотных областях показали соответствие ПК требованиям задания на разработку и применимость реализованных инструментов и методик на практике
- Сформулированы и обоснованы предложения по дальнейшему развитию ПК НК ДЗЗ, направленные, в том числе, на
 - Расширение схем получения информации, необходимых для развития возможности ГИС НК в рамках ВИП ГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных газов»;
 - Организации расширения номенклатуры, сбора и интеграции целого ряда информационных продуктов из различных источников;
 - Совершенствование инструментов анализа, сопоставления и верификации данных

Спасибо за внимание!

smis.iki.rssi.ru

*Отдел «Технологий
спутникового
Мониторинга»*



Переклассификация ИКИ - МГЭИК

Классы угодий матрицы перехода земель	Соответствующие классы карт растительного покрова
Лесные земли (1)	Темнохвойные вечнозеленые леса (1)
	Светлохвойные вечнозеленые леса (2)
	Лиственные леса (3)
	Смешанные леса с преобладанием хвойных (4)
	Смешанные леса (5)
	Смешанные леса с преобладанием лиственных (6)
	Хвойные листопадные (лиственничные) леса (7)
	Редины хвойные листопадные (лиственничные) (8)
	Свежие гари (19) и
	Сплошные вырубki
Лесные земли с кустарниками	Хвойные вечнозеленые кустарники (9)
	Лиственные кустарники (10)
Пахотные земли (2)	Пахотные земли (18)
Луговые угодья (сенокосы и пастбища) (3)	Луга (11)
	Степи (12)
Водно-болотные угодья (4)	Болота (17)
	Реки и водоемы (22)
	Прибрежная растительность (16)
Поселения (5)	Урбанизированные территории (20)
Тундры	Кустарниковая тундра (15)
	Кустарничковая тундра (13)
	Травянистая тундра (14)