

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Описание последних разработок и основных современных методов и технологий, применяемых в ТКД СХМП

А.1 Технологии выделения границ сельскохозяйственных угодий по данным ДЗЗ

А.2 Распознавание типов сельскохозяйственных угодий на основе временных рядов данных ДЗЗ

А.3 Технология классификации сельскохозяйственных культур по разновременным композитным изображениям на основе данных различных спутниковых систем ДЗЗ

А.4 Технология создания безоблачных композитных изображений по данным спутников серии Sentinel-2

А.1 Технологии выделения границ сельскохозяйственных угодий по данным ДЗЗ

Задачи широкомасштабного дистанционного мониторинга сельскохозяйственных угодий, предполагают получение оперативной информации о площадях и состоянии посевов в широком диапазоне агроклиматических и социально-экономических условий, различной пространственной структуры и морфологии полей в условиях различной интенсивности воздействия мешающих факторов.

При решении задач оперативного спутникового мониторинга больших территорий требуется создание единого и однородного покрытия границами сельскохозяйственных угодий. Разработан метод выделения однородных областей на основе временной серии спутниковых данных с наличием пропусков, поддерживающий работу с изображениями больших объёмов. Метод использует минимальное число параметров, используя понятные для интерпретации пользователем метрики, а также простую логику слияния объектов для ускорения вычислений. Помимо данных оптического диапазона, метод может быть использован для выделения границ на спекл-зашумленных радиолокационных изображениях С-диапазона, полученных спутниковой системой Sentinel-1.

Для автоматизированного решения задач широкомасштабного спутникового мониторинга и устойчивого выделения объектов земного покрова на основе фенологических различий их дистанционных характеристик реализован метод сегментации, позволяющий: 1) использовать основанные на временных сериях дистанционных измерений метрики; 2) учитывать возможное наличие пропущенных измерений и шумов во временных сериях данных; 3) создавать однородное покрытие сегментами без пробелов и стыков для территории произвольного размера. Ввиду необходимости использования значительного (терабайты) объема входных данных в процессе обработки больших территорий, метод должен поддерживать их локальную загрузку и анализ небольшими порциями, обеспечивая при этом пространственную связность результатов сегментации. Другими требованиями являлись относительная простота задаваемых параметров и быстроедействие алгоритма сегментации изображений для обеспечения своевременного выполнения текущих задач оперативного мониторинга растительного покрова.

Метод использует объектно-ориентированную мультимасштабную модель анализа изображений, рассчитывая характеристики для агломерации объектов, объединенных на предыдущей итерации, и работает по принципу «снизу-вверх». Под объектом здесь и далее понимается пиксель или пространственно связанная группа соседних пикселей (и соответствующий им участок земной поверхности). Объект рассматривается как единое целое на текущем шаге алгоритма.

Агломерациями объектов считается набор пространственно связанных соседних объектов, изучаемых на текущем шаге на предмет слияния в единый объект. В основе метода лежит использование парных метрик, рассчитываемых для сравниваемых соседних объектов текущего масштаба. В качестве таких метрик, извлекаемых из временных серий спутниковых данных, используются взаимный коэффициент корреляции Пирсона и взаимное расстояние между временными рядами пар сравниваемых объектов. Пусть задан одномерный вектор значений $X = \{x_i, i = 1..N, N \gg 1\}$ как серия разновременных измерений дистанционных характеристик объекта, где N – общее количество таких измерений. Тогда для пары указанным образом заданных одномерных векторов X и Y , принадлежащих двум соседним объектам, на любой итерации можно рассчитать значения метрик коэффициента корреляции

$$K = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

и взаимного относительного расстояния

$$D = \frac{1}{N} \sum \frac{|x_i - y_i|}{\max(x_i, y_i)}, \quad (2)$$

где \bar{x} и \bar{y} – выборочные средние для векторов X и Y , а $\max(x_i, y_i)$ – функция, возвращающая значение наибольшего элемента из пары.

Использование коэффициента корреляции позволяет группировать объекты со схожей динамикой значений разновременных измерений, а метрика взаимного относительного расстояния устанавливает необходимое ограничение на максимально допустимые различия между временными сериями. Для ускорения анализа при оценке величины связи между объектами используется метрика общего парного расстояния P (далее – парное расстояние), рассчитываемая на основе метрик (6) и (7) следующим образом:

$$P = \frac{D}{K+2}. \quad (3)$$

Значения этой парной метрики растут при увеличении взаимного относительного расстояния D и при уменьшении коэффициента корреляция Пирсона K , т.е. по мере ослабления связи между парой объектов (Рисунок А.1.1).

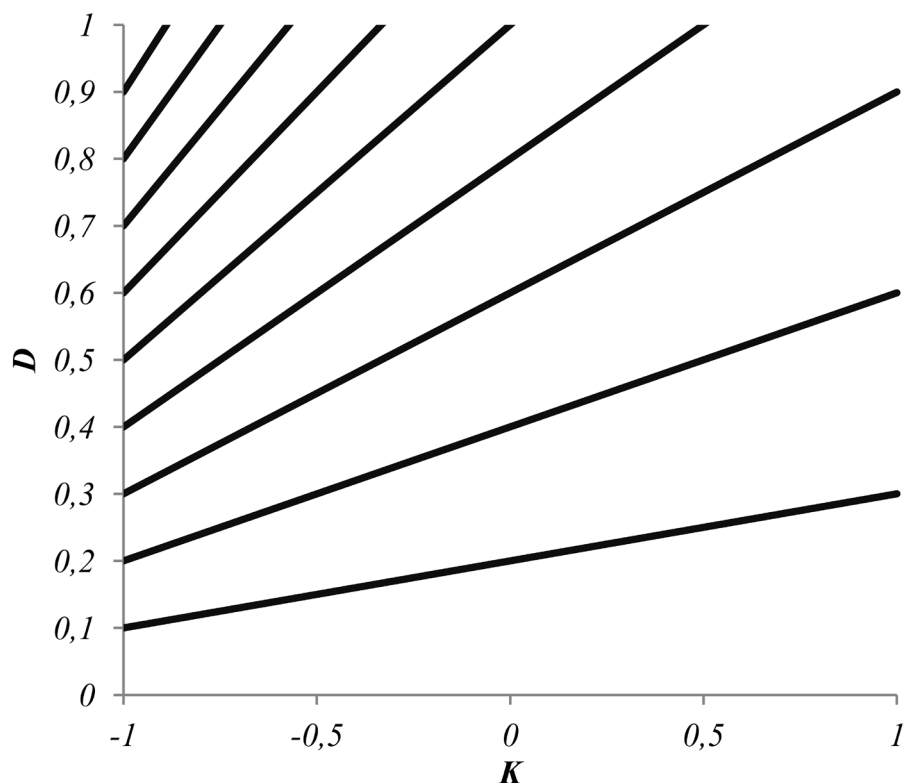


Рисунок А.1.1 - Изолинии значений метрики общего парного расстояния P в пространстве значений корреляции K и относительного расстояния D

На каждой итерации объект текущего масштаба сравнивается со всеми соседними объектами с расчетом метрики общего расстояния и формированием предпочтительных направлений возможного слияния. Результат сравнения можно представить в виде цепочки взаимных ссылок объектов друг на друга. Аналог получаемой карты ссылок – это ориентированный граф, рёбра которого имеют связанный со значениями метрики парного расстояния вес.

С точки зрения общей классификации методов выделения однородных областей, описываемый подход ближе всего к сегментации на основе водораздела, поскольку реализует принцип «текущей капли» («drop of water principle» в работе, однако используемые им парные метрики не подразумевают существование локальных минимумов и абсолютных градиентов значений этих метрик, на которые полагается сегментация такого рода. Было показано, что сегментация методом водораздела по принципу текущей капли топологически эквивалентна задаче построения минимального покрывающего дерева – графа, имеющего минимальный возможный вес. Некоторые другие методы сегментации тоже могут использовать подходы, позаимствованные из теории графов, в частности, метод разрезания графа. Разрезание самой длинной связи также используется в рамках описываемого метода в целях обеспечения необходимой однородности конечного сегмента.

Алгоритм выделения однородных областей можно представить в виде следующих шагов:

- Поиск соседей каждого объекта. На первой итерации каждый пиксель является отдельным объектом.
- Расчет парных метрик, численные значения которых определяют силу связи, для каждого из соседних объектов и установление направления (ссылки) на ближайшего (в терминах парного расстояния) соседа.
- Создание списка всех объектов, связанных ссылками друг с другом.
- Поиск среди связанных ссылками центрального объекта, который характеризуется минимальным суммарным значением парного расстояния до остальных объектов формируемой агломерации.
- Проверка на однородность текущей агломерации объектов путём их сравнения с центральным объектом. Если элемент агломерации выходит за пределы области однородности, размеры которой обусловлены заданными пользователем пороговыми значениями метрик D и K , то агломерация считается неоднородной, и далее принимаются меры по устранению причин неоднородности (п.7). Переход к п.6 в противном случае.
- Дальнейшее изучение текущей агломерации на уровне отдельных пикселей путём их сравнения с центральным объектом на основе метрик D и K . В случае превышения пороговых значений на эти метрики агломерация считается неоднородной.
- В случае если на шагах 5 или 6 алгоритма текущая агломерация оказалась неоднородной, то среди образующих её объектов разрезается наиболее слабая связь, характеризуемая максимальным значением парного расстояния между составляющими её объектами; иначе считается, что проверка на однородность пройдена успешно (п.8).
- Если проверки на однородность агломерации пройдены успешно, её характеристики пересчитываются в процессе агрегации составляющих её объектов, и она рассматривается как единый объект на следующей итерации.
- Итерации повторяются, пока положение и размеры объектов не перестанут меняться.

Пример результатов выявления сегментов на больших территориях на основе временной серии спутниковых данных MODIS показан на Рисунок А.1.2.

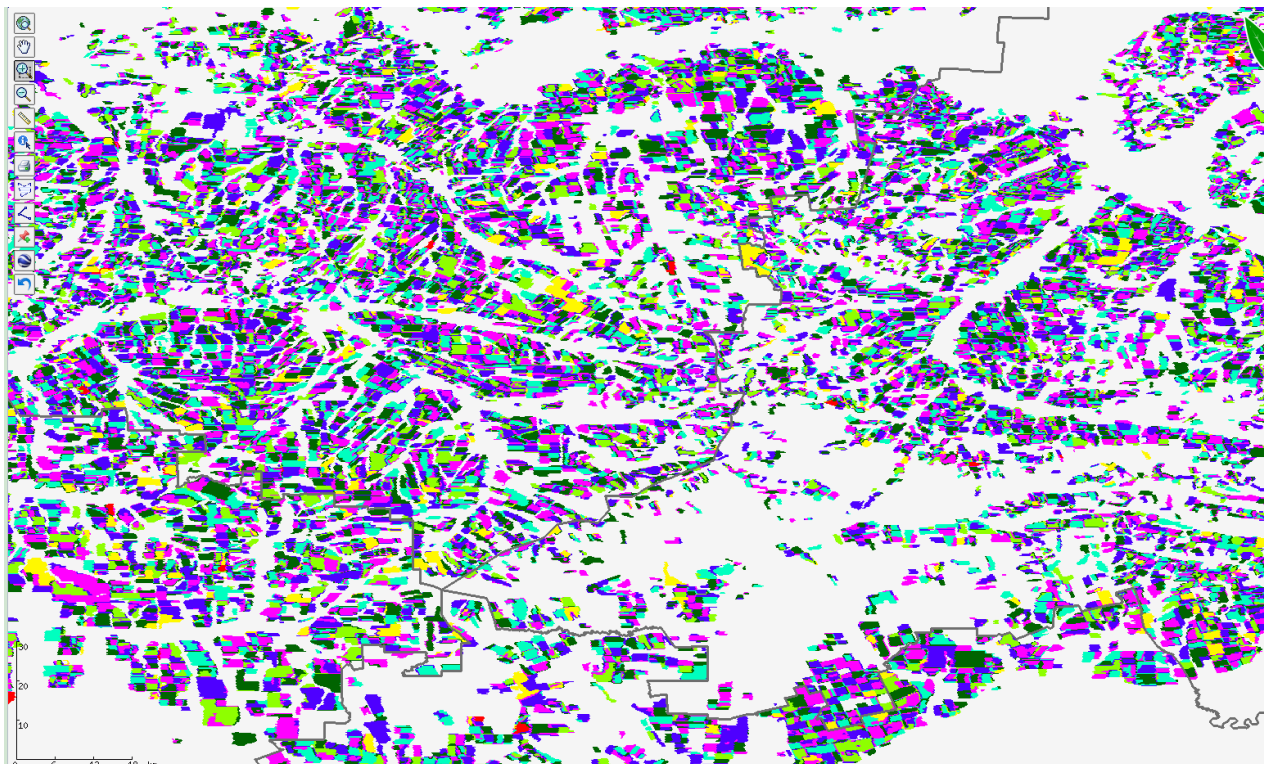


Рисунок А.1.2 - Пример результата широкомасштабной сегментации пахотных земель в веб-интерфейсе платформы ВЕГА; одинаковый цвет соответствует однородному участку поля, занятому одинаковой культурой

Используемые методом метрики допускают наличие пропущенных значений во временных сериях данных, если имеющиеся безоблачные измерения позволяют установить спектрально-динамические связи между примитивами. Вероятность успешного восстановления связи ассоциирована с близостью закона распределения набора имеющихся безоблачных измерений в текущем пикселе к гауссовому, который, в частности, лежит в основе расчета метрики K . Согласно закону больших чисел, увеличение количества измерений ведет к приближению распределения к нормальному виду и, следовательно, большей толерантности метода к наличию пропущенных значений. Для демонстрации устойчивости результатов сегментации область пропущенных значений была искусственно создана в одном из признаков набора входных данных (Рисунок А.1.3), состоящем из 9 разновременных изображений. При одинаковых входных параметрах сегментации результаты выделения границ до и после внесенных изменений соответствуют однородным объектам на изображениях и отличаются слабо, т.е. метод достаточно устойчив к возмущениям такого рода за счёт статистической избыточности разновременной информации.

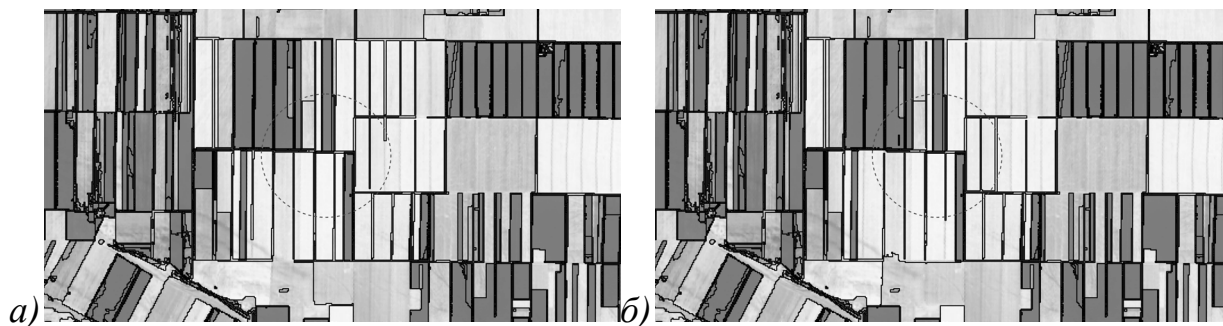


Рисунок А.1.3. Границы сегментов (черные линии), полученные на основе неизменных данных (а) и после создания искусственного пропуска в одном из признаков (б), область пропущенных значений обозначена пунктирной линией, на фоне – изображение признака, в котором была создана область пропущенных значений

А.2 Распознавание типов сельскохозяйственных угодий на основе временных рядов данных ДЗЗ

Решение задач распознавания категорий сельскохозяйственных угодий требует построения различных, получаемых по данным ДЗЗ, спектрально-временных признаков и применения алгоритмов локально-адаптивной классификации спутниковых изображений, позволяющих картографировать земной покров с учетом локальных особенностей его сезонной и межгодовой динамики. В технологии контроля результатов сельскохозяйственной переписи используется адаптивный алгоритм распознавания участков используемых пахотных земель. Границы обрабатываемых участков используемых пахотных земель (ИПЗ) могут быть различимы визуально на спутниковых изображениях, но задача их автоматического распознавания является сложной ввиду широкого многообразия внутрисезонной и межгодовой динамики развития культур. Для решения этой задачи созданы признаки распознавания используемой пашни, основанные на использовании временных многолетних временных серий спутниковых наблюдений. При использовании автоматических методов, одинаково хорошо применимых в различных физико-географических условиях, а также ввиду географической вариабельности значений признаков, необходимо применение локально-адаптивного подхода при распознавании.

Используемые признаки распознавания удовлетворяют ряду условий, таких как:

- наличие формальных математических описаний, обеспечивающих возможность унифицированного автоматического вычисления признаков;
- устойчивость или независимость от пропусков во временных сериях измерений поверхности, связанных с сезонным наличием снежного покрова;

- низкий уровень случайного шума в значениях признаков;
- высокий уровень локальной делимости и вероятности правильного распознавания классов на основе совокупного использования признаков;
- применимость в широком диапазоне физико-географических и агротехнических условий развития растительности.

Метод распознавания пашни использует признаки, обычно строятся на основе многолетних рядов различных вегетационных индексов, например, перпендикулярного вегетационного индекса PVI, учитывающие характерные отличия между естественной и сельскохозяйственной растительностью ввиду наличия на участках последней севооборота. Значение PVI рассчитывается в двумерном пространстве значений КСЯ красного и ближнего ИК диапазонов как евклидово расстояние от данной точки до линии почв. Значения PVI вычисляются с использованием уравнения линии почв по формуле:

$$PVI(R_1, R_2) = -0,74R_1 + 0,67R_2 - 0,034 \quad (1)$$

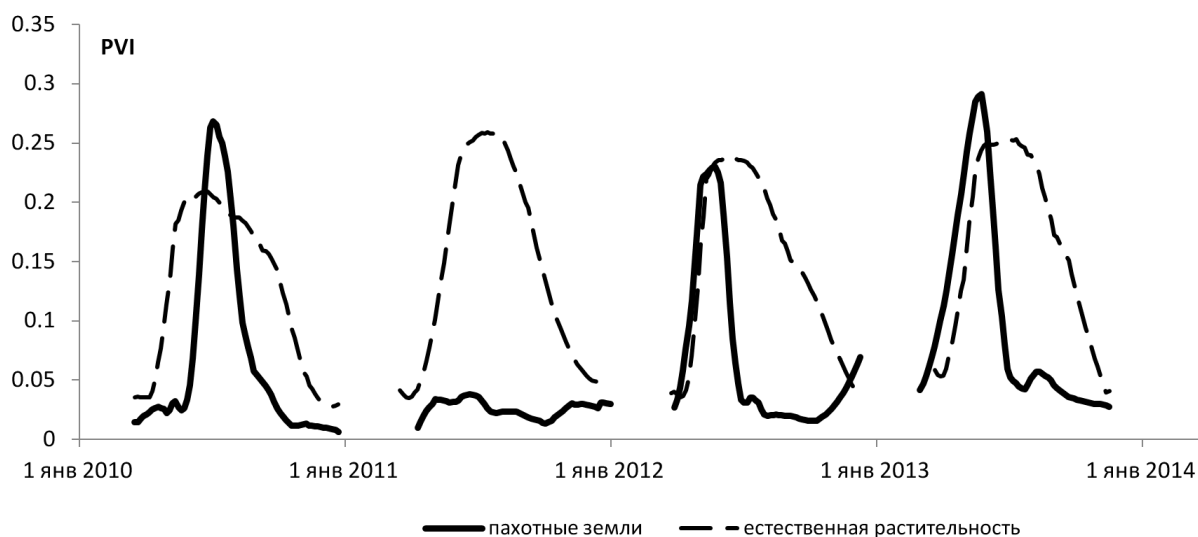


Рисунок А.2.1 - Многолетние временные ряды PVI участков пашни и естественной растительности в одинаковых почвенно-климатических условиях

Приведенные в качестве примера на Рисунке А.2.1 временные ряды PVI получены для двух участков пашни и естественной растительности, находящихся в одинаковых почвенно-климатических условиях. Рисунок показывает, что многолетние ряды PVI имеют характерные особенности, позволяющие разработать признаки распознавания пашни. В частности, культурная растительность начинает свое ежегодное развитие позже естественной (ввиду посевных работ), интенсивнее развивается, достигая более высоких значений PVI, а по мере созревания теряет хлорофилл и убирается, как правило, раньше увядания естественной растительности.

В основу индекса кратчайшего сезона вегетации SGPI (Shortest Growing Period Index) в качестве признака распознавания пахотных земель положено наличие, в силу проведения агротехнических мероприятий (обработка почвы перед севом и уборка урожая), тенденций к сокращению продолжительности вегетационного периода сельскохозяйственных культур по сравнению с естественной растительностью. Значения SGPI рассчитывается как минимальный для ряда лет период, в котором значения PVI превышают порог, определяемый половиной максимального значения вегетационного индекса в текущем году (Рисунок А.2.1):

$$SGPI = \min_{1..N}(t_L - t_F), \quad (2)$$

где N – количество используемых лет, t_L и t_F – моменты времени, когда значения индекса равны половине величины сезонного максимума PVI_{max} , при этом момент t_L наступает после t_F :

$$PVI(t_L) = PVI(t_F) = \frac{PVI_{max}}{2} : t_L > t_F. \quad (3)$$

Предпосылками для разработки и использования индекса весеннего развития растительности SEMI (Crop Emergence Multi-year Index) являются характерные для естественной и сельскохозяйственной растительности различия времени начала роста. В отличие от естественной растительности, время появления всходов на пахотных землях непосредственно связано со сроками сева, определяемыми в свою очередь состоянием почвы и ее готовностью к проведению посевных работ. Исключение составляют весенние всходы многолетних и озимых культур, которые уже имеют развитые с осени предыдущего года вегетативные органы. Таким образом, значения индекса SEMI, определяемого, как минимальная многолетняя сумма значений PVI в границах временного окна, охватывающего весенний период года, имеют, как правило, более высокие значения на участках естественной растительности, чем на пахотных землях. Границы весеннего временного окна для этого индекса заключаются между 1 января и 15 июня каждого года (DOY 1 – DOY 167):

$$SEMI = \min_{1..N} \sum_{DOY=1}^{167} PVI, \quad (4)$$

где N – количество используемых лет.

Временной интервал спутниковых наблюдений, используемых для вычисления индекса сезонного снижения фитомассы AMMI (Accumulated Minimum Multi-year Index), соответствует периоду вегетации культурной растительности, включая в себя моменты ожидаемого минимального покрытия почвы растительностью и, следовательно, низких значений PVI. Низкие значения могут соответствовать послеуборочной обработке почвы, укосам трав или предпосевным работам для возделывания озимых культур. Временное окно

20 мая - 1 сентября (DOY 140 – DOY 245) каждого года выбрано из предположения, что в этот период растительность успевает накопить существенный объём зеленой фитомассы.

$$AMMI = C - \frac{\sum_{I=1}^N PVI_{\min}}{\sum_{I=1}^N PVI_{\text{mean}}}, \quad (5)$$

где N – количество используемых лет, PVI_{\min} и PVI_{mean} – минимальное и среднее значение PVI в летнем окне текущего года, C – константа, обеспечивающая положительное значение индекса $AMMI$.

Изображения описанных признаков для территории с неоднородным ландшафтом, включающей сельскохозяйственные поля и естественную растительность, приведены на Рисунке А.2.2 совместно с гистограммами классов и значениями трансформированной дивергенции (Transformed Divergence). Изображения признаков демонстрируют достаточно четкие границы между классами пахотных земель и естественной растительности. Повышенная квантованность признака $SGPI$ связана с расчетом длины вегетационного периода на основе семидневных композитных изображений.

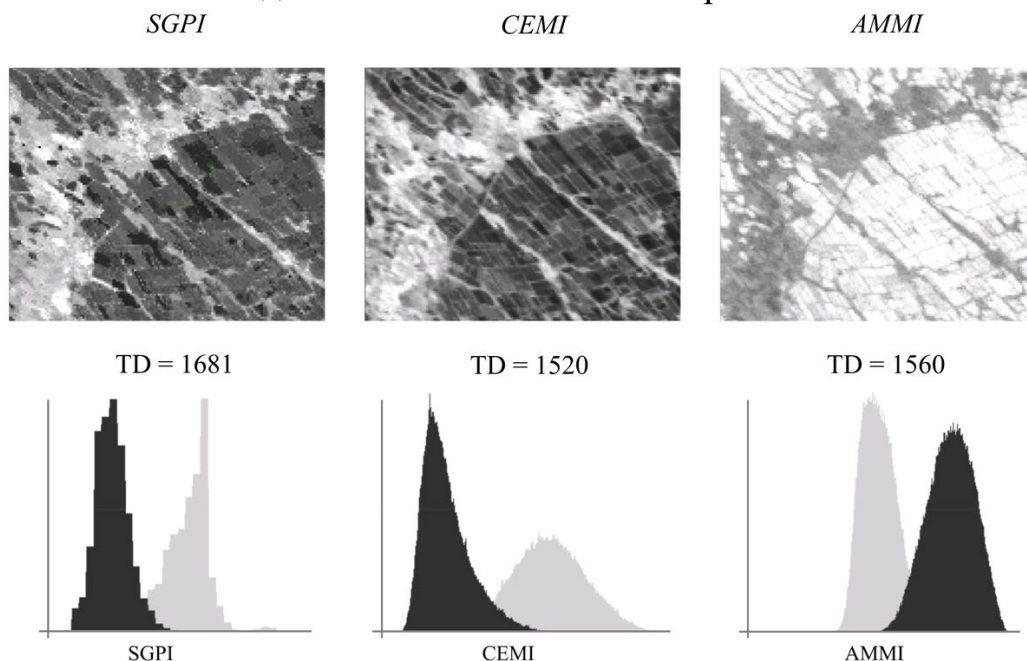


Рисунок А.2.2 - Изображения признаков распознавания пашни и соответствующие им характеристики разделяемости классов

Анализ пространственного распределения локальных значений признаков указывает на их заметную изменчивость для обоих классов (Рисунок А.2.3), вызванную различиями почвенно-климатических и социально-экономических условий возделывания культур.

Необходимость учета пространственной изменчивости спектрально-динамических характеристик пахотных земель и естественной растительности

обуславливает целесообразность использования метода локально-адаптивной классификации. Для картографирования пахотных земель России на базе описанных признаков распознавания использовался метод локально-адаптивной классификации LAGMA. При этом близость гистограммы локальных значений признаков к нормальному распределению позволила использовать для классификации метод максимального правдоподобия.

Описанный подход позволяет осуществлять ежегодное картографирование пахотных земель России. Результаты проведенной оценки точности карты свидетельствуют, что общая точность распознавания пахотных земель в различных регионах России варьирует в диапазоне от 80% до 98%.

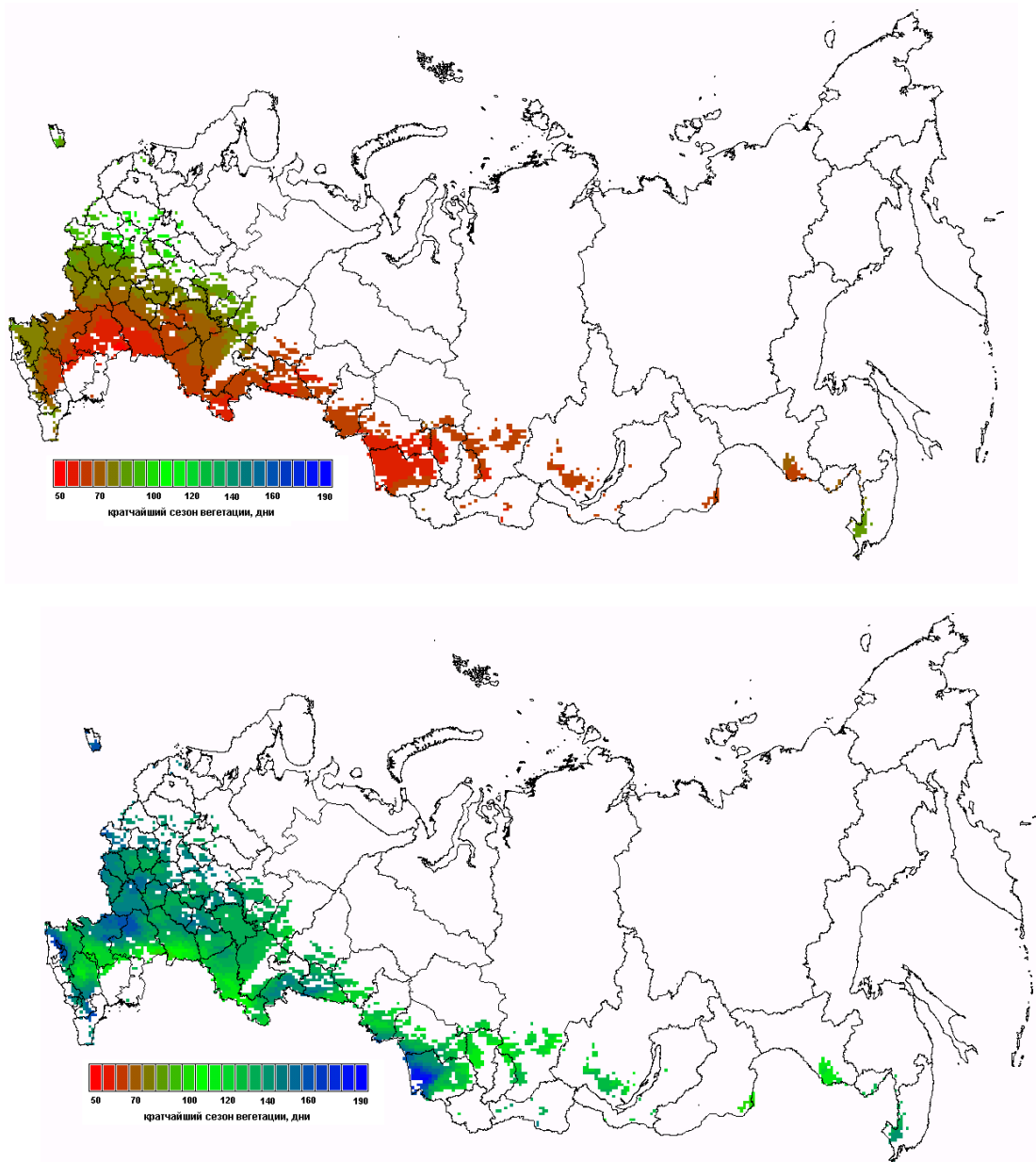


Рисунок А.2.3. Пространственная изменчивость индекса SGPI для пахотных земель (вверху) и естественной растительности (внизу). Оценка значения SGPI получена для клеток 25х25 км, в которых доля площади пахотных земель не ниже 5%.

Также разработан и используется автоматический метод оперативного выявления озимых культур в весенне-летний период вегетации на основе временных серий спутниковых данных MODIS. Метод позволяет осуществлять независимое построение репрезентативной обучающей выборки на большие территории по классам «озимые», «яровые» и «чистый пар» на любой момент времени весенне-летнего сезона вегетации культурной растительности. Концепция метода предусматривает последовательное обновление и уточнение в оперативном режиме карт посевов озимых культур в весенне-летний период по мере их развития и появления новых свободных от влияния мешающих факторов спутниковых данных MODIS.

Указанный метод использует принцип автоматической пространственной экспансии обучающей выборки для её итеративного распространения от места инициализации на всю территорию устойчивого возделывания озимых. Выборка инициализируется на основе сегментации изображений перпендикулярного вегетационного индекса PVI и последующей их кластеризации на основе гистограммного анализа на территорию «гарантированного выращивания» озимых (т.е. регионы с преобладанием посевных площадей озимых в любой произвольный сезон – Краснодарский край, Ставропольский край, Ростовская область) в ранне-весенний и весенний период, соответствующий интервалу дат с середины февраля до середины мая. На этапе инициализации приоритет отдается более поздним или наиболее актуальным датам, а перед маркировкой кластера проводится анализ устойчивости его предполагаемого класса на основе анализа разновременных изображений.

На каждой итерации происходит восстановление местного эталона фазовых характеристик. Затем в зоне действия восстановленного эталона ведется поиск и выявление находящихся на используемых пахотных землях объектов соответствующего класса с похожими на локальный эталон фазовыми характеристиками. Схожесть фазовых характеристик оценивается с точки зрения величины коррелированности динамики временных серий дистанционных характеристик сравниваемых объектов, а также спектрально-динамического расстояния между ними. В свою очередь, выявленные объекты рассматриваемых классов участвуют в формировании новых локальных эталонов, в том числе, расположенных на некотором расстоянии от эталонов предыдущей итерации. Итерации повторяются до тех пор, пока найденные эталоны классов достаточно представлены в текущей окрестности. В частности, распространение выборки прекращается, если на текущей итерации становится невозможно найти необходимое количество новых эталонов ввиду приближения к окрестностям зоны устойчивого возделывания озимых культур. Таким образом, основанный на принципе экспансии алгоритм позволяет создать актуальную опорную выборку по указанным классам на протяженный пространственно-связанный регион

континентального масштаба, – например, европейскую часть РФ, север Казахстана, а также ряд восточноевропейских стран. На последнем этапе происходит распознавание озимых культур на основе созданной в результате экспансии опорной выборки, спектрально-динамических метрик и локально-адаптивной классификации методом Random Forest, реализованном в пакете LAGMA. Из результата распознавания исключаются пиксели, находящиеся вне актуальной карты используемых пахотных земель, получаемой по данным MODIS.

В результате классификации создается карта посевов озимых культур, сопровождаемая вспомогательной информацией об уровне надежности результатов их выявления, определяемого на уровне пикселей MODIS с учетом количества информативных значений в используемой серии признаков изображений (Рисунок А.2.4).

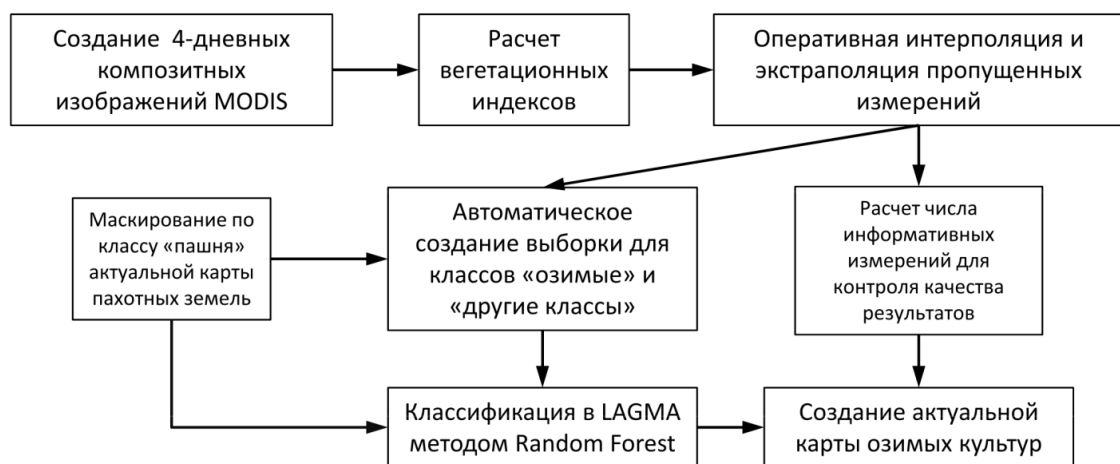


Рисунок А.2.4 - Схема оперативного обновления карт посевов озимых культур по данным MODIS

А.3 Технология классификации сельскохозяйственных культур по разновременным композитным изображениям на основе данных различных спутниковых систем ДЗЗ

Данные спутниковых наблюдений являются важнейшим источником объективной информации о выращиваемых сельскохозяйственных культурах. Такие сведения востребованы среди большого количества организаций и ведомств: от Минсельхоза России и Росстата до страховых компаний и агропредприятий. На протяжении многих лет в ИКИ РАН ведутся работы по распознаванию культур, произрастающих на территории Российской Федерации, по данным спутникового прибора MODIS. Эксперименты по распознаванию культур проводятся также на основе данных высокого пространственного разрешения Landsat (OLI) и Sentinel-2 (MSI).

В 2024 г. на базе возможностей системы «Вега» реализована технология классификации сельскохозяйственных культур на полях по данным спутников Sentinel-2. Далее приводится описание разработанной технологии, в частности, охарактеризован процесс формирования задания на классификацию, используемые исходные данные и метод классификации, а также принцип работы с получаемыми результатами; демонстрируются некоторые результаты тестирования технологии. Формирование задания на классификацию происходит в несколько этапов (Рисунок А.3.1)

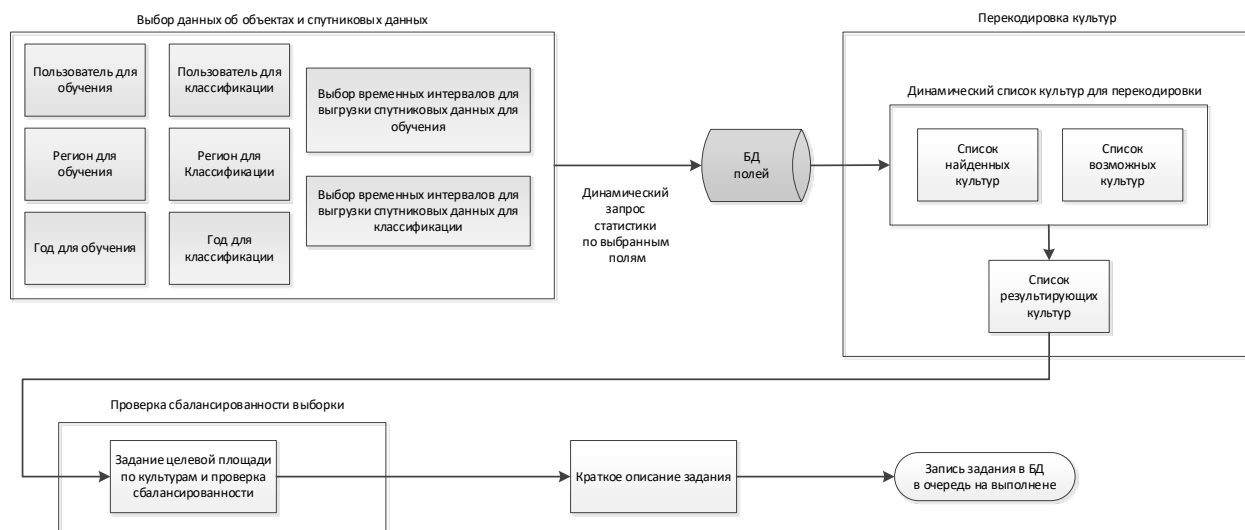


Рисунок А.3.1 – Блок-схема формирования задания на классификацию

На первом этапе задаются параметры для поиска векторных объектов (полей) для обучающей и классифицируемой выборок. Выбирается год, пользователь и регион поиска данных. Для формирования обучающей выборки необходимо наличие полей с заданной культурой в выбранном сезоне. Дополнительно могут задаваться установленные ранее флаги поиска, которые отвечают за достоверность получаемых данных. Также задаются интервалы для выгрузки спутниковых данных.

После подтверждения пользователем параметров, установленных на первом этапе, происходит запрос на сервер в БД полей для поиска выбранных объектов. В результате формируется список найденных культур со статистикой по ним. На основании этих данных динамически формируется форма для второго этапа.

Второй этап позволяет составить список культур, подлежащих распознаванию. Найденные в полях культуры можно или убрать из классификации, или агрегировать в более широкий класс.

После подтверждения списка культур для классификации формируется форма третьего этапа для проверки сбалансированности выборки. В ней перечисляются выбранные на предыдущем этапе культуры и соответствующие

им после переклассификации площади. Целевая площадь задается пользователем, после чего автоматически рассчитывается процент выборки от целевой площади. Ориентируясь на рассчитанные показатели, пользователь может установить флаг, сообщающий о необходимости балансировки выборки.

Следующий за подтверждением этой формы шаг – краткое описание задания.

После финального подтверждения задание формируется целиком и записывается в БД для постановки в очередь на обработку.

При поступлении задания в обработку формируется покрытие полями выборок с выбранными и перекодированными культурами в формате SHP. Затем выгружаются спутниковые данные в формате GeoTIFF, после чего задание считается готовым для классификации.

В качестве входной спутниковой информации для классификации используется временной ряд восстановленных ежедневных безоблачных изображений индекса NDVI по данным Sentinel-2, созданных на основе весовой интерполяции LOWESS. Исходные спутниковые данные Sentinel-2 представляют собой нарезанные на небольшие фрагменты по регулярной сетке изображения земной поверхности. Данные хранятся в архиве с использованием технологии UNISAT. По запросу формируется выборка этих фрагментов на заданные дату и территорию, файлы изображений в красном и инфракрасном канале калибруются в КСЯ, и по ним считается индекс NDVI. Далее полученные таким образом фрагменты интерполируются с созданием серии ежедневных изображений и склеиваются в единое изображение в формате GeoTIFF с выбором каждого 5-го дня. В общем случае получается 2 набора данных — для обучения и для распознавания.

Метод попиксельной классификации основан на использовании классификатора Random Forest. В качестве признаков используется вектор значений NDVI. Готовые результаты классификации представляют собой SHP файл с полученными классами культур. Осреднение статистики по полям основано на определении наиболее представленного класса (majority). Данные перемещаются в хранилище результатов и становятся доступными для визуализации.

Визуализация осуществляется напрямую из SHP файлов (при этом возможна интерактивная установка процента площади поля для аннотации по результатам классификации). Помимо визуализации векторного результата обеспечивается также просмотр растровой карты культур (непосредственно результата попиксельной классификации). При просмотре имеется возможность выбрать только нужные классы. Выбранные классы можно записать в БД полей к каждому полю. При записи в БД доступны несколько режимов: результаты могут быть записаны как для всех полей, так и выборочно в соответствии с

заданными правилами (например, установить культуру только для тех полей, у которых она не была задана ранее). Это позволяет гибко занести или обновить данные только для нужных полей.

Разработанная технология протестирована на разных территориях с выделением разного количества классов. Ниже приведены результаты экспериментов, проведённых по территории Мамонтовского района Алтайского края по данным за 2023 г. (рис. 2). Количество распознаваемых классов составило 10; среди них представлены как отдельные культуры (например, подсолнечник, соя), так и группы культур (так, в класс «ранние яровые культуры» включены ранние яровые зерновые и зернобобовые культуры, а также лён-кудряш). Размер обучающей выборки для каждого класса составил 18% от их целевой площади. Для классификации использовался временной ряд изображений NDVI за период с начала мая по середину октября 2023 г.

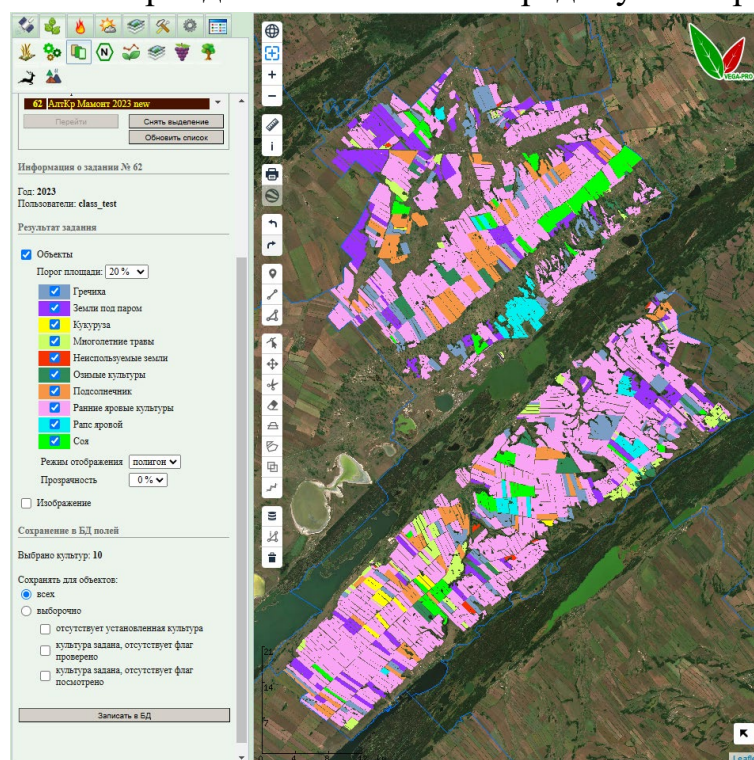


Рисунок А.3.2 – Пример результата классификации культур за 2023 г. на территорию Мамонтовского района Алтайского края в интерфейсе системы «Вега»

В результате сопоставления результата классификации с эталонными данными сформирована матрица ошибок и рассчитаны некоторые метрики качества полученного результата (Таблица А3.1). В частности, общая достоверность классификации в рассмотренном случае составила 93%.

Таблица 3.1 – Матрица ошибок, сформированная для результата классификации по территории Мамонтовского района Алтайского края за 2023 г.

	Площади по эталонным данным, га											РА, %	UA, %	OA, %	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итого				
Площади по классификации, га	1 – неиспользуемые земли	304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304	78,1	100,0	93,2
	2 – пар	0	11248	0	145	0	0	0	0	0	363	11756	88,3	95,7	
	3 – озимые культуры	0	131	2263	0	0	0	0	0	0	0	2393	78,0	94,5	
	4 – гречиха	0	0	0	9247	0	0	0	0	43	0	9290	74,2	99,5	
	5 – многолетние травы	9	117	303	35	3090	0	0	0	0	198	3751	96,4	82,4	
	6 – рапс яровой	0	0	0	55	0	3524	0	0	0	0	3579	82,2	98,5	
	7 – соя	0	0	0	197	0	764	4931	98	310	0	6300	100,0	78,3	
	8 – кукуруза	0	0	0	0	0	0	0	911	87	0	997	90,3	91,3	
	9 – подсолнечник	0	0	0	139	91	0	0	0	9394	0	9624	91,1	97,6	
	10 – ранние яровые культуры	76	1242	335	2646	25	0	0	0	476	63184	67983	99,1	92,9	
	Итого	389	12738	2900	12463	3205	4288	4931	1008	10311	63745	115978			

По этой же территории сформировано несколько дополнительных заданий, отличающихся длиной временного ряда изображений NDVI, используемых для классификации (стартовая дата во всех заданиях была неизменной – начало мая 2023 г., отличались только финальные даты – середина июля, начало августа, середина августа и сентября 2023 г.). Общая достоверность классификации в результате проведённого эксперимента варьировала от 78 до 93%, причём существенный рост достоверности наблюдался при увеличении длины временного ряда NDVI с середины июля по середину августа, после чего значительных изменений этой величины не наблюдалось (Рисунок А.3.3).

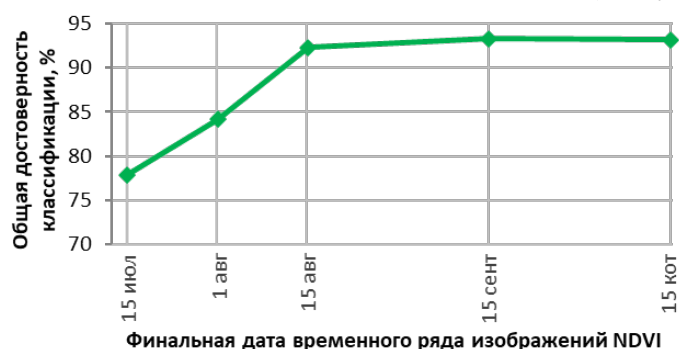


Рисунок А.3.3 – График изменения общей достоверности классификации в зависимости от длины временного ряда используемых изображений NDVI (Алтайский край, Мамонтовский район, 2023 г.)

Опыт тестирования технологии показал целесообразность её доработки. В модифицированную версию инструмента добавлены следующие возможности:

- использование при классификации не только ежедневных композитов NDVI по данным прибора MSI, но и других данных, доступных в «Вега», в частности, ежедневных композитов NDVI по данным КМСС, MODIS и VIIRS, а также ежемесячных – по данным Landsat;
- классификация не только в пределах границ полей, и в случае их отсутствия – по территории заданных районов или субъектов Российской Федерации в целом;
- проведение не только попиксельной, но и объектной классификации и верификации культур на основе временных рядов значений NDVI, усреднённых в пределах границ полей.

Таким образом, на базе системы «Вега» создана работающая технология, позволяющая при наличии эталонной информации о выращиваемых культурах на части полей осуществлять распознавание культур в пределах всей области интереса с высокой достоверностью, а также проводить автоматизированную верификацию полученных результатов. Технология поддерживает возможность работы с данными различных спутников/приборов: Sentinel-2, Landsat, Метеор-М/КМСС, MODIS, VIIRS.

А.4 Технология создания безоблачных композитных изображений по данным спутников серии Sentinel-2

Для изучения изменений, происходящих на поверхности Земли, во многих случаях необходимо получать регулярные и сопоставимые спутниковые данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Особенно остро стоит вопрос получения периодической съёмки в задачах изучения растительности. Например, для получения карт растительного покрова или анализа его изменений необходима информация о динамике отражательной способности в различных диапазонах электромагнитного спектра каждой точки картируемой территории в течение сезона вегетации (Барталев и др., 2016). Надёжное регулярное получение такой информации по спутниковым данным может быть затруднено, в основном из-за влияния облачности. При этом для разработки автоматических методов анализа на большую территорию более применимыми могут быть полностью её покрывающие однородные бесшовные данные, в которых совсем отсутствует облачность и связанные с ней мешающие факторы. Одним из основных путей получения таких данных представляется создание безоблачных композитных изображений. В работе описывается технология получения безоблачных бесшовных композитных изображений по данным спутников серии Sentinel-2, а также полученный на её основе набор ежемесячных и ежесезонных данных за разные периоды 2019–2022 гг. Этот набор данных был

опубликован на ресурсах Центра коллективного пользования (ЦКП) «ИКИ-Мониторинг» (Лузян и др., 2019).

Исходные данные прибора MSI (англ. Multispectral Instrument) спутников серии Sentinel-2, распространяемые в рамках программы Copernicus (англ. Copernicus Open Access Hub, <https://scihub.copernicus.eu/>) Европейского космического агентства (англ. European Space Agency — ESA) в настоящей работе для создания композитных изображений извлекаются из архивов ЦКП ИКИ-Мониторинг. Для этого ранее было организовано автоматическое поступление, обработка и сохранение данных спутников серии Sentinel-2 в архивы ЦКП «ИКИ-Мониторинг» (Прошин и др., 2019). В настоящее время в архивах ЦКП «ИКИ-Мониторинг» имеется информация спутников серии Sentinel-2 по территории Северной Евразии и ряду локальных участков по всему миру за период с 2015 г. по настоящее время. Пример покрытия данными (продукты всех уровней обработки) на лето 2019 г. приведён на Рисунке А.4.1. Набор продуктов уровня обработки L2A, т. е. после проведения процедуры атмосферной коррекции, имеется в ЦКП «ИКИ-Мониторинг» только начиная с 2019 г. и только на территорию России.

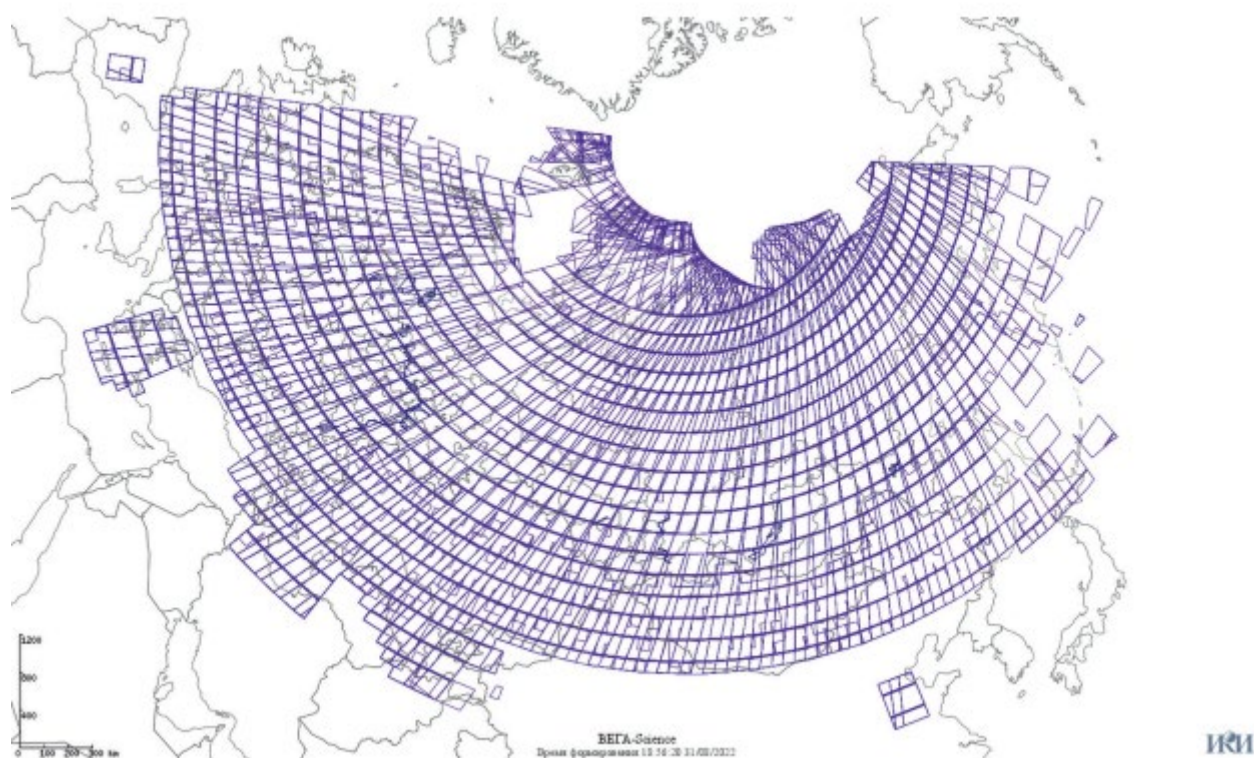


Рисунок А.4.1 - Пример покрытия данными (продукты всех уровней обработки) спутников серии Sentinel-2 в архивах ЦКП «ИКИ-Мониторинг» на лето 2019 г.

В основе технологии лежит маскирование мешающих факторов с использованием стандартного продукта классификации сцены. Он получен алгоритмом Sen2Cor и подробно описан в технической документации (<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi/level->

2a/algorithm) и ряде работ, например (Louis et al., 2016). Этот продукт, называемый в приведённой технической документации Scene Classification (далее — SC), для каждого пикселя данных указывает один из 11 классов, включая три класса облаков, тени от облаков, тёмные объекты, растительность, не растительность, воду, неклассифицированные пиксели, значение «нет данных» и сбой. Точность SC анализировалась в ряде работ. Например, в публикации (Baetens et al., 2019) указана общая точность 84 %. В исследовании (Main-Knorn et al., 2017) получена общая точность по всем классам 74 ± 11 %, а при разделении между классами «чистая поверхность и вода» и «неиспользуемые пиксели» — уже 92 ± 4 %. Точность сильно зависит от состояния атмосферы, процента облачности, времени года, территории и других факторов. К тому же алгоритм Sen2Cor совершенствуется и точность SC меняется со временем. В настоящей работе не решалась задача по количественной оценке точности продукта SC, однако перед его применением проведена качественная оценка. Для различных периодов года и различных участков территории России за 2021 г. в экспертном режиме было проанализировано несколько сотен сцен и качество имеющегося для них продукта SC. Отметим основные замеченные проблемы на качественном уровне:

- наличие класса «неклассифицированные пиксели». Особенно часто встречается на урбанизированной территории. Также он присутствует на облачности или тенях от облаков;
- класс «тёмные объекты» часто перепутан с тенями от облаков;
- много проблем на границах классов, когда пограничные или соседние с границей классов пиксели классифицированы неверно. Проблема особенно актуальна для классов облачности;
- существуют одиночные ошибочные пиксели или линии пикселей в разных классах.

Некоторые мелкие объекты, например в низинах или на урбанизированной территории, могут находиться в классах облачности непрерывно;

- проблема с классом «дымка» (в документации — THIN_CIRRUS). Часто дымка незначительно искажает значения яркости, однако под ней хорошо просматривается чистая поверхность;
- классы снега и облаков часто перепутаны, особенно это актуально зимой для снежных облачных фронтов.

Для устранения некоторых указанных проблем к каждой сцене дополнительно применяется ряд операций. Схема построения композитного изображения для бесснежного периода приведена на Рисунке А.4.2.

Поскольку исходные данные хранятся в тайлах размером около 100×100 км в универсальной поперечной проекции Меркатора UTM (англ. Universal Transverse Mercator), то для уменьшения временных затрат вся обработка ведётся

в этой тайловой сетке. Композитное изображение создаётся по каждому тайлу независимо. Также независимо обрабатываются данные разных спектральных каналов. Для одного тайла отбирается не более определённого числа измерений за период с общим процентом облачности по тайлу не более заданного. Предельный процент облачности и максимальное число измерений задаются опционально в зависимости от периода. Например, для композитного изображения за сезон вегетации берётся 20 измерений с процентом облачности по тайлу не более 50 %. В случае, если за период есть больше указанного числа измерений, то выбираются те, у которых общий процент облачности по тайлу меньше. Остальные измерения не участвуют в дальнейшем расчёте.

В каждой сцене на первом этапе строится маска на основе продукта SC. Для бесснежного периода считаются чистыми классы «растительность», «не растительность», «вода», «тёмные объекты» и «неклассифицированные пиксели», а для снежного периода (зимний композит) ещё и класс «снег». Остальные классы считаются маской. Для снежного (зимнего) композитного изображения операция улучшения маски проводится в один этап, выполняется только стягивание одиночных групп пикселей. Для бесснежного периода к каждой маске применяются независимо морфологические операции расширения (на рис. 2 «Уточнение “dilation”») и сужения (на рис. 2 «Уточнение “erosion”»). После применения маски независимо для улучшений путём расширения и сужения считается медианное значение по всему массиву измерений. Если чистое измерение не было получено в ветке с применением операции расширения, то оно заполняется значением из ветки с применением операции сужения. Применение операции расширения в первую очередь необходимо для устранения проблем на границе класса облачности. Применение операции сужения необходимо для устранения одиночных ошибочных пикселей или ошибочных линий пикселей в разных классах. При отсутствии этого этапа некоторые мелкие объекты были бы полностью исключены из композитного изображения. Размер расширения (10 пикселей) и сужения (1 пиксель) был подобран эмпирически при анализе сотен различных сцен за 2021 г. Результат оценивался в экспертном режиме на качественном уровне, без точной количественной оценки. Дополнительно исследовалась возможность учёта иной комбинации классов из продукта SC, например, принятие тёмных объектов или класса неклассифицированных пикселей в качестве маски. Однако учёт иного набора классов в качестве чистых приводил к существенно худшему результату, особенно при числе безоблачных измерений за период менее пяти. На последнем этапе от оставшихся без данных пикселей дополнительно проводится отступление операцией расширения. Эта операция необходима, так как на границе мест отсутствия безоблачных измерений качество результирующего

композиционного изображения, полученного всего по нескольким сценам, получается низким.

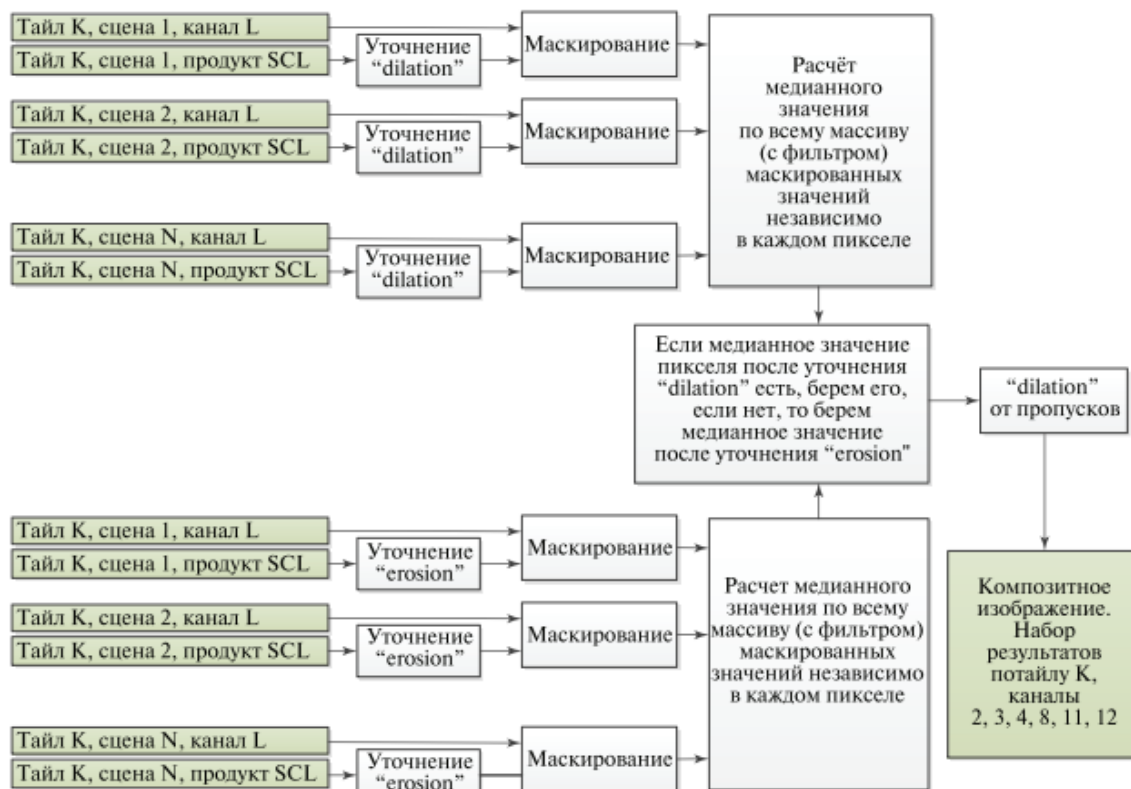


Рисунок А.4.2. Схема построения композиционного изображения для бесснежного периода

Отметим также особенности технологии и временные затраты на создание композиционных изображений по описываемой технологии. Вся информация в ЦКП «ИКИ-Мониторинг» хранится в распределённом файловом архиве на множестве серверов на основе подходов, описанных в работе (Прошин и др., 2016). При создании композиционного изображения данные за отобранные даты внутри периода выгружаются с сервера хранения непосредственно в оперативную память сервера, выполняющего обработку. Такой подход позволяет избежать каких-либо дополнительных временных затрат на копирование данных. В результате при расчёте в 8 потоков с использованием одного сервера из состава ЦКП «ИКИ-Мониторинг» (CPU: AMD EPYC 7413, VMware 8 core, 2645 MHz; Memory: 125 GiB) получено среднее время на создание композиционного изображения за месячный период на территорию России около трёх дней (при обработке всего 2232 тайлов, в которых в сумме чуть более 270·109 пикселей, с фильтром на облачность в 75 % и лимитом безоблачных измерений не более 15).

С помощью описанной технологии был создан набор безоблачных композиционных изображений на территорию России. Список основных опубликованных композиционных изображений приведён в таблице. В дальнейшем аналогичные продукты за новые периоды будут создаваться и пополнять архивы в автоматическом режиме. На Рисунке А.4.3, А.4.4 приведены примеры созданных композиционных изображений.

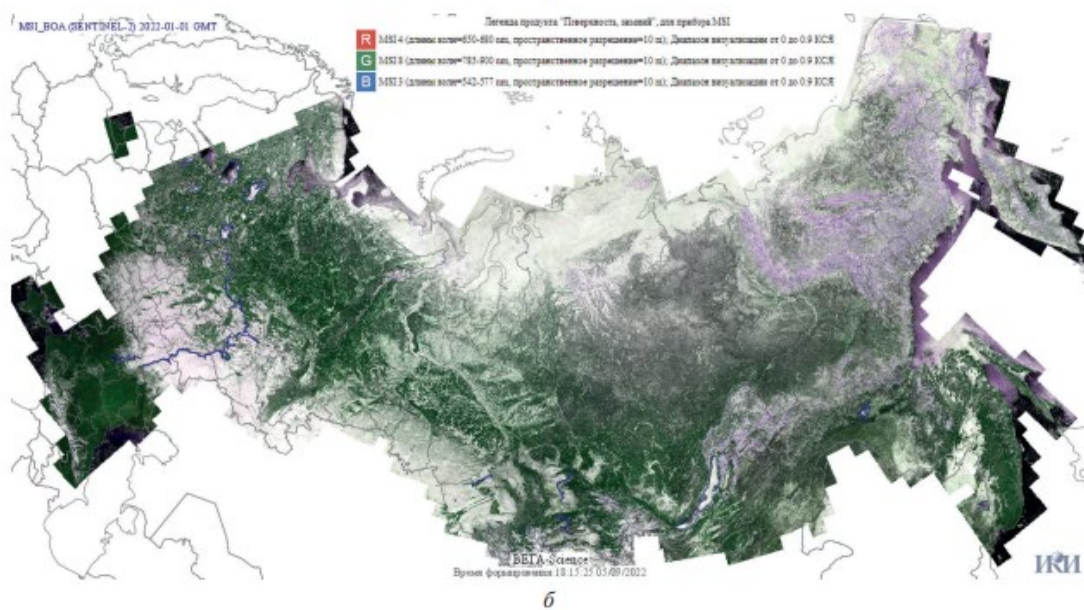
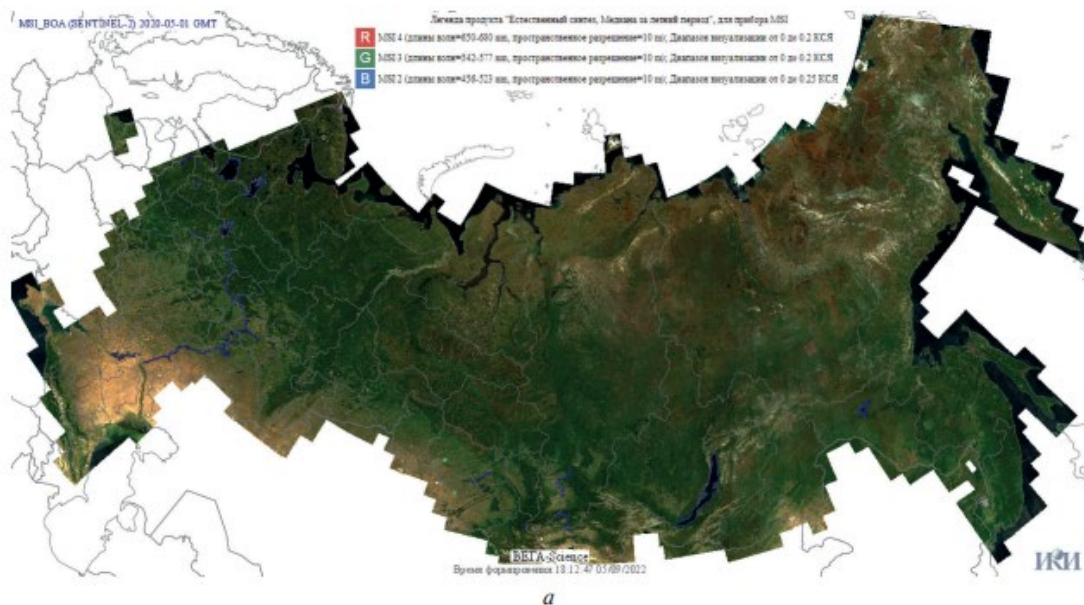


Рисунок А.4.3 - Примеры созданных композитных изображений: а — за сезон вегетации с 1 мая по 31 сентября 2020 г. (синтез в естественных цветах, каналы Red-Green-Blue); б — за снежный период с 1 января по 31 марта 2022 г. (синтез в ложных цветах, каналы Red-NIR-Green)

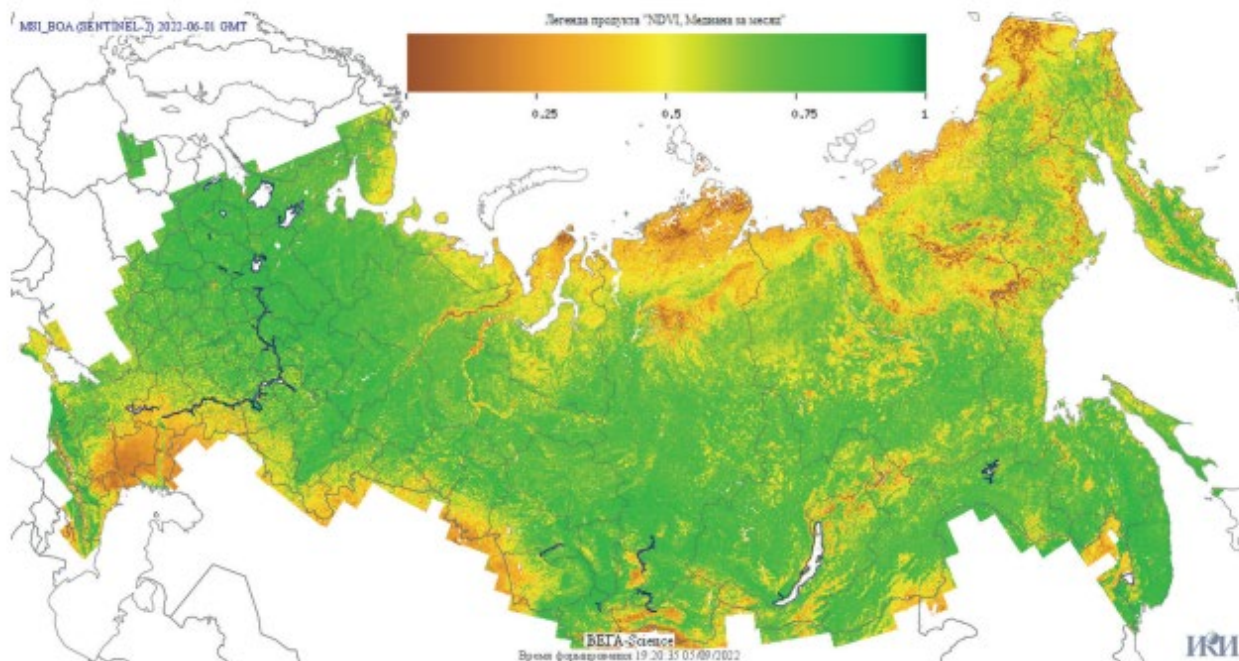


Рисунок А.4.4 - Примеры созданных композитных изображений: за июнь 2022 г. (продукт — нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI (англ. Normalized Difference Vegetation Index))

В Таблице А.4.1 приведена информация об опубликованных композитных продуктах по состоянию на 2022 г.

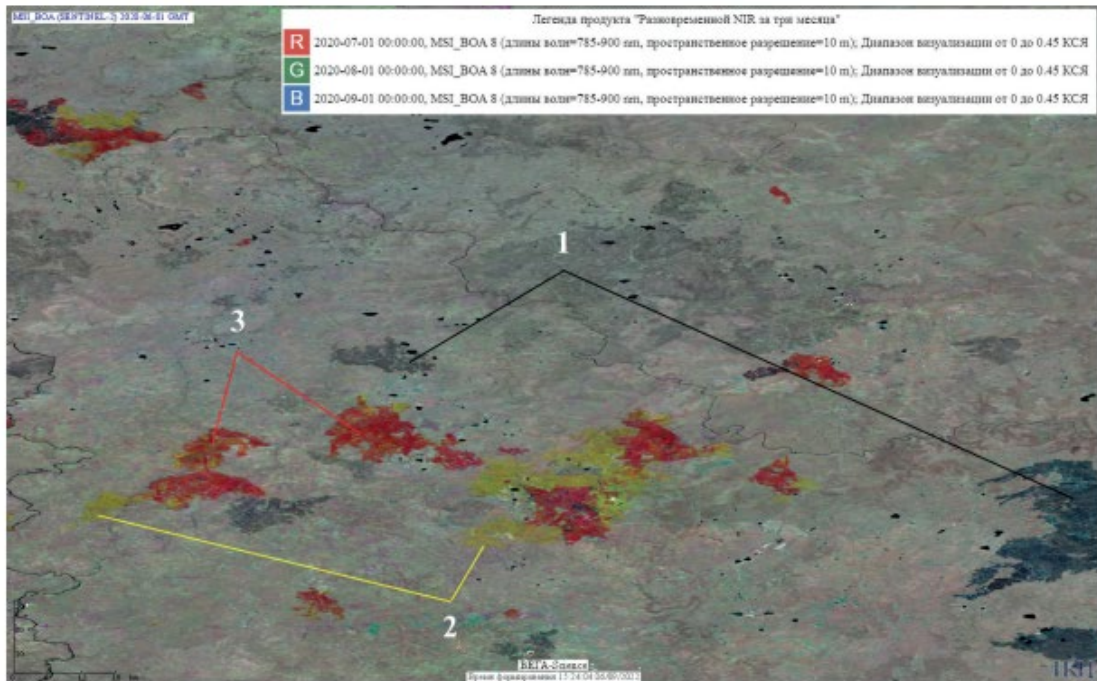
Таблице А.4.4 Информация об опубликованных композитных продуктах по состоянию на 2022 г.

Список основных опубликованных композитных продуктов	
Ежегодный за сезон вегетации	За период с 1 мая по 30 сентября за 2019, 2020, 2021 гг.
Ежемесячный	Все месяцы с марта по ноябрь включительно за 2019, 2020, 2021, 2022 гг. (2022 г. — только по июль, на момент написания статьи)
Ежесезонный	Весенний (с 1 марта по 31 мая), летний (с 1 июня по 31 августа), осенний (с 1 сентября по 30 ноября) за 2019, 2020, 2021, 2022 гг. (2022 г. — только весенний, на момент написания статьи)
Снежный (зимний)	За период с 1 января по 31 марта за 2019, 2020, 2021, 2022 гг.

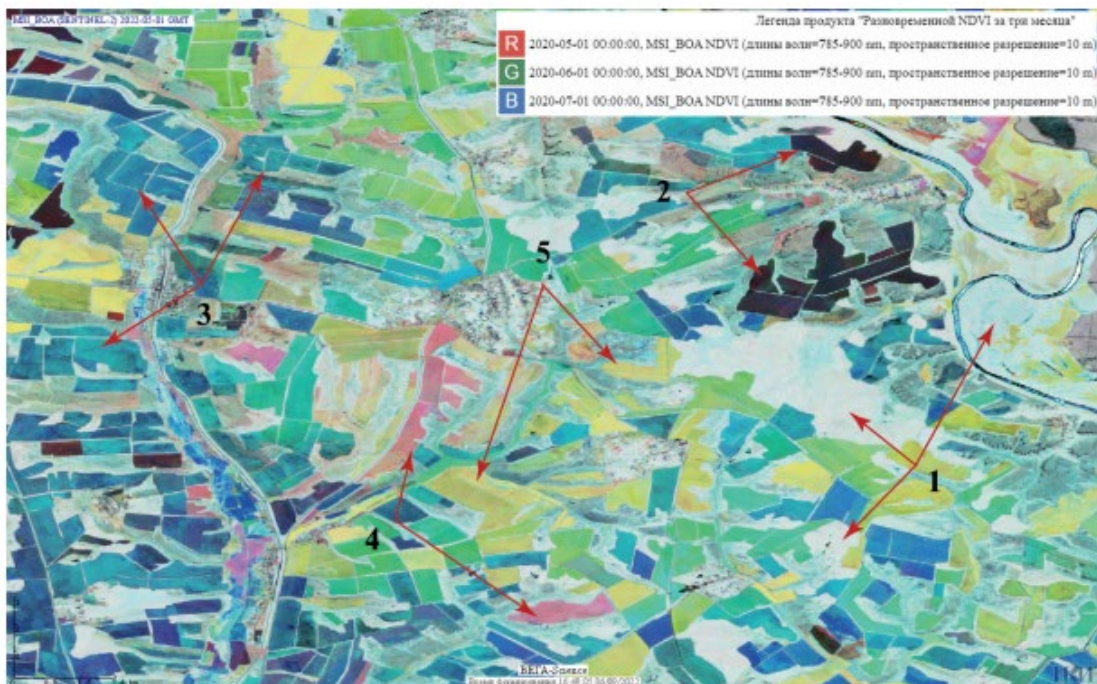
Реализована сезонная и месячная периодичности создания. Месячный период обусловлен, с одной стороны, достаточным обеспечением безоблачными данными каждой точки за этот период, а с другой стороны, тем, что скважность в один месяц позволяет выявить большинство особенностей развития растительного покрова в течение сезона вегетации. Выбор времени построения снежного (зимнего) композитного изображения обусловлен более вероятным наличием в этот период снежного покрова. Для создания композитных изображений из таблицы использованы стандартные продукты уровня обработки L2A, т. е. после проведения процедуры атмосферной коррекции. Все приведённые в таблице композитные изображения созданы в шести спектральных каналах: Blue (синий; канал 2 прибора MSI, соответствующий диапазону длин волн 456–523 нм, с пространственным разрешением 10

м/пиксель), Green (зелёный; канал 3, 542–577 нм, 10 м/пиксель), Red (красный; канал 4, 650–680 нм, 10 м/пиксель), NIR (англ. near infrared — ближний инфракрасный; канал 8, 785–900 нм, 10 м/пиксель), SWIR1 (англ. short wave infrared — коротковолновый инфракрасный; канал 11, 1565–1655 нм, 20 м/пиксель), SWIR2 (канал 12, 2100–2280 нм, 20 м/пиксель). Отметим, что с помощью описанной технологии возможно создание композитных изображений по информации в других спектральных каналах, а также по данным уровня обработки L1C. Опубликованные композитные изображения доступны через систему «Вега-Science» (<http://sci-vega.ru/>) (Loupian et al., 2022). Также возможно предоставление отдельных наборов данных по запросу.

Кроме данных в отдельных спектральных каналах, в системе «Вега-Science» также предоставляется ряд других информационных продуктов, являющихся синтезом информации в отдельных каналах композитного изображения или результатом вычислений над ними. Такие информационные продукты получаются в режиме реального времени в момент запроса на основе ранее разработанной технологии предоставления виртуальных информационных продуктов (Прошин и др., 2016). Также предоставляются разновременные продукты на основе композитных изображений, например синтез за три месяца, который хорошо показывает динамику изменений земной поверхности во времени. На Рисунке А.4.5 приведён пример такого продукта и демонстрация возможного его использования: на рис. 4а — в задаче картографирования лесных гарей, различные цвета при синтезе явно показывают период появления повреждённых участков леса; на рис. 4б — в задачах анализа сельскохозяйственной растительности. Даже на простом продукте синтеза композитных изображений за три последовательных месяца (май, июнь, июль) возможно решение следующих задач в экспертном или автоматическом режиме: определение границ полей, выявление неиспользуемых земель, выявление пахотных земель, определение различных видов угодий и типов выращиваемых культур. Причём с помощью указанных особенностей в связи с непрерывным покрытием территории при использовании композитных изображений появляется возможность создания карт на большую территорию. Однако обсуждение пригодности полученных композитных изображений для автоматического создания карт выходит за рамки настоящей работы. Поэтому в данной статье ограничимся лишь указанием на возможность применения композитных изображений для создания карт как в экспертном, так и в автоматическом режиме.



a



b

Рисунок А.4.5 - Пример использования информационного продукта «синтез композитных изображений за три месяца»: а — синтез КСЯ (коэффициент спектральной яркости) в канале NIR по композитным изображениям за июль, август, сентябрь 2020 г., территория Якутии, различные цвета при синтезе показывают период появления повреждённых участков леса: 1 — присутствуют во всех месяцах (появились до июля), 2 — появились в августе, 3 — появились только в сентябре; б — синтез индекса NDVI по композитным изображениям за май, июнь, июль 2022 г., территория Воронежской обл., различные цвета при синтезе показывают тип использования: 1 — лес или неиспользуемые земли, 2 — земли под паром, 3 — яровые культуры, 4 — травы или сенокосы, 5 — озимые культуры

Представленная технология позволяет достаточно оперативно создавать безоблачные композитные изображения на большую территорию. Полученный с

её помощью набор ежемесячных и ежесезонных данных за разные периоды 2019–2022 гг. опубликован на ресурсах ЦКП «ИКИ-Мониторинг» и предлагается для решения научных задач широкому кругу исследователей. Использование представленных в статье композитных изображений имеет ряд преимуществ по сравнению с данными отдельных сцен. Основными преимуществами выступают: отсутствие облачности и теней от облаков; однородность, непрерывность и бесшовность покрытия территории; отсутствие необходимости изучать множество отдельных сцен. Основной недостаток — это отсутствие точной привязки к определённой дате съёмки значения в конкретном пикселе, а также возможные пропуски экстремальных значений из-за сглаживания со значениями за другие даты. Дальнейшим развитием работы может быть усовершенствование технологии для восстановления данных за длительные облачные периоды, усовершенствование масок облачности, а также применение созданных композитных изображений в задачах автоматического картографирования земной поверхности.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Описание технологии контроля данных сельскохозяйственной микропереписи об использовании сельскохозяйственных угодий (ТКД СХМП)

Б.1 Функциональная структура технологии контроля (ТКД СХМП)

Б.2.1 Инструменты картографического интерфейса

Б.2.1.1 Вкладка «Спутниковые данные»

Б.2.1.2 Вкладка «Контроль сельскохозяйственной микропереписи»

Б.2.1.4 Вкладка «Картография»

Б.2.1.5 Вкладка «Анализ данных»

Б.2.1.6 Вкладка «Управление интерфейсом»

Б.2.1.7 Вкладка «Легенда карты»

Б.2.2 Инструменты работы со статистикой

Б.2.3 Инструменты аналитического интерфейса

Б.2.4 Дополнительные инструменты ТКД СХМП

Б.3 Состав спутниковых данных и результатов их обработки ТКД СХМП

Б.4 Формат представления результатов контроля

Б.1 Функциональная структура технологии контроля (ТКД СХМП)

ТКД СХМП - система контроля данных, которая создана как инструментальная основа обеспечения объективного контроля достоверности собранных в ходе сельскохозяйственной микропереписи 2021 года (СХМП-2021) статистических данных о площади различных категорий сельскохозяйственных угодий на основе данных дистанционного зондирования со спутников, технологий их обработки и предоставления соответствующей информационной поддержки установленным группам пользователей.

Информационный сервер технологии контроля размещен на аппаратных средствах Центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа данных спутниковых наблюдений Института космических исследований Российской академии наук (ЦКП «ИКИ-Мониторинг», ИКИ РАН) по адресу <http://agrocensus21.geosmis.ru/> (Рисунок Б.1.1).

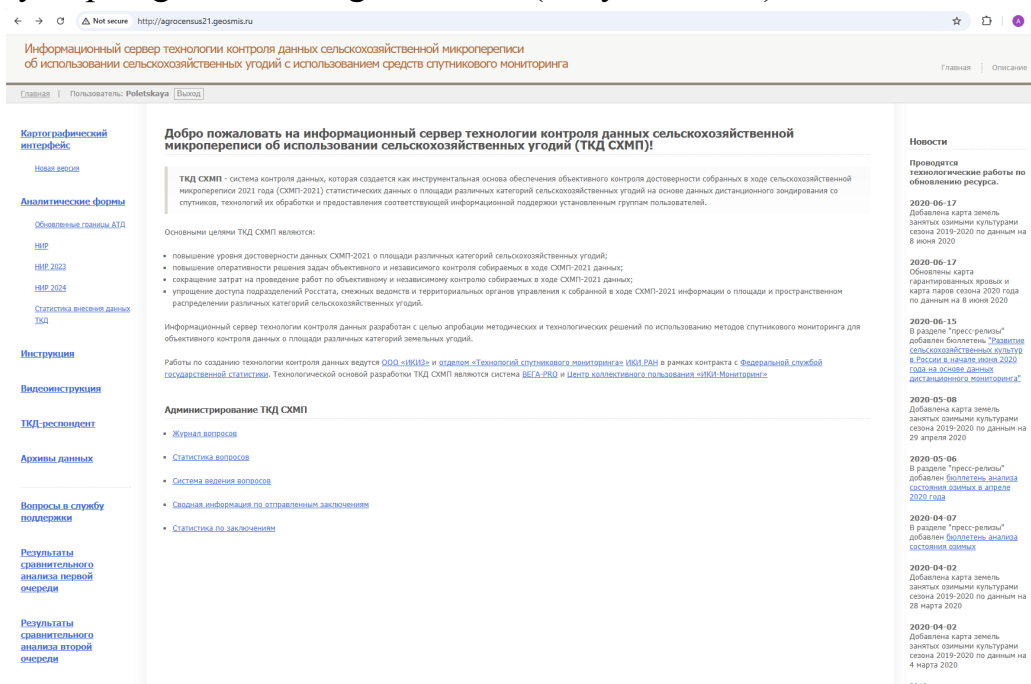


Рисунок Б.1.1 - Стартовая страница технологии контроля (ТКД СХМП)

В качестве основы для разработки ТКД СХМП были применены элементы автоматизированных технологий обработки, архивации и анализа спутниковых данных, разработанные ИКИ РАН и ООО «ИКИЗ» (Институт космических исследований Земли, технологический партнер ИКИ РАН), в том числе:

- технологии построения систем дистанционного мониторинга (СДМ). СДМ - это информационные системы, обеспечивающие постоянный мониторинг определенных процессов, явлений и/или территорий на основе использования средств и методов дистанционного зондирования;
- технология GEOSMIS - универсальная технология построения интерфейсов работы с пространственной информацией в системах

дистанционного мониторинга. Данная технология рассчитана на создание интерфейсов работы с большими распределенными многомерными архивами спутниковых данных и результатов их обработки. При этом технология рассчитана не только на создание интерфейсов, обеспечивающих поиск данных, но и на создание инструментов анализа и управления данными;

- технология UNISAT - технология построения унифицированных систем ведения сверхбольших распределенных архивов разнородных спутниковых данных. Ключевыми преимуществами этой технологии является поддержка механизма «виртуальных информационных продуктов», т.е. продуктов, которые динамически формируются по запросу пользователя на основе обработки имеющихся в архивах спутниковых данных, а также поддержка инструментов для удаленного анализа и обработки данных;
- технология создания инструментов распределённой обработки спутниковых данных ДЗЗ. Данная технология обеспечивает возможность создания полнофункциональных веб-ГИС, по своим возможностям практически не уступающим настольным приложениям и плотно интегрированным со сверхбольшими архивами спутниковых данных, что позволяет прозрачно работать со всем имеющимся массивом данных;
- технология создания аналитических интерфейсов на основе методов VI-аналитики, позволяющая произвести преобразование источников различных типов информационных продуктов, полученных на основе спутниковых данных, к структурированному виду, создать архивы структурированной информации, произвести обогащение данных, преобразовать архивы структурированной информации в многомерные хранилища и организовать на основе сформированных многомерных хранилищ интерактивные отчетные формы с помощью систем VI-аналитики;
- технология построения автоматической потоковой обработки спутниковых данных ДЗЗ, обеспечивающая возможность формирования автоматических цепочек обработки информации произвольной сложности и разветвлённости для получения требуемых информационных продуктов.

Аппаратно-технологической основой для реализации технологии были выбраны информационный сервис «Вега-PRO» (<http://pro-vega.ru/>) и ЦКП «ИКИ-Мониторинг» (<http://ckp.geosmis.ru/>).

Сервис «Вега-PRO» призван обеспечить интерфейсную основу для распределённой работы с данными, в том числе их онлайн-обработки и анализа.

ЦКП «ИКИ-Мониторинг» обеспечивает аппаратную и телекоммуникационную инфраструктуру, а также целый ряд автоматизированных блоков для сбора данных, их потоковой и интерактивной обработки, ведения оперативных и долговременных архивов и обеспечения доступа к хранимой информации.

С учётом вышеперечисленных особенностей и выбранных технологических решений была выработана структура технологии контроля, представленная на Рисунке Б.1.2.

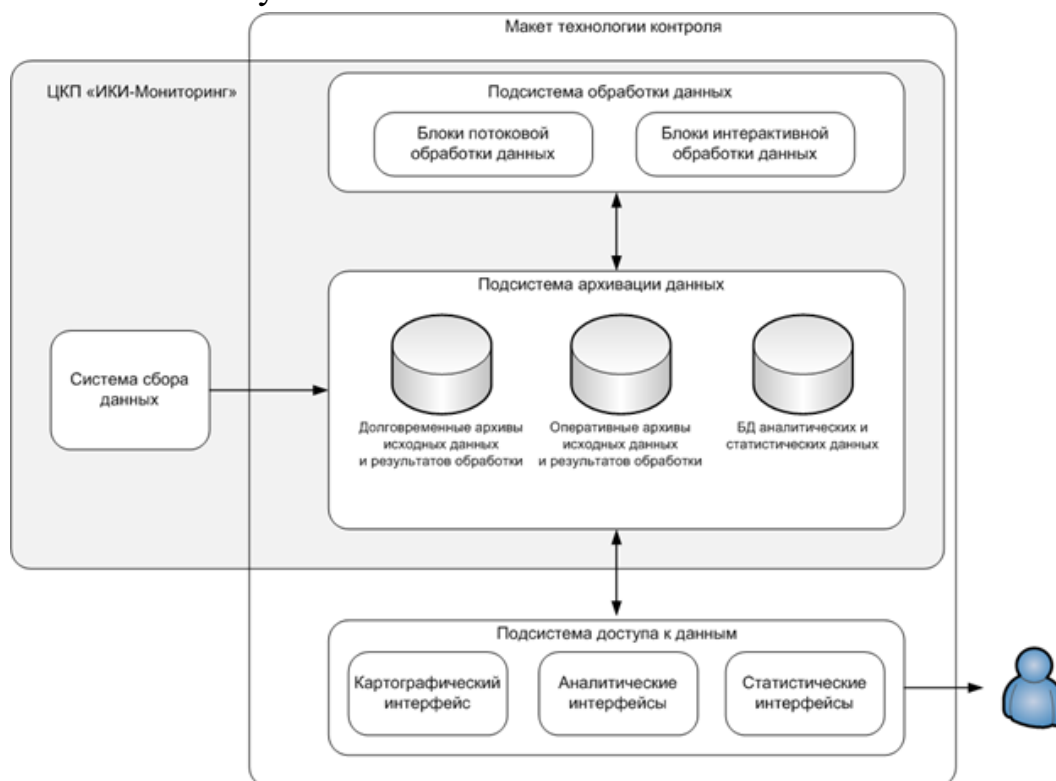


Рисунок Б.1.2 – Функциональная структура технологии контроля

В предлагаемой структуре технологии реализуется три основных подсистемы:

- подсистема обработки данных;
- подсистема архивации данных, в которую должны входить долговременные и оперативные архивы спутниковых данных, а также БД статистической и аналитической информации;
- подсистема доступа к данным, включающая в себя различные интерфейсы работы с данными.

Все технологические и технические вопросы, связанные с организацией получения спутниковых данных и онлайн-доступа к различным ресурсам, предоставляющим различные информационные продукты на основе спутниковых данных, в предлагаемой структуре реализованы с использованием уже имеющихся возможностей ЦКП «ИКИ-Мониторинг».

В рамках подсистемы обработки данных реализуются автоматические цепочки получения безоблачных композитных изображений вегетационных

индексов NDVI и PVI, позволяющих анализировать сезонную динамику сельскохозяйственных посевов, различной временной скважности и получения усреднённых значений для дальнейшей аналитики. Для получения таких композитных изображений последовательно осуществляется фильтрация спутниковых данных ДЗЗ различного пространственного разрешения с целью исключения или снижения влияния облачного покрова, затем производится реконструкция временных рядов спутниковых данных ДЗЗ с целью восстановления пропущенных и зашумленных измерений спектрально-отражательных характеристик земной поверхности, после чего осуществляется формирование временных рядов спектральных вегетационных индексов земной поверхности, характеризующих сезонную динамику растительного покрова. Все полученные результаты обработки передаются в подсистему архивации. В подсистеме реализуются алгоритмы обработки данных. Подсистема реализуется с использованием технологии организации и контроля процессов автоматической потоковой обработки спутниковых данных ДЗЗ и технологии создания инструментов распределенной обработки данных спутниковых данных ДЗЗ. Требования к составу спутниковых данных и результатов их обработки, которые реализуются в рамках подсистемы обработки, подробно рассмотрены ниже.

В рамках подсистемы архивации данных реализуются долговременные и оперативные архивы спутниковой информации и производных продуктов, а также БД статистической и аналитической информации. Архивы спутниковой информации реализуются на базе технологии UNISAT. Это позволяет обеспечивать распределённый доступ к многомерным массивам данных с использованием веб-интерфейсов и инструментов онлайн-обработки и анализа данных и эффективно предоставлять данные для построения выборок, необходимых для функционирования аналитических интерфейсов.

БД ведения статистической и аналитической информации формируется на базе BI-технологий с использованием OLAP-кубов. Основными источниками наполнения для этой БД являются данные текущей сельскохозяйственной статистики, данные сельскохозяйственных переписей, а также данные, полученные по результатам обработки спутниковой информации.

Подсистема реализуется с использованием технологии работы со сверхбольшими долговременными распределёнными постоянно обновляющимися архивами спутниковых данных ДЗЗ и результатов их обработки и технологии создания инструментов анализа результатов обработки спутниковых данных ДЗЗ.

В рамках подсистемы доступа к данным реализуется доступ удаленных пользователей к инструментам анализа спутниковых данных и результатам их

обработки, необходимым для выполнения задач контроля микропереписи. В составе подсистемы доступа к данным реализуются три группы интерфейсов:

- картографические, предназначенные для интерактивной визуализации, обработки и анализа спутниковой информации;
- аналитические, предназначенные для оценки сезонной и многолетней динамики требуемых параметров, в том числе вегетационных индексов;
- статистические, предназначенные для формирования отчётных форм для объективного контроля данных пилотного обследования.

Картографические интерфейсы являются основным средством визуальной оценки, обработки и последующего анализа спутниковых данных.

Они обеспечивают:

- работу с многомерными распределенными долговременными и оперативными архивами данных;
- быстрый выбор и отображение необходимых информационных продуктов и картографических слоёв;
- одновременное отображение различных видов информации и проведение их совместного анализа;
- работу с динамически формируемыми «виртуальными» продуктами;
- создание, занесение в архивы и дальнейшую работу с геометрическими объектами;
- онлайн-импорт информации из различных сторонних информационных систем.

Кроме того, в рамках картографических интерфейсов реализуются инструменты интерактивной обработки и анализа данных, предоставляющие пользователям широкий спектр возможностей по работе со спутниковыми данными:

- инструменты для доступа и выбора данных для формирования интересующих пользователя наборов данных из различных архивов спутниковых данных, используя при этом такие критерии поиска, как: географическая область, диапазон дат, спутник, прибор, продукт, облачность и другие;
- инструменты для обработки спутниковых данных для реализации различных операций по обработке данных, как, например, цветосинтез, классификация, сегментация и многие другие;
- инструменты для работы с рядами данных, позволяющие в графическом виде анализировать временные, пространственные и спектральные ряды данных;

- инструменты анализа различных характеристик данных для проведения измерений длин и площадей различных объектов, анализа одномерных и двумерных гистограмм, расчета различных статистических характеристик изображений или произвольно выбранных областей изображений и т.д.;
- специализированные инструменты для анализа и мониторинга различных объектов и явлений;
- инструменты моделирования для прогнозирования изменений тех или иных объектов наблюдения во времени;
- инструменты, обеспечивающие работу с метеорологической информацией;
- инструменты для подготовки презентационных веб-интерфейсов для иллюстрации различных явлений и процессов.

Аналитические интерфейсы, предназначенные для оценки сезонной и многолетней динамики требуемых параметров, представляют собой инструменты для построения выборок из многомерных массивов данных по заданным критериям и построения графиков для исследования их временной динамики. Инструменты позволяют оценивать динамику изменения характеристик наземных объектов разного пространственного охвата: точек, полигонов (например, сельскохозяйственных угодий и т.п.), административных единиц (районов, субъектов РФ) с учетом необходимого осреднения данных на площади объекта.

Статистические интерфейсы, предназначенные для формирования отчетных форм для объективного контроля данных статистики, обеспечивают формирование требуемой отчетности в различных формах представления – таблиц, графиков, карт.

Подсистема реализуется с использованием технологии создания интерфейсов пользователей для работы со спутниковыми данными ДЗЗ и результатами их обработки, технологии создания инструментов распределенной обработки спутниковых данных ДЗЗ и технологии создания инструментов анализа результатов обработки спутниковых данных ДЗЗ.

Также в рамках технологии предлагается многоуровневая технология защиты информации от несанкционированного доступа, позволяющая ограничить доступ разным пользователям и группам пользователей к различным ресурсам макета с учетом множества различных критериев.

Первым уровнем системы защиты от несанкционированного доступа выступает аппаратный сетевой экран, обеспечивающий фильтрацию доступа по различным телекоммуникационным протоколам из внешних сетей. По умолчанию, для любой внешней сети запрещены любые протоколы доступа,

кроме HTTP/HTTPS. Для обеспечения обмена данными на сетевом экране разрешается доступ из доверенных сетей или отдельных хостов.

Вторым уровнем защиты выступают программные сетевые экраны на серверах, обеспечивающих работу технологии контроля. Безопасность от несанкционированного доступа посредством вирусных атак достигается за счёт использования Unix-подобной ОС семейства FreeBSD, отличающейся крайней устойчивостью к заражениям за счёт жёсткой системы разграничения прав пользователей, обеспечивающей невозможность выполнения вредоносного кода с правами администратора.

Третьим уровнем защиты выступает система авторизации пользователей, через которую осуществляется любое взаимодействие с информационными ресурсами технологии, доступными извне. В роли информационных ресурсов могут выступать как интерфейсы в целом, так и отдельные типы данных, инструментов и операций над данными. Для каждого ресурса задаются группы пользователей, которым разрешён доступ к ресурсу. Кроме того, для каждого ресурса могут быть явно прописаны ip-адреса, с которых разрешён или запрещён доступ.

Группы пользователей могут включать в себя произвольное число пользователей. Один пользователь может входить в несколько групп, в таком случае доступ к ресурсам определяется по максимальным правам. Для каждого пользователя помимо групповых настроек прав доступа можно задать персональные параметры доступа, позволяющие ограничить доступ по территориальному признаку (например, разрешить доступ только к данным по заданному субъекту или Федеральному округу), по количеству доступных для работы и анализа объектов, по временному признаку, то есть задать временной диапазон действия параметров авторизации.

Технически система авторизации реализована с использованием штатных модулей http-сервера Apache2 в связке с СУБД MySQL/MariaDB.

Б.2 Структура и состав инструментальных средств комплексного анализа данных в технологии контроля (ТКД СХМП)

Одним из важнейших компонентов ТКД СХМП для решения задач верификации данных являются инструменты и другие средства комплексного анализа данных картографического интерфейса.

Б.2.1 Инструменты картографического интерфейса

Картографические интерфейсы, согласно предложенной функциональной структуре технологии контроля, являются основным средством визуальной оценки, обработки и последующего анализа спутниковых данных. Они обеспечивают:

- работу с многомерными распределенными долговременными и оперативными архивами данных;
- быстрый выбор и отображение необходимых информационных продуктов и картографических слоёв;
- одновременное отображение различных видов информации и проведение их совместного анализа;
- работу с динамически формируемыми «виртуальными» продуктами;
- создание, занесение в архивы и дальнейшую работу с геометрическими объектами;
- онлайн-импорт информации из различных сторонних информационных систем.

К инструментам картографического интерфейса относятся инструменты для:

- поиска и выбора спутниковых данных и результатов их обработки по заданному пользователем региону;
- визуализации спутниковых данных и результатов их обработки совместно с различной информацией о полях, на которых будет проводиться микроперепись (границы, площади, культуры и т.д.);
- оконтуривания границ полей по спутниковым изображениям и ввода в базу данных информацию о полях;
- проведения анализ и тематическую обработку спутниковых данных;
- проведения оценки площади различных полей;
- проведения интерактивной интерпретации и кодификации полей, соответствующих пахотным землям, залежам, сенокосам и пастбищам, а также посевным землям, занятым озимыми и яровыми культурами, и землям, занятым чистым паром.
- анализа хода средних значений вегетационных индексов для различных полей в течение сезона и их многолетней динамики;
- интерактивной интерпретации и кодификации полей, соответствующих пахотным землям, залежам, а также землям, занятым различными с.-х культурами;
- внесения сведений по объектам наблюдения в разрезе полей и визуализации данной информации в агрегированном виде;
- анализа порайонной статистики, полученной в рамках наблюдений в межпереписной и переписной периоды;
- анализа и контроля данных на уровне объекта наблюдений;
- сбора статистических данных о посевных площадях сельскохозяйственных культур с географической привязкой к местности;

- определения объектов наблюдений и районов, по которым имеются подозрения в некорректности полученной в рамках наблюдений информации об использовании сельскохозяйственных угодий и посевных площадей;
- проверки качества информационных продуктов, получаемых на основе спутниковых данных, в том числе на основе использования временных рядов данных вегетационного индекса NDVI, характеризующего временную динамику развития растительности для конкретного района и категории земель;
- работы с внешними картографическими источниками пространственных данных.

Общий вид интерфейса представлен на Рисунке Б.2.1. Интерфейс состоит из области карты, области вкладок и миникарты.

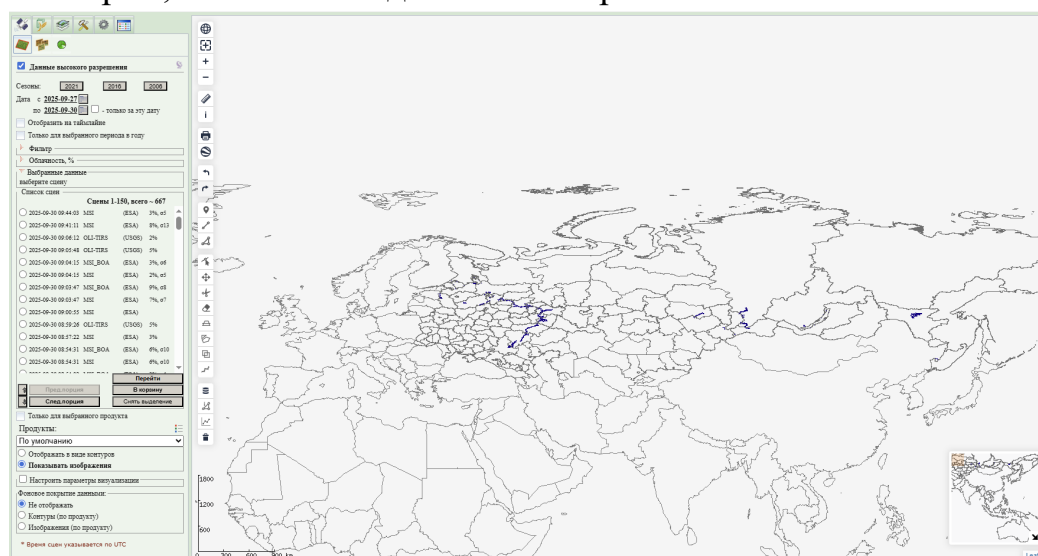


Рисунок Б.2.1 - Общий вид картографического интерфейса

Область карты предназначена для отображения различных выбранных картографических слоёв, как статических, так и динамических, а также содержит кнопки управления картой. Эти кнопки позволяют управлять отображением карты путем сдвига и изменения масштаба, задавать на карте различные объекты, в том числе точки, линии, полилинии и полигоны, получать информацию по созданным объектам и выведенным данным, а также экспортировать отображаемые слои для сохранения в различных форматах или во внешние системы (например, Google Earth).

Область вкладок представляет собой двухуровневое меню для управления отображаемыми данными. Каждая вкладка обеспечивает управление отдельным типом данных или реализацию того или иного инструмента обработки и анализа. Вкладки сгруппированы по типам контролируемых данных или операций. В

рамках технологии контроля предлагается реализовать следующие основные группы вкладок:

- спутниковые данные;
- инструменты контроля сельскохозяйственной микропереписи;
- картография;
- анализ данных;
- управление интерфейсом;
- легенда карты.

Б.2.1.1 Вкладка «Спутниковые данные»

Вкладки спутниковых данных обеспечивают поиск и выбор спутниковых данных и результатов их обработки по заданному пользователем региону, визуализацию спутниковых данных и результатов их обработки совместно с различной информацией о полях (границы, площади, культуры и т.д.).

В состав этой группы вкладок входят следующие типы данных:

- данные высокого разрешения для визуальной оценки текущего состояния рассматриваемых объектов;
- композитные изображения для анализа усреднённых показателей, в том числе многодневных, различных индексов по объектам анализа;
- радиолокационные данные для оценки текущего состояния рассматриваемых объектов независимо от времени дня и метеопараметров.

Состав спутниковых данных для отображения в данной группе вкладок, а также для обеспечения работы механизмов анализа данных, подробно рассмотрен в пункте Б.3.

Пример отображения композитного изображения за сезон вегетации (с мая по сентябрь включительно) с пространственным разрешением не ниже 5 м в варианте цветового синтеза «естественные цвета» на всю территорию России приведён на Рисунке Б.2.1.1.1

Пример отображения композитного изображения вегетационного индекса NDVI, усреднённого на интервале в семь дней и очищенного от пропусков за счёт интерполяции, на всю территорию России приведён на Рисунке Б.2.1.1.2. Подробно все инструменты визуализации рассмотрены в руководстве пользователя технологии контроля, доступном по адресу <http://agrocensus21.geosmis.ru/docs/manual/>.

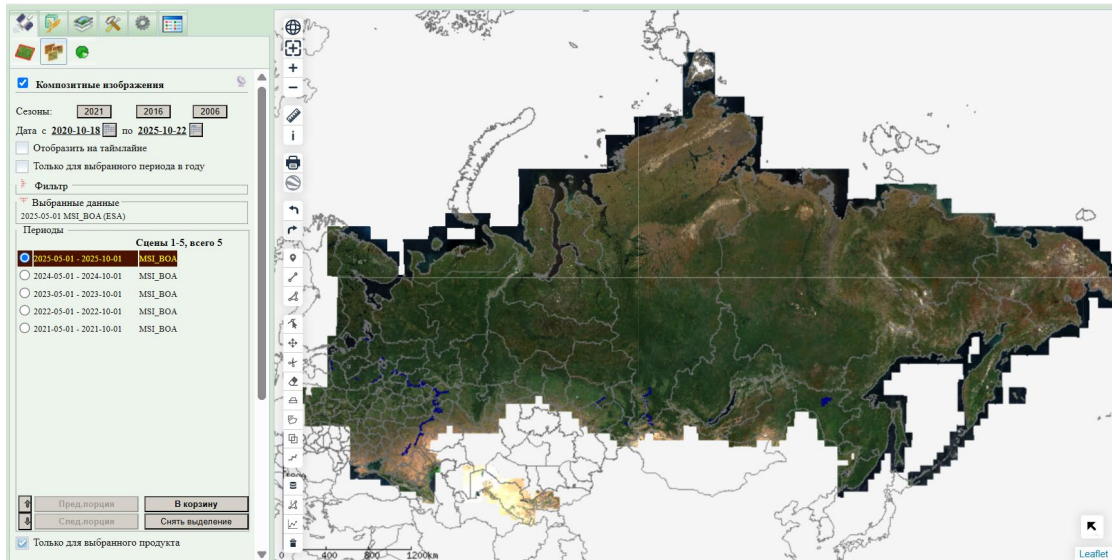


Рисунок Б.2.1.1.1 - Отображение композитного изображения за сезон вегетации (с мая по сентябрь включительно) в картографическом интерфейсе

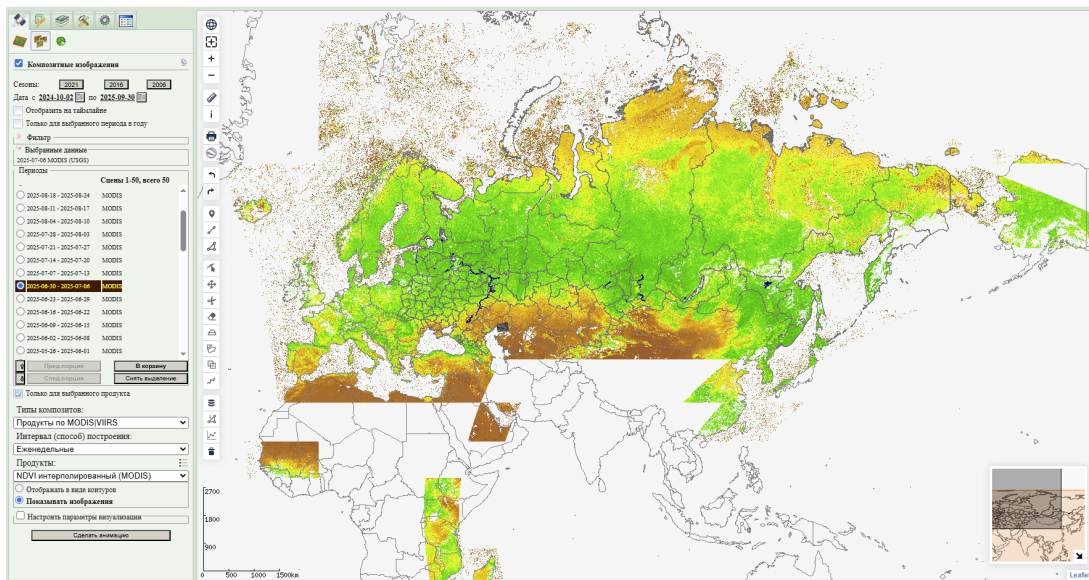


Рисунок Б.2.1.1.2 - Отображение семидневного композита NDVI в картографическом интерфейсе

Во вкладке «Спутниковые данные» доступны следующие инструменты для работы со спутниковыми данными:

- фильтрация и выбор спутниковых изображений по пространственному разрешению, дате съемки, проценту облачности и съемочной системе;
- отображение сцен спутниковой съемки в виде списка или на таймлайне;
- отображение спутниковых данных в виде контуров или изображений;
- коррекция гистограммы спутникового изображения;
- улучшение визуального разрешения спутникового изображения;
- сохранение набора спутниковых данных;
- просмотр легенды к картам.

Б.2.1.2 Вкладка «Контроль сельскохозяйственной микропереписи»

Вкладки инструментов контроля сельскохозяйственной микропереписи обеспечивают оконтуривание границ полей по спутниковым изображениям и ввод в базу данных информации о полях, проведение оценки площади различных полей и проведение интерактивной интерпретации и кодификации полей, соответствующих пахотным землям, залежам, сенокосам и пастбищам, а также посевным землям, занятым озимыми и яровыми культурами, и землям, занятым чистым паром.

В составе этой группы реализованы следующие вкладки и инструменты:

- анализ сельскохозяйственных угодий для просмотра контуров полей, их характеристик по типам с.-х угодий и культур и объектам наблюдения, карт показателей вегетационного индекса NDVI и карт с еженедельной оценкой состояния с.-х культур, интерактивного присвоения объектам атрибутов (обязательные атрибуты: идентификатор поля, описание, наименование хозяйства, идентификатор хозяйства, кадастровый номер, вид угодий, культура);
- анализ районов для получения информации о статусе районов по результатам верификации данных, расхождении площадей по заданным классам, переход в аналитический интерфейс;
- карты сельскохозяйственной растительности, в том числе глобальные и локальные.

Примеры информационных тематических продуктов, сформированных на основе спутниковой информации, представленных в системе приведены на Рисунках Б.2.1.2.1-Б.2.1.2.4.

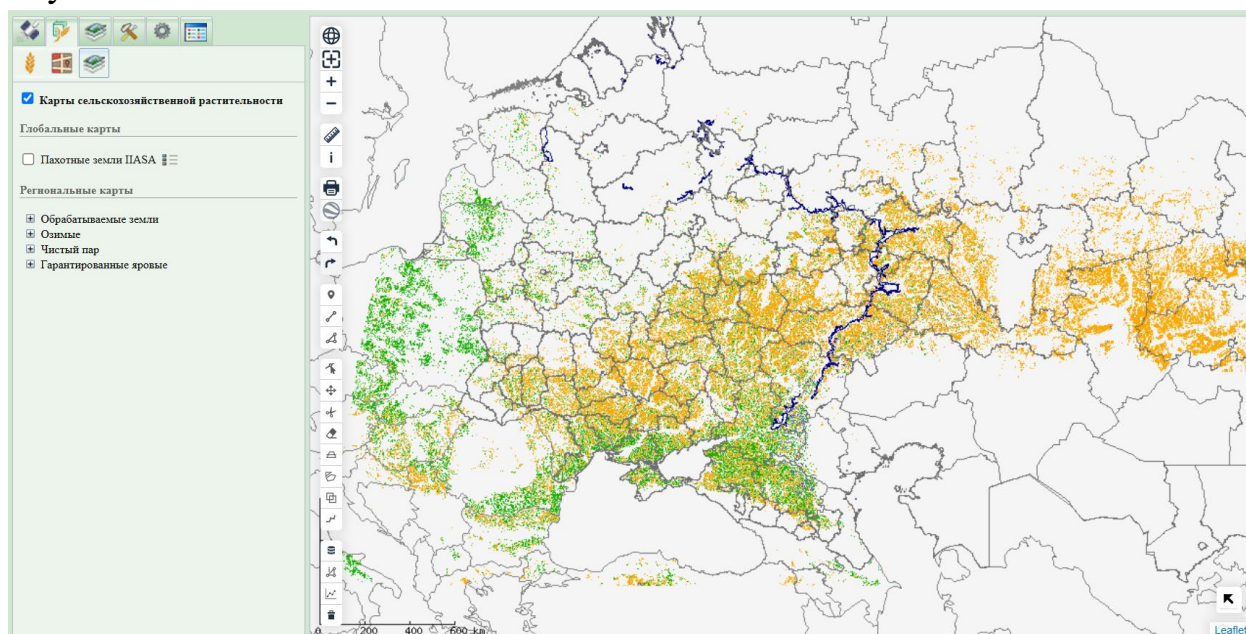


Рисунок Б.2.1.2.1 – Пример отображения карт групп с.-х культур (желтым – яровые культуры, зеленым – озимые культуры, синим – чистые пары), сформированных по спутниковым данным с разрешением 250 м

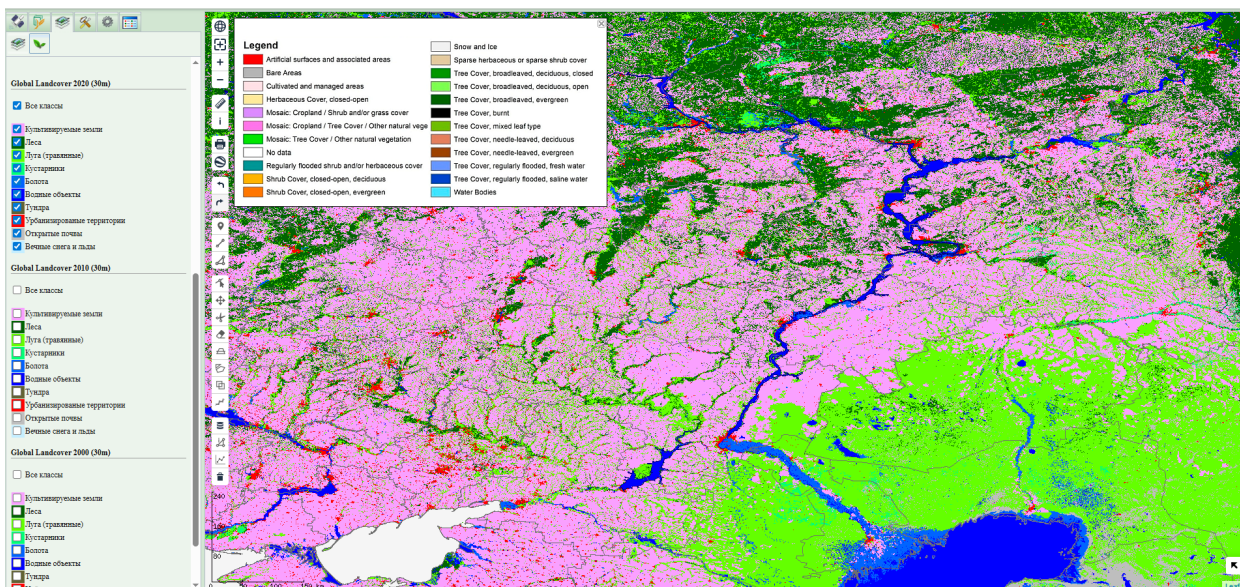


Рисунок Б.2.1.2.2 - Карта типов растительного покрова GlobeLand30 полученная за 2020 год

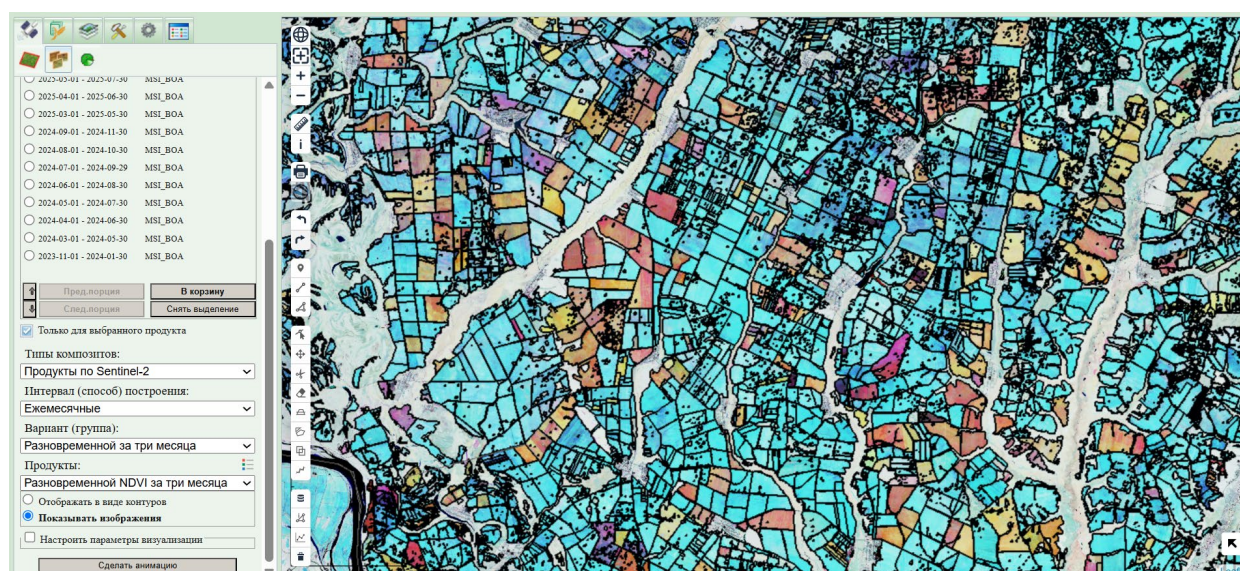


Рисунок Б.2.1.2.3– Пример отображения границ используемой пашни (черным), сформированных по спутниковым данным с пространственным разрешением 10 м.

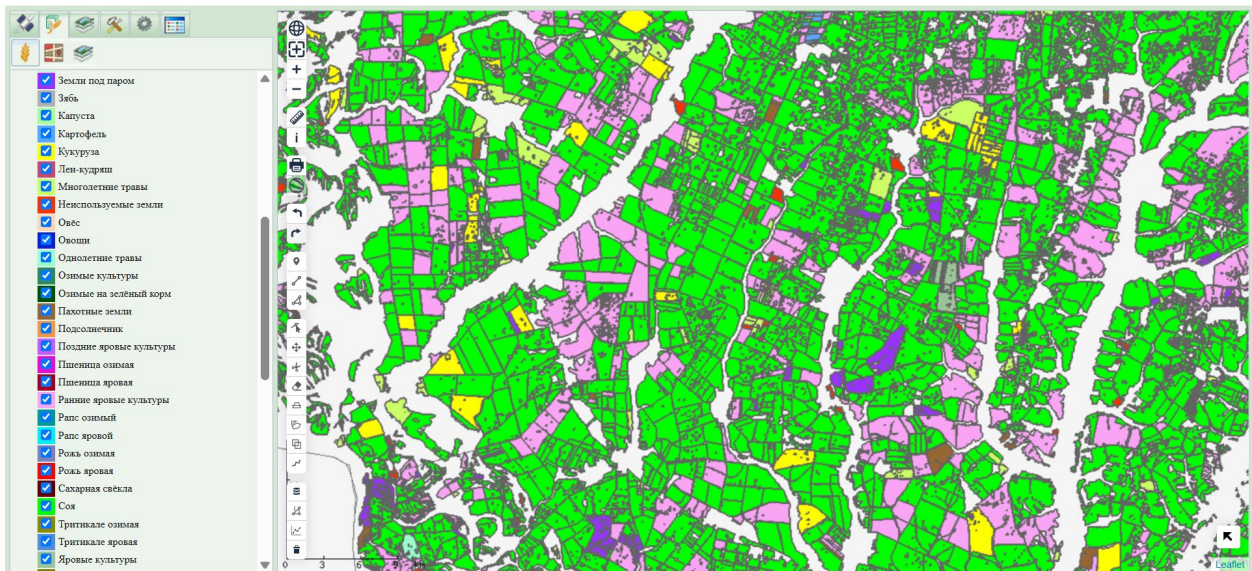


Рисунок Б.2.1.2.4– Пример отображения карты типов с.-х угодий (зеленым – соя, розовым- ранние яровые культуры, фиолетовым – чистые пары, желтым – кукуруза, красным – залежь, коричневым – другие яровые), сформированной по спутниковым данным с пространственным разрешением 10 м.

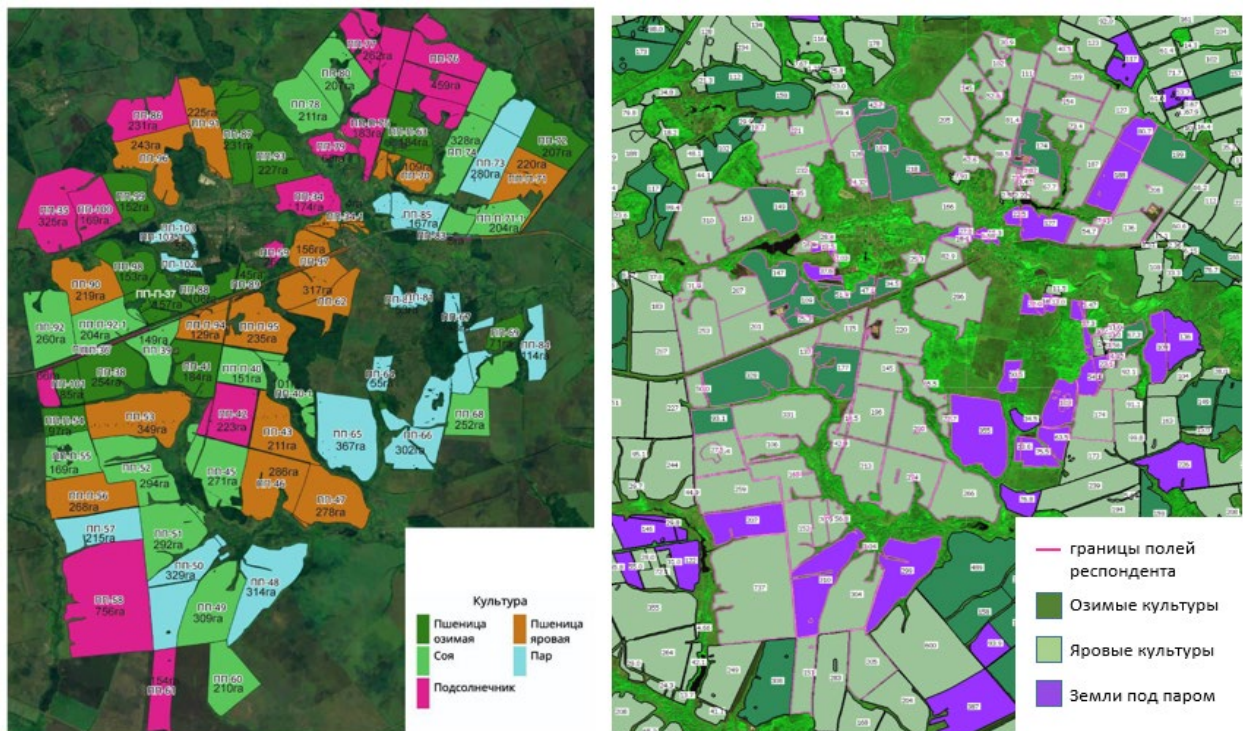


Рисунок Б.2.1.2.5 - Пример оцифровки полей: а – границы и площади полей, полученные респондентом (розовым цветом) средствами спутниковой навигации, установленной на с.-х технике марки CLAASLexion540; б – границы и площади полей, полученные по данным ДЗЗ

Б.2.1.4 Вкладка «Картография»

В группу вкладок картографии включены картографические слои границ стран и субъектов РФ, границ округов РФ, границ и названий административных районов, рек и водоёмов, различных дорог, глобальных информационных продуктов (карт растительности), а также других слоёв из внешних картографических источников, содержащих информацию, необходимую для решения задач контроля, а также слои ежегодных карт типов растительности.

Б.2.1.5 Вкладка «Анализ данных»

В группу вкладок анализа данных включены вкладки и инструменты накопления данных (корзины), интерактивного сравнения растровых слоёв, цветовой коррекции и синтеза, интерактивной проверки достоверности тематических карт и оценки точности выходных данных.

Для более «продвинутого» пользователя обеспечена возможность использования инструментов классификации, сегментации, расчёта индексов и других производных продуктов на основе спутниковых данных, необходимых для детального анализа спутниковых данных.

Краткое описание инструментов для работы со спутниковыми данными:

- инструменты расчета спектральных индексов и алгебры изображений, позволяющие проводить арифметические, логические операции и различные математические преобразования над данными, вычислять спектральные индексы с произвольными выбранными каналами;
- сегментация, обучаемая и необучаемая классификация спутниковых данных, позволяющая разделять спутниковые изображения на отдельные классы по определенным параметрам. Используется для выделения различных особенностей изображения и построения тематических карт;
- цветовая коррекция изображения и синтез различных изображений, включая разновременные. Исследователю представляется набор различных инструментов, позволяющих непосредственно в веб-интерфейсе проводить совместный анализ различных данных, в том числе разновременных, контролировать видимость объектов на снимке, улучшать и выделять особенности изображения;
- работа с палитрой изображения. Инструмент позволяет исследователю выделять определенные области на изображении путем изменения палитры изображения, скрытия пикселей со значениями выше или ниже некоторого порогового значения;
- коррекция данных. Инструмент позволяет провести фильтрацию или топографическую коррекцию, вырезать произвольную область

выбранных каналов любых выбранных спутниковых изображений из архива;

- импорт и экспорт сохраненных наборов спутниковых данных;
- интерактивное сравнение растровых слоёв (инструменты «шторка», «прозрачность»);
- проверка выходных тематических продуктов (карт с.-х культур и угодий) с использованием инструмента валидации карт, построение матрицы ошибок;
- проверка выходных тематических продуктов (карт с.-х культур и угодий) с использованием инструмента «Сообщения об ошибках на карте»;
- возможность присвоения статуса точечному объекту («Неверная с.-х культура», «Неверный тип с.-х угодий», «Нет контура», «Неверный контур» и др.).

Пример регулярной сетки, по которой проводилась оценка достоверности карт посевов сельскохозяйственных культур по территории Пензенской области представлен на Рисунке Б.2.1.5.1.

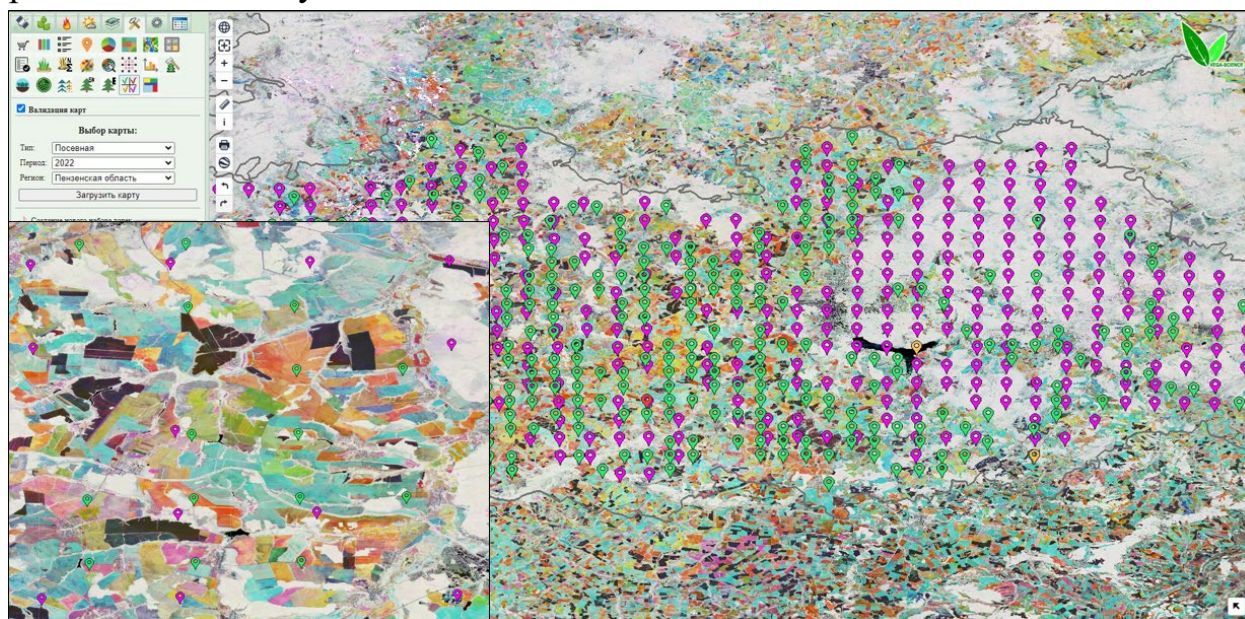


Рисунок 2.1.5.1 - Пример регулярной сетки, по которой проводилась оценка достоверности карт посевов с.-х культур 2022 гг. Розовые точки – не пахотные земли, зеленые – поля под посевами с.-х культур, красными и оранжевыми точками отмечены найденные в процессе проверки ошибки

Б.2.1.6 Вкладка «Управление интерфейсом»

В группы вкладок управления интерфейсом включены вкладки управления областями отображения, картографическими проекциями и разбиения области интереса на сегменты и т.п.

В составе вкладок представлены следующие инструменты:

- навигация (масштабирование, миникарта, панорамирование, переход к территории интереса по наименованию территориальной единицы, населенного поиска, координатам и кадастровым данным;
- выбор проекции изображения.

Б.2.1.7 Вкладка «Легенда карты»

Во вкладке легенда карты представлены инструменты управления видимостью слоев.

Б.2.2 Инструменты работы со статистикой

Инструменты работы со статистикой включают в себя аналитические интерфейсы, предназначенные для оценки сезонной и многолетней динамики требуемых параметров, представляют собой инструменты для построения выборок из многомерных массивов данных по заданным критериям и построения графиков для исследования их временной динамики. Инструменты позволяют оценивать динамику изменения характеристик наземных объектов разного пространственного охвата: точек, полигонов (например, сельскохозяйственных угодий и т.п.), административных единиц (районов, субъектов РФ) с учетом необходимого осреднения данных на площади объекта, в том числе проводить анализ хода средних значений вегетационных индексов для различных полей в течение сезона (Рисунки Б.2.2.1, Б.2.2.2) и их многолетней динамики. Для анализа доступны различные индексы и показатели (NDVI, PVI и др.), полученные по данным различной временной скважности и пространственного разрешения. Данные инструменты позволяют в графическом виде анализировать временные, пространственные и спектральные ряды данных. При этом может проводиться анализ как данных в отдельных пространственных точках, так и данных, осредненных на произвольно выбранный объект.

В том числе они позволяют проводить анализ:

- временных рядов данных: значений в заданных точках, индексов по объектам (полям);
- спектральных профилей в выбранных точках или выделенных объектов.



Рисунок Б.2.2.1 - Пример отображения в картографическом виде усредненных значений вегетационного индекса NDVI в разрезе полей

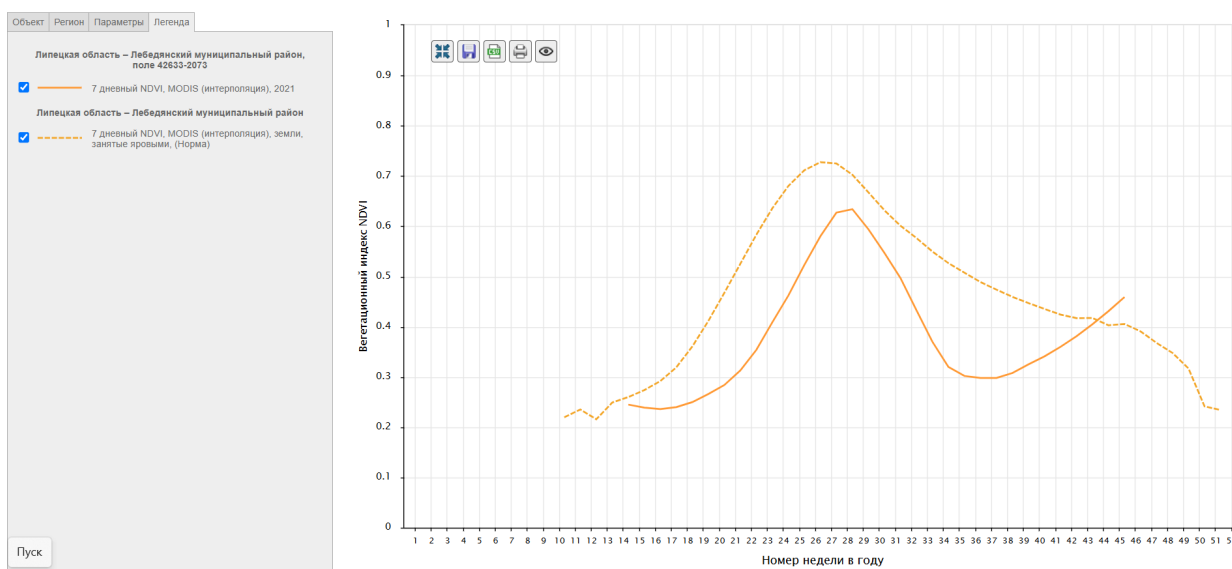


Рисунок Б.2.2.2 - Пример отображения временного хода вегетационного индекса NDVI (текущее значение - в разрезе поля, среднее многолетнее (пунктиром) – в разрезе муниципального района)

Б.2.3 Инструменты аналитического интерфейса

Аналитический интерфейс, предназначен для формирования отчётных форм для объективного контроля данных статистики, обеспечения формирования требуемой отчётности в различных формах представления – таблиц, графиков, карт, в том числе для анализа порайонной статистики, полученной в рамках переписей, сопоставления её с данными спутникового мониторинга и выделения районов, в которых имеются подозрения в некорректности полученной в рамках микропереписи информации об использовании сельскохозяйственных угодий и посевных площадей.

К инструментам аналитического интерфейса относятся инструменты для:

- интеграции данных сельскохозяйственной статистики;
- анализа порайонной статистики, полученной в рамках переписей;
- выделения районов, в которых имеются подозрения в некорректности полученной в рамках микропереписи информации об использовании сельскохозяйственных угодий и посевных площадей;
- анализа данных спутниковых наблюдений и данных с.-х статистики на различных уровнях агрегации в виде электронных аналитических форм (таблиц) созданных на основе BI-технологии (Business intelligence);
- проведения на различных уровнях (субъект, район, объект наблюдения) сравнительного анализа спутниковых данных и данных сельскохозяйственной статистики об использовании сельскохозяйственных угодий и посевных площадях с.-х культур;
- автоматического формирования отчетных форм (карты, графики, таблицы) с результатами сравнительного анализа;
- формирования различных информационных продуктов, отображающих информацию с результатами сравнительного анализа данных.

Для осуществления контроля занесения и возможности анализа предоставленных Заказчиком данных, а также данных, полученных на основе спутникового мониторинга, был сформирован сводный информационный ресурс на основе инструментов BI-аналитики. Одной из основных особенностей систем BI-аналитики является то, что они предоставляют в распоряжение пользователя обширный инструментарий, позволяющий ему прямо из веб-интерфейса запрашивать необходимые для анализа данные и просматривать полученные результаты через динамически формируемые интерактивные отчеты. Интерактивные отчеты предоставляют пользователю возможность самому решать, какие именно данные требуется использовать для решения стоящих перед ним задач анализа, и как эти данные необходимо организовать.

Построение массивов данных (статистических и спутниковых данных) для анализа средствами BI-аналитики формируемую на лету в момент запроса интерактивной отчетной формы.

Пример отображения результатов сравнительного анализа данных статистики и данных ДЗЗ в графическом виде представлен на Рисунке Б.2.3.1.

Анализ отклонений

<< годы >> культуры ↓

2022

субъект федерации	муниципальные образования	Посевная площадь				Озимые				Яровые			
		площадь (Га)	площадь ДЗЗ (Га)	Разница площадей (Га)	Отклонение площадей (%)	площадь (Га)	площадь ДЗЗ (Га)	Разница площадей (Га)	Отклонение площадей (%)	площадь (Га)	площадь ДЗЗ (Га)	Разница площадей (Га)	Отклонение площадей (%)
Пензенская область	Башмаковский муниципальный район	86 823	84 927	1 896	2.2	23 511	21 357	2 154	10.1	60 218	63 570	-3 353	-5.3
	Бексовский муниципальный район	51 544	52 067	-523	-1.0	15 564	14 763	801	5.4	34 410	37 304	-2 894	-7.8
	Белинский муниципальный район	113 527	111 885	1 642	1.5	29 921	28 613	1 308	4.6	82 039	83 272	-1 233	-1.5
	Бессоновский муниципальный район	33 932	34 102	-169	-0.5	7 320	7 525	-205	-2.7	25 697	26 577	-880	-3.3
	Ваданский муниципальный район	30 879	29 579	1 300	4.4	9 354	7 058	2 295	32.5	18 753	22 520	-3 767	-16.7
	Городищенский муниципальный район	32 376	26 305	6 071	23.1	6 040	4 795	1 245	26.0	22 869	21 510	1 359	6.3
	ЗАТО город Заречный	5								5			
	Земетчинский муниципальный район	53 788	51 341	2 446	4.8	14 973	13 540	1 433	10.6	37 314	37 802	-488	-1.3
	Исский муниципальный район	42 855	41 714	1 141	2.7	7 876	7 025	851	12.1	33 871	34 689	-818	-2.4
	Каменский муниципальный район	124 738	121 638	3 100	2.6	32 321	31 724	597	1.9	90 586	89 915	671	0.8
	Камеширский муниципальный район	43 787	43 805	-18	0.0	14 653	13 279	1 374	10.4	28 791	30 526	-1 735	-5.7
	Кольчешайский муниципальный район	95 801	93 925	1 876	2.0	24 094	23 842	252	1.1	69 633	70 082	-450	-0.6
	Кузнецкий муниципальный район	43 253	38 962	4 291	11.0	6 895	6 613	281	4.3	27 889	32 349	-4 460	-13.8

Рисунок Б.2.3.1 - Пример отображения результатов сравнительного анализа данных статистики и данных ДЗЗ в графическом виде

Интерактивная отчетная форма содержит набор элементов управления, позволяющих:

- сортировать значения по убыванию или возрастанию;
- фильтровать значения измерений (оставлять только интересующие, например, оставить информацию по районам, относящимся только к определенным субъектам федерации);
- выгружать результаты для дальнейшего анализа в какой-либо из удобных форматов: «.png», «.pdf», «.xlsx», «.docx», «.html».

Сформированный информационный ресурс не только предоставляет пользователю возможность работы со структурированными данными официальной статистики сельского хозяйства и информации, полученной на основе данных спутникового мониторинга, но и избавляет пользователя от необходимости иметь в своем распоряжении специализированное программное обеспечение, позволяя ему производить работу посредством инструментов анализа напрямую из веб-браузера.

Доступ к аналитическим формам обеспечен с использованием картографического и аналитического интерфейсов ТКД СХМП.

В картографическом интерфейсе локализация расположения районов с выявленными ошибками отображается на карте. Районы закрашиваются определенным цветом, который показывает наличие ошибки в данных по району и ее величину (Рисунок Б.2.3.2).

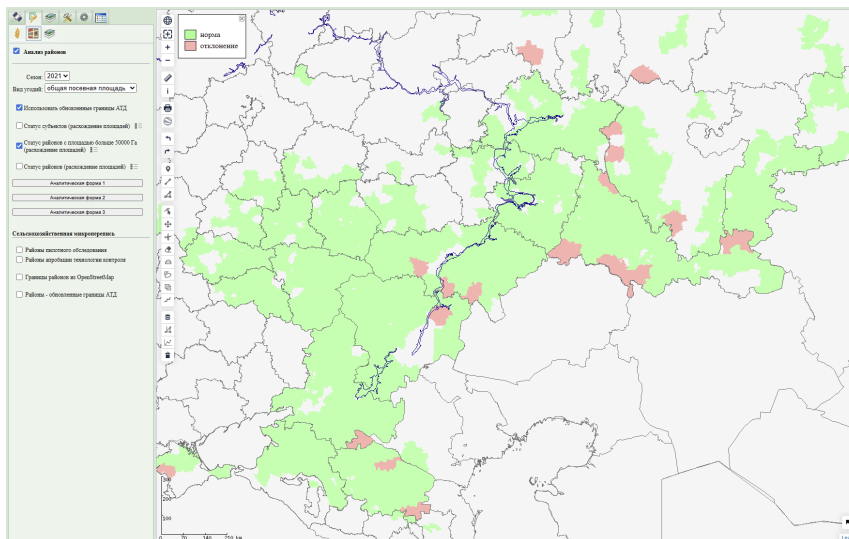


Рисунок Б.2.3.2- Пример отображения в картографическом интерфейсе результатов сравнительного анализа данных

Б.2.4 Дополнительные инструменты ТКД СХМП

Б.2.4.1 Веб-сервис – «ТКД-респондент»

Веб-сервис – «ТКД-респондент» (<http://agrocensus21.geosmis.ru/tkd-respondent/>) предназначен для сбора статистических данных о посевных площадях сельскохозяйственных культур с географической привязкой к местности в целях их верификации на основе спутниковой информации.

Пример отображения пользовательского интерфейса веб-сервиса «ТКД-респондент» представлен на Рисунке Б.2.4.1.1.

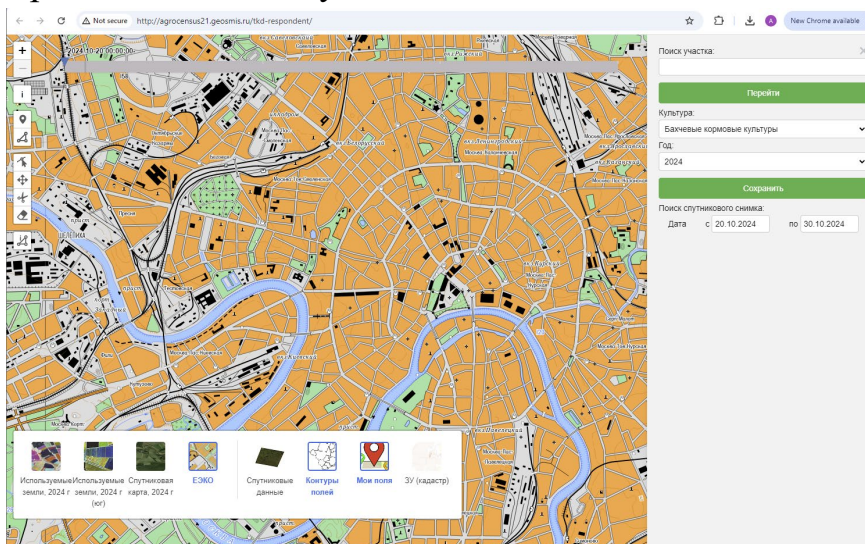


Рисунок Б.2.4.1.1- Пример отображения пользовательского интерфейса веб-сервиса «ТКД-респондент»

Веб-сервис представляет собой комплекс технических решений, обеспечивающих доступ респондентов с использованием системы «личных кабинетов» к пространственным и спутниковым данным для внесения сведений

о посевных площадях сельскохозяйственных культур в геопространственном виде.

Доступ к пространственным и спутниковым данным предоставляется пользователям посредством специализированного картографического веб-интерфейса, обеспечивающего возможность выбора и просмотра:

- набора спутниковых данных и результатов их обработки;
- векторных данных, отражающих информацию о фактических границах использования сельскохозяйственных полей;
- внешних картографических источников, обеспечивающих навигацию и просмотр информации по объектам поиска (кадастровый номер участка, уточненная площадь, категория земель, разрешенное использование, адрес).

Картографический интерфейс веб-сервиса состоит из следующих элементов:

- инструменты для работы с пространственными данными;
- окно (меню) для отображения растровых данных (спутниковые данные, продукты их обработки, картографическая основа) и векторных данных;
- область формирования данных;
- временная шкала для отображения спутниковых снимков.

На Рисунке Б.2.4.1.2 приведено изображение элементов картографического интерфейса и их расположение в веб-сервисе «ТКД-респондент».



Рисунок Б.2.4.1.2 - Элементы картографического интерфейса и их расположение в веб-сервисе «ТКД-респондент»

Функциональные возможности веб-сервиса обеспечивают:

- поиск по заданному набору данных и навигацию;

- систему управления картографическими слоями и спутниковыми данными;
- выбор и визуализацию данных;
- интерактивный ввод данных;
- сохранение набора пространственных объектов (точечных объектов) с атрибутивной информацией;
- инструменты редактирования атрибутивных данных точечных объектов;
- редактор пространственных объектов (точечных объектов), создаваемых пользователем.

Для пользователей веб-сервиса создается учетная запись с правами входа в ТКД СХМП и внесения данных через пользовательский интерфейс веб-сервиса. Доступ к веб-сервису осуществляется вводом имени пользователя (login) и пароля (password) учетной записи пользователя.

Сохранение набора данных, внесённых пользователем с использованием картографического веб-интерфейса, осуществляется в виде набора пространственных объектов (точечных объектов) с атрибутивной информацией: наименование субъекта Российской Федерации, краткое наименование отчитывающейся организации, код по Общероссийскому классификатору предприятий и организаций (ОКПО), группа культур, наименование культуры, отчетный год, дата внесения сведений.

Взаимодействие веб-сервиса с ТКД СХМП осуществляется через API-интерфейсы, позволяющие организовать распределенный онлайн доступ к спутниковым данным и результатам их обработки через картографический веб-интерфейс информационного ресурса.

В качестве примеров информационных продуктов, формируемых на основе спутниковых данных, и представленных в геопортале ТКД, можно привести «базовые» продукты - спутниковые изображения высокого пространственного разрешения (не менее 10 м) в виде отдельных сцен спутниковой съемки и композитных спутниковых изображений в «естественных цветах», индексные продукты (например, нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI (англ. Normalized Difference Vegetation Index)), на основе разновременных наблюдений.

Пример отображения перечня информационных картографических слоев в веб-сервисе «ТКД-респондент» представлен на Рисунке Б.2.4.1.3.

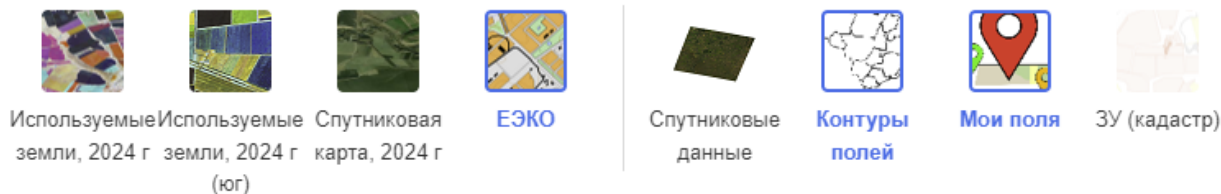


Рисунок Б.2.4.1.3 - Пример отображения перечня информационных картографических слоев в веб-сервисе «ТКД-респондент»

В перечне информационных картографических слоев в веб-сервисе «ТКД-респондент» представлен следующий набор данных:

- «Используемые земли, 2024 г.», карта сформирована в виде многовременного цветосинтезированного изображения NDVI на основе ежедневных спутниковых данных высокого пространственного разрешения (не менее 10 м). Карта отражает информацию об использовании земель в течение вегетационного периода 2024 года;
- «Спутниковая карта, 2024 г.», карта сформирована на основе спутниковых данных высокого пространственного разрешения (не менее 10 м) за 2024 год;
- ЕЭКО - Единая электронная картографическая основа;
- «Спутниковые данные» - архивные и оперативные спутниковые данные с пространственным разрешением 10-30 м в «естественных цветах»;
- «Контурь полей» - векторный слой границ полей, фактически используемых в сезоне 2024 года, и засеянных однородной сельскохозяйственной культурой, сформированный на основе спутниковых данных высокого пространственного разрешения (не менее 10 м);
- «Мои поля» - векторный слой точечных объектов, отражает информацию о посевах сельскохозяйственных культур в разрезе полей с указанием сезона посевных работ согласно данным, внесенным респондентом;
- «ЗУ (кадастр)» - карта границ земельных участков согласно данным ЕГРН.

Пример изображения карты «Используемые земли, 2024 г.» для средней и южной полосы территории Российской Федерации представлен на Рисунке Б.2.4.1.4.

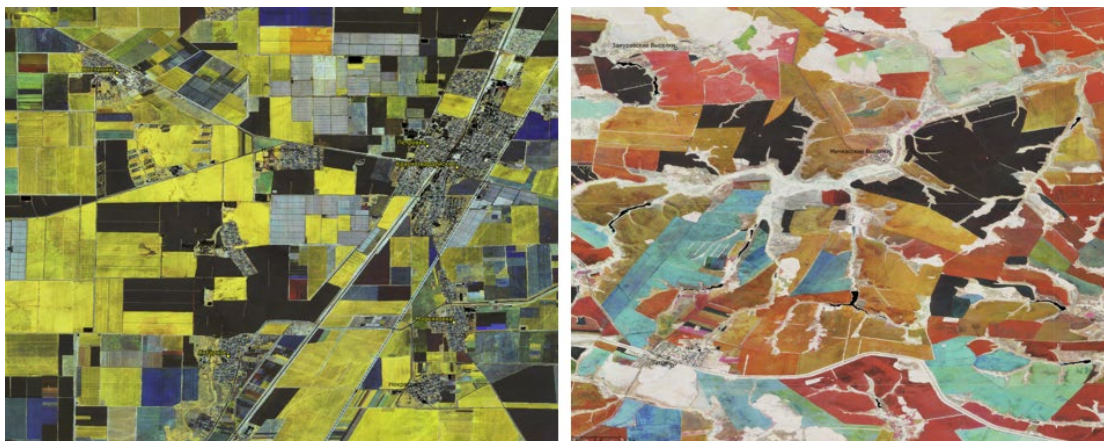


Рисунок Б.2.4.1.4 - Фрагмент изображения карты «Используемые земли» за 2024 год для южной полосы – территория Красногвардейского района Республики Крым (слева) и средней полосы – территория Нижнеломовского района Пензенской области (справа)

Пример отображения в картографическом интерфейсе веб-сервиса «ТКД-респондент» различных слоев представлен на Рисунке Б.2.4.1.5.

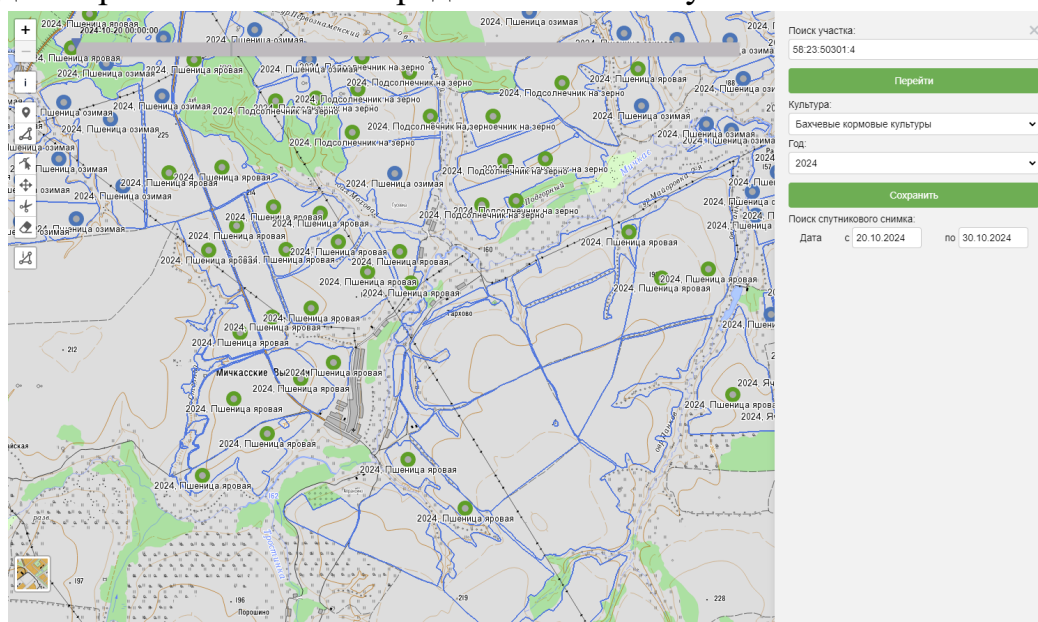


Рисунок Б.2.4.1.5 - Пример отображения в картографическом интерфейсе веб-сервиса «ТКД-респондент» информационных слоев: «ЕЖО», «Контурсы полей», «Мои поля»

Б.2.4.2 Методическая и консультационная поддержка

В ТКД сформирован консультационный блок по работе с веб-сервисом «ТКД-респондент»: разделы «Инструкция», «Видеоинструкция», «Вопросы в службу поддержки».

Получение консультационной поддержки осуществляется путем взаимодействия с администраторами Системы с использованием сервиса электронной коммуникации («Вопросы в службу поддержки»).

Б.3 Состав спутниковых данных и результатов их обработки ТКД СХМП

ТКД СХМП обеспечивает возможность организации распределенного доступа к долговременным и оперативным архивам спутниковых данных и результатам их обработки. Представленные в ТКД СХМП архивы, обеспечивают возможность работы со спутниковой информацией различного пространственного разрешения по всей территории сельскохозяйственных земель Российской Федерации. Состав архивов по состоянию на 1 октября 2025 г. приведен в Таблице Б.3.1.

Таблица Б.3.1 – Состав архивов данных, доступных в ТКД СХМП (на 01.10.2025)

№	Прибор	Спутник	Диапазон дат		Кол-во	Размер, Гб
1	ETM+	LANDSAT 7	1999-06-29	2024-01-18	5 406 888	178 678
2	KMCC-101	Метеор-М 1	2011-10-01	2014-09-23	50 003	2 017
		Метеор-М 2	2014-08-06	2022-12-24	857 696	63 261
3	KMCC-102	Метеор-М 1	2011-10-01	2014-09-23	53 012	2 650
		Метеор-М 2	2014-09-17	2022-12-24	834 630	67 016
4	KMCC2-101	Метеор-М 2-2	2019-08-28	2024-07-25	736 926	53 948
		METEOR-M2-4	2024-03-07	2024-12-17	17 213	4 039
5	KMCC2-102	Метеор-М 2-2	2019-08-28	2024-07-25	762 084	53 737
		METEOR-M2-4	2024-06-02	2024-11-18	4 672	1 107
6	MODIS	AQUA	2002-05-24	2025-09-29	2 648 239	106 095
		TERRA	2000-01-01	2025-09-29	2 982 107	172 462
7	MSI	SENTINEL-2A	2015-06-28	2025-09-29	6 115 656	1 247 737
		SENTINEL-2B	2017-04-24	2025-09-29	6 000 414	1 241 838
		SENTINEL-2C	2024-12-09	2025-09-29	337 254	74 695
8	OLI-TIRS	LANDSAT 8	2013-03-09	2025-09-29	6 384 472	610 917
		LANDSAT 9	2021-10-31	2025-09-29	3 102 207	176 289
9	TM	LANDSAT 4	1987-06-29	1993-07-16	53 495	2 072
		LANDSAT 5	1984-03-06	2012-04-25	2 122 663	70 779

Продолжение Таблицы Б.3.1

№	Прибор	Спутник	Диапазон дат		Кол-во	Размер, Гб
10	C_SAR_EW	SENTINEL-1A	2014-10-03	2025-09-27	157 970	18 965
		SENTINEL-1B	2016-09-26	2021-12-23	82 715	10 301
		SENTINEL-1C	2025-04-09	2025-09-27	4 576	472
11	C_SAR_IW	SENTINEL-1A	2014-10-03	2025-09-27	1 307 106	643 967
		SENTINEL-1B	2016-09-26	2021-12-23	668 795	321 127
		SENTINEL-1C	2025-04-09	2025-09-27	38 304	18 647
		ИТОГО:	1984-03-06	2025-09-29	40 729 097	5 142 816

Архивы содержат информацию за период с 1987 года по настоящее время с реализованной возможностью постоянного оперативного пополнения.

Помимо исходных спутниковых данных архивы содержат безоблачные 7-, 4- и 1-дневные композитные изображения вегетационных индексов NDVI и PVI, позволяющие анализировать сезонную динамику сельскохозяйственных посевов. Вызванные фильтрацией изображений облачного покрова пропуски в архивах данных вегетационных индексов NDVI и PVI восстанавливаются с помощью интерполяции временных рядов данных.

Реализована технология оперативного (с задержкой не более 5 дней) формирования безоблачных композитов по всей территории сельскохозяйственных земель Российской Федерации. Сводная информация о наличии безоблачных композитов различной временной скважности по состоянию на 01 октября 2025 приведена в Таблице Б.3.2.

Таблица Б.3.2 – Информация о наличии безоблачных композитных изображений различных типов по состоянию на 01.10.2025

№	Название продукта	Диапазон дат		Количество
1	7-ми дневный композит NDVI	2000-01-09	2025-09-28	1344
2	7-ми дневный композит PVI	2000-01-09	2025-09-27	1343
3	7-ми дневный композит RED	2000-01-09	2025-09-27	1298
4	7-ми дневный композит NIR	2000-01-09	2025-09-27	1298
5	4-х дневный композит NDVI	2001-01-04	2025-09-25	2233
6	4-х дневный композит PVI	2001-01-04	2025-09-25	2233
7	4-х дневный композит NIR	2001-01-04	2025-09-25	2233
8	4-х дневный композит RED	2001-01-04	2025-09-25	2233
9	Ежедневный композит NDVI	2000-02-24	2025-09-26	9347

Продолжение Таблицы Б.3.2

№	Название продукта	Диапазон дат		Количество
10	Ежедневный композит PVI	2000-02-24	2025-09-26	9347
11	Ежедневный композит RED	2000-02-24	2025-09-26	9347
12	Ежедневный композит NIR	2000-02-24	2025-09-26	9347
13	Ежегодный композит	2009-12-31	2023-12-31	14
ИТОГО:	-	2000-01-09	2025-09-28	51 617

Схема покрытия территории России регулярными композитными изображениями, полученными на основе обработки исходных данных прибора MODIS, приведена на Рисунке Б.3.1.

На основе накопленных безоблачных композитных изображений сформированы и регулярно обновляются архивы усредненных по полям значений вегетационных индексов NDVI и PVI.

Полная информация об актуальном состоянии и наполнении архивов доступна на информационном сервере макета по адресу <http://agrocensus21.geosmis.ru/archives.shtml>.

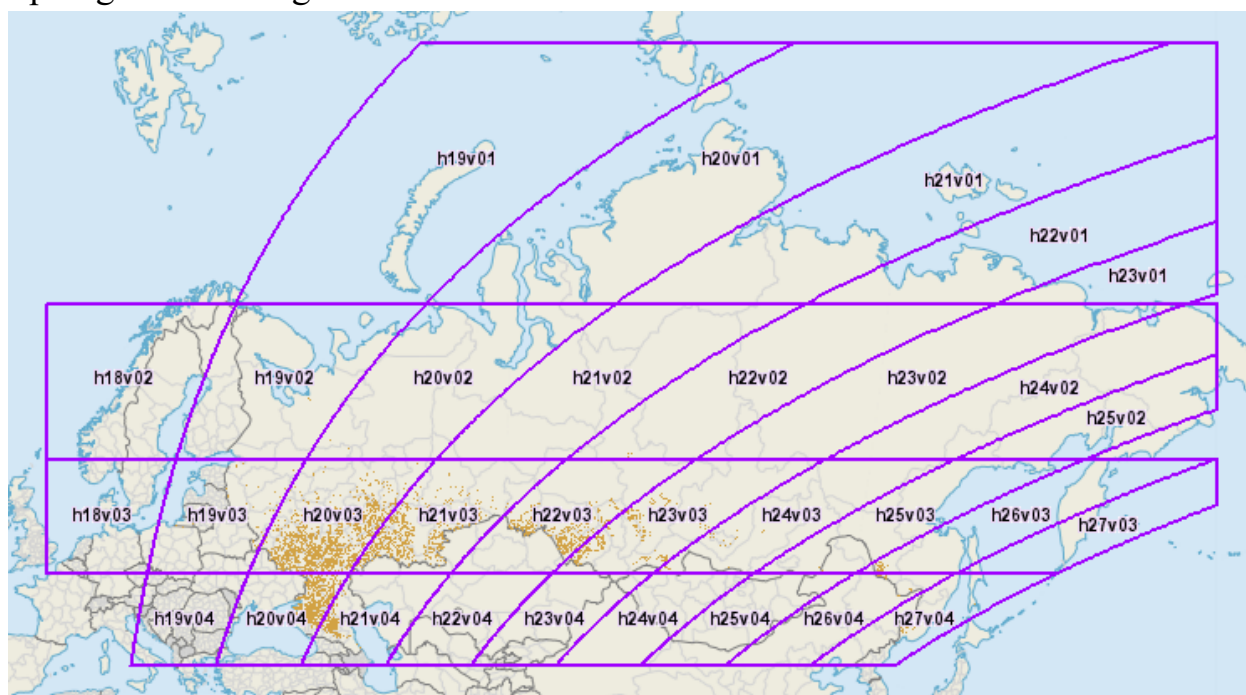


Рисунок Б.3.1 - Схема покрытия территории России регулярными композитными изображениями (фиолетовые контуры). Оранжевым цветом выделено расположение пахотных земель

Дополнительно в системе реализована технология оперативного (с задержкой не более 5 дней) формирования безоблачных композитов по всей территории сельскохозяйственных земель Российской Федерации с пространственным разрешением 10-50 м.

Сводная информация о наличии безоблачных композитов различной временной скважности по территории РФ с пространственным разрешением 10-50 м приведена в Таблице Б.3.3.

Таблица Б.3.3 – Информация о наличии безоблачных композитных изображений различных типов по состоянию на 01.10.2025

№	Название продукта	Диапазон дат		Количество
1	Ежедневный композит, 50 м	2025-01-01	2025-09-29	272
2	Ежедневный композит NDVI, 50 м	2025-01-01	2025-09-29	272
3	Разновременной композит за 3 месяца NDVI, 50 м	2025-03-04	2025-09-29	212
4	Ежедневный композит NDVI (по территории отдельных субъектов РФ), 10 м	2019-01-01	2025-09-27	2462
5	Ежемесячный композит, 10 м	2019-03-01	2025-08-31	63
6	Ежемесячный композит NDVI, 10 м	2019-03-01	2025-08-31	63
7	Разновременной композит за 3 месяца NDVI (на основе ежедневных данных по территории отдельных субъектов РФ), 10 м	2019-03-01	2025-09-28	2403
8	Разновременной композит за 3 месяца NDVI, 10 м	2019-01-01	2025-08-30	48
9	Ежегодный композит (летний), 10 м	2019-05-01	2024-10-01	6
10	Ежегодный композит (зимний), 10 м	2019-01-01	2025-04-01	13
	ИТОГО	2019-01-01	2025-09-29	5814

Правила использования ТКД СХМП в целях верификации официальных статистических данных на основе спутниковой информации определяются в соответствии с Регламентом использования ТКД СХМП, который приведен в Приложении В.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Регламент использования технологии контроля данных сельскохозяйственной микропереписи об использовании сельскохозяйственных угодий с использованием средств спутникового мониторинга в период проведения сельскохозяйственной микропереписи 2021 года в муниципальных районах субъектов Российской Федерации

Регламент использования технологии контроля данных сельскохозяйственной микропереписи об использовании сельскохозяйственных угодий с использованием средств спутникового мониторинга в период проведения сельскохозяйственной микропереписи 2021 года в муниципальных районах субъектов Российской Федерации

В.1 Основные задачи технологии контроля данных сельскохозяйственной микропереписи

Основной целью технологии контроля данных сельскохозяйственной микропереписи (ТКДСМ) об использовании сельскохозяйственных угодий с использованием средств спутникового мониторинга является переход на новый уровень верификации получаемой статистической информации.

ТКДСМ об использовании сельскохозяйственных угодий с использованием средств спутникового мониторинга должна обеспечить контроль качества данных статистического учета посевных площадей на основе сравнительного анализа результатов сельскохозяйственной микропереписи, данных текущего учета по соответствующим формам статистического наблюдения с данными спутникового мониторинга на уровне муниципальных районов субъектов Российской Федерации.

ТКДСМ должна обеспечить:

- получение информации об использовании сельскохозяйственных земель на основе средств спутникового мониторинга для контроля данных сельскохозяйственной микропереписи;
- методически обоснованное сравнение данных спутникового мониторинга и сельскохозяйственной микропереписи для выявления районов с расхождением полученной информации о площадях;
- предоставление специалистам Росстата и территориальных органов государственной статистики (ТОГС) отчетных форм (сравнительные таблицы, карты, графики и т.д.) и анализ причин расхождения данных спутникового мониторинга и данных сельскохозяйственной микропереписи;

- предоставление специалистам Росстата и ТОГС (при необходимости) инструментов для проведения детального анализа состояния СХ земель в районах проведения микропереписи.

В.2 Основные определения

Всероссийская сельскохозяйственная перепись – сплошное федеральное статистическое наблюдение, предусматривающее сбор установленных Федеральным законом от 21 июля 2005 г. № 108-ФЗ «О Всероссийской сельскохозяйственной переписи» сведений об объектах сельскохозяйственной переписи по состоянию на определенную дату и периодически проводимое на всей территории Российской Федерации в соответствии с официальной статистической методологией в целях формирования официальной статистической информации.

Сельскохозяйственная микроперепись – выборочное федеральное статистическое наблюдение в отношении отдельных объектов сельскохозяйственной переписи на основе выборки не менее тридцати процентов объектов сельскохозяйственной переписи, проводимое не позднее чем через пять лет после очередной сельскохозяйственной переписи.

Пилотное обследование – апробация методологии и методов сбора об объектах микропереписи в 4 субъектах Российской Федерации по два района в каждом (июль – сентябрь 2020 года).

Текущая сельскохозяйственная статистика – сведения о посевных площадях, собираемые у юридических и физических лиц на постоянной основе с использованием форм федерального статистического наблюдения.

Технология контроля данных сельскохозяйственной микропереписи (ТКДСМ) – набор технологических и методических решений по контролю данных микропереписи об использовании сельскохозяйственных угодий на основе средств спутникового мониторинга.

Комплекс технологии контроля данных сельскохозяйственной микропереписи (Технологический комплекс) – набор программно-технических средств Исполнителя, предназначенный для отработки и реализации технологических решений по контролю данных микропереписи об использовании сельскохозяйственных угодий на основе средств спутникового мониторинга и предоставления распределенного доступа специалистам Росстата и ТОГС к спутниковым данным и результатам их обработки, а также средствам их анализа.

Сайт технологии контроля данных сельскохозяйственной микропереписи (Технологический сайт) – веб-сайт для распределенного доступа специалистов Росстата и ТОГС к спутниковым данным и результатам их обработки, а также

средствам их анализа (<http://agrocensus21.geosmis.ru/>). Входит в состав Технологического комплекса.

На этапе согласования в раздел могут быть введены дополнительные термины.

В.3 Типы данных, контроль которых обеспечивает ТКДСМ

ТКДСМ обеспечивает контроль данных о размерах площади следующих категорий сельскохозяйственных угодий:

- пашня;
- в том числе общая посевная площадь;
- залежь;
- сенокосы и пастбища.

В.4 Типы информации, работу с которой обеспечивает ТКДСМ

Для проведения контроля данных ТКДСМ обеспечивает работу со следующей информацией:

- спутниковыми данными и результатами их обработки (подробный состав приведен в подразделе В.9);
- данными сельскохозяйственной микропереписи 2021 г.;
- данными сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 гг.;
- данными текущей сельскохозяйственной статистики об использовании сельскохозяйственных угодий и посевных площадей (статистики за год, предшествующий сельскохозяйственной микропереписи);
- полученными на основе данных спутникового мониторинга:
- картами обрабатываемых пахотных земель;
- картами залежных земель;
- картами сенокосов и пастбищ;
- картами посевов озимых и яровых культур;
- картами площадей, занятых чистым паром.
- отчетными формами (картами, графиками, таблицами) для объективного контроля данных сельскохозяйственной микропереписи (состав и вид форм приведен в подразделе В.10).

В.5 Основные инструменты, обеспечивающие анализ информации в рамках ТКДСМ

Инструменты для анализа информации в рамках ТКДСМ представлены на Технологическом сайте ТКДСМ (<http://agrocensus21.geosmis.ru/>). Правила доступа к Технологическому сайту и инструментам анализа данных, входящим в его состав, устанавливаются Росстатом.

Технологический сайт обеспечивает работу распределенных пользователей со следующими основными инструментами, позволяющими:

- осуществлять поиск и выбор спутниковых данных и результатов их обработки по заданному пользователем региону;
- осуществлять визуализацию спутниковых данных и результатов их обработки совместно с различной информацией о полях, на которых будет проводиться микроперепись (границы, площади, культуры и т.д.);
- осуществлять оконтуривание границ полей по спутниковым изображениям и вводить в базу данных информацию о полях;
- проводить оценку площади различных полей;
- анализировать ход средних значений вегетационных индексов для различных полей в течение сезона и их многолетней динамики;
- проводить интерактивную интерпретацию и кодификацию полей, соответствующих пахотным землям, залежам, сенокосам и пастбищам, а также посевным землям, занятым озимыми и яровыми культурами, и землям, занятым чистым паром;
- осуществлять порайонный анализ текущей статистики и данных сельскохозяйственных переписей 2016 и 2006 годов, а также данных сельскохозяйственной микропереписи 2021 года;
- выделять районы, в которых имеются значительные расхождения между данными об использовании сельскохозяйственных угодий и посевных площадей, полученными в рамках сельскохозяйственной микропереписи 2021 года и в результате спутниковых наблюдений, и проводить детальный анализ полученной по ним информации.

Описание основных инструментов, реализованных в составе Технологического сайта и ориентированных на выявление расхождений в информации, полученной в результате проведения сельскохозяйственной микропереписи 2021 года и в результате обработки спутниковых данных, приведено в подразделе В.11. Описание инструментария, реализованного в составе Технологического сайта и позволяющего вести детальный анализ спутниковой информации и результатов ее обработки, представлено на Технологическом сайте в разделе «Руководство пользователя» (<http://agrocensus21.geosmis.ru/docs/manual/>).

В.6 Выполнение работ по подготовке и обеспечению функционирования ТКДСМ для проведения контроля данных сельскохозяйственной микропереписи 2021 года

Работы по подготовке и обеспечению функционирования ТКДСМ осуществляет Организация, выполняющая технологические работы по проведению контроля данных сельскохозяйственной микропереписи об использовании сельскохозяйственных угодий с использованием средств спутникового мониторинга (контракт № 56-ВСХП-2020-2022/ИКИЗ-1 от 03.07.2020).

Работы по обеспечению функционирования ТКДСМ проводятся в соответствии с техническим заданием на технологические работы по проведению контроля данных сельскохозяйственной микропереписи об использовании сельскохозяйственных угодий с использованием средств спутникового мониторинга (контракт № 56-ВСХП-2020-2022/ИКИЗ-1 от 03.07.2020).

Для проведения контроля данных сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. осуществляется формирование сводного информационного ресурса по районам проведения микропереписи (Приложение 4) на основе спутниковых данных, данных текущей сельскохозяйственной статистики (статистики 2020 года), сельскохозяйственных переписей 2016 и 2006 годов, а также данных микропереписи об использовании сельскохозяйственных угодий и посевных площадей. Формирование происходит поэтапно и должно быть полностью завершено не позднее 30.09.2021.

На этапе формирования сводного информационного ресурса по районам проведения микропереписи пользователям ресурса информация становится доступна по мере наполнения системы.

Организация, поддерживающая ТКДСМ, по согласованию с Росстатом проводит обучение представителей Росстата и ТОГС по вопросам использования ТКДСМ и ее Технологического сайта.

В.7 Проведение контроля данных сельскохозяйственной микропереписи 2021 года с использованием ТКДСМ.

Для проведения контроля данных сельскохозяйственной микропереписи 2021 года в системе автоматически формируются различные отчетные формы, состав которых определен в подразделе В.12.

По мере поступления в систему новых данных сельскохозяйственной микропереписи 2021 г. проводится их автоматическая проверка, и в отчетных формах выделяются параметры (площади различных типов угодий), которые значительно расходятся с данными спутниковых наблюдений. Правила автоматического выделения таких данных определены в подразделе В.13.

Все данные сельскохозяйственной микропереписи 2021 г., прошедшие автоматическую проверку, считаются достоверными (прошедшими автоматическую верификацию ТКДСМ).

Для данных, не прошедших автоматическую верификацию ТКДСМ, проводится анализ следующей имеющейся информации:

- результатов обработки спутниковых данных по районам и типам, в которых выявлены расхождения. Анализ проводит организация, поддерживающая ТКДСМ (далее – Организация). Порядок проведения анализа описан в подразделе В.14. По результатам анализа составляется заключение, форма которого представлена в подразделе В.15. График проведения анализа согласуется Росстатом и Организацией;
- данных микропереписи 2021 г. по районам и типам, в которых выявлены расхождения. Анализ проводит ТОГС субъекта, в котором находится соответствующий район, в котором на основе автоматизированного сравнения данных ТКДСМ и данных микропереписи 2021 г. выявлены значительные расхождения. Порядок проведения анализа описан в подразделе В.16. Для проведения анализа специалистам ТОГС в том числе предоставляется возможность анализа спутниковых данных и результатов их обработки на Технологическом сайте ТКДСМ. На этапе проведения данной проверки специалисты Организации обеспечивают информационную поддержку специалистов ТОГС по вопросам использования Технологического сайта ТКДСМ.

Если в результате проведенного в рамках п. 7.4 анализа были получены уточненные результаты обработки спутниковых данных и данных микропереписи 2021 года, эти данные помещаются в базу данных (БД) ТКДСМ и проводятся их автоматическое сопоставление согласно п. 7.2

В тех случаях, когда в результате автоматического сопоставления данных выявлено расхождение между результатами обработки спутниковых данных и данных микропереписи 2021 года, специалистами Росстата принимаются окончательные решения о достоверности данных, предоставляемых ТКДСМ и, в конечном итоге, данных микропереписи 2021 г. Рекомендации по принятию решения и форма итогового заключения представлены в подразделе В.17.

В.8 Представление результатов проведения контроля данных сельскохозяйственной микропереписи с использованием ТКДСМ.

Для хранения результатов контроля сельскохозяйственной микропереписи 2021 года с использованием ТКДСМ на Технологическом сайте формируется

специализированная БД, в которой хранится информация о проведенном контроле, включая:

- информацию о выявленных расхождениях между данными микропереписи и данными спутниковых наблюдений;
- информацию о результатах проведения детального анализа выявленных ситуаций с расхождением площадей;
- итоговые заключения о результатах анализа выявленных случаев расхождений данных сельскохозяйственной микропереписи и данных спутниковых наблюдений.

По окончании работ по контролю данных сельскохозяйственной микропереписи 2021 года с использованием ТКДСМ Росстату передается электронная версия специализированной БД.

По требованию Росстата Организацией, поддерживающей ТКДСМ, могут быть предоставлены версии Итоговых заключений о результатах анализа выявленных случаев расхождений данных сельскохозяйственной микропереписи и данных спутниковых наблюдений в форматах PDF и/или на бумажном носителе.

В.9 Состав предоставляемых ТКДСМ спутниковых данных и результатов их обработки

ТКДСМ обеспечивает возможность работы со спутниковой информацией различного пространственного разрешения (Таблица В.9.1) по всей территории сельскохозяйственных земель, охваченных сельскохозяйственной микропереписью. Временная глубина архивов – не менее, чем с 2012 г. В течение 2021 г. обеспечивается постоянное поступление в архивы оперативной информации.

Таблица В.9.1 – Состав спутниковых данных, предоставляемых ТКДСМ

№	Прибор	Спутник	Диапазон дат	
1	ETM+	LANDSAT 7	1999-06-29	Наст. вр.
2	KMCC-101	Метеор-М 1	2011-10-01	2014-09-23
		Метеор-М 2	2014-08-06	Наст. вр.
3	KMCC-102	Метеор-М 1	2011-10-01	2014-09-23
		Метеор-М 2	2014-09-17	Наст. вр.

Продолжение Таблицы В.9.1

4	KMCC2-101	Метеор-М 2-2	2019-12-09	Наст. вр.
5	KMCC2-102	Метеор-М 2-2	2019-12-09	Наст. вр.
6	MODIS	AQUA	2012-03-25	Наст. вр.
		TERRA	2000-01-09	Наст. вр.
7	MSI	SENTINEL-2A	2015-07-08	Наст. вр.
		SENTINEL-2B	2017-05-15	Наст. вр.
8	OLI-TIRS	LANDSAT 8	2013-03-19	Наст. вр.
9	TM	LANDSAT 4	1987-06-29	1993-07-16
		LANDSAT 5	1984-03-06	2012-04-25
10	C_SAR_EW	SENTINEL-1A	2014-10-03	Наст. вр.
		SENTINEL-1B	2016-09-26	Наст. вр.
11	C_SAR_IW	SENTINEL-1A	2014-10-03	Наст. вр.
		SENTINEL-1B	2016-09-26	Наст. вр.
		ИТОГО:	1984-03-06	Наст. вр.

Помимо исходных спутниковых данных ТКДСМ обеспечивает возможность работы с результатами их обработки – еженедельными, четырехдневными и ежедневными безоблачными композитными изображениями вегетационных индексов NDVI и PVI, позволяющих анализировать сезонную динамику сельскохозяйственных посевов. Вызванные фильтрацией изображений облачного покрова пропуски в архивах данных вегетационных индексов NDVI и PVI восстанавливаются с помощью интерполяции временных рядов данных. В течение 2021 г. обеспечивается оперативное (с задержкой не более 5 дней) формирование безоблачных композитов.

На основе безоблачных композитных изображений формируются архивы усредненных по полям значений вегетационных индексов NDVI и PVI.

Актуальная информация о составе архивов спутниковых данных и результатов их обработки представлена на Технологическом сайте ТКДСМ в разделе «Архивы данных» по адресу <http://agrocensus21.geosmis.ru/archives.shtml>.

В.10 Состав и вид предоставляемых ТКДСМ отчётных форм

Предоставляемые ТКДСМ отчётные формы включают в себя информацию о площадях следующих категорий сельскохозяйственных угодий:

- пашня;
- в том числе общая посевная площадь;
- залежь;

- сенокосы и пастбища,
- полученную из следующих источников:
- результаты обработки спутниковых данных;
- итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 г.;
- итоги сельскохозяйственных переписей 2006 и 2016 гг.;
- текущая сельскохозяйственная статистика (за год, предшествующий сельскохозяйственной микропереписи).

Для трех последних источников информация о площадях обобщается следующим образом: «сельскохозяйственные организации» + «крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели».

Помимо информации о площадях различных категорий сельскохозяйственных угодий отчетные формы включают сведения о различии площадей, полученных на основе разных источников данных.

Вид отчетных форм представлен на Рисунках В.10.1-В.10.3.

[Аналитические формы](#) / Форма 1 - все районы, по выбранному виду угодий

Вид угодий/культура :

Плотные районы:

Регион	Район	Данные	Данные	Данные	Данные	Данные	Отклонение		Отклонение		Отклонение		Отклонение	
		пилотного	спутникового	текущей	переписи	переписи	пилотного	%	пилотного	%	пилотного	%	пилотного	%
		обследования	мониторинга	статистики	2016	2006	обследования		обследования		обследования		обследования	
		2020	2020	2019			2020		2020		2020		2020	
		от	от	от	от	от	от	от	от	от	от	от	от	от
		спутникового	спутникового	текущей	переписи	переписи	спутникового	%	текущей	%	переписи	%	переписи	%
		мониторинга	мониторинга	статистики	2016	2006	мониторинга		статистики		2016		2006	
		2020	2020	2019			2020		2019		2016		2006	
		га	га	га	га	га	га	%	га	%	га	%	га	%
Алтайский край	Павловский район	121811,9	118980,7	120511,0	119851,8	117108,0	2831,2	2,4	1300,9	1,1	1960,1	1,6	4703,9	4,0
Алтайский край	Советский район	81736,3	74752,4	74498,0	79820,2	80684,0	6983,9	9,3	7238,3	9,7	1916,1	2,4	1052,3	1,3
Астраханская область	Камызякский район	13154,8	13167,1	36133,0	11409,0	19306,0	-12,3	-0,1	-22978,2	-63,6	1745,8	15,3	-6151,2	-31,9
Астраханская область	Харабалинский район	28423,7	28546,7	33476,0	12479,8	11186,0	-123,0	-0,4	-5052,3	-15,1	15943,9	127,8	17237,7	154,1
Ростовская область	Зимовниковский район	348068,9	349892,7	296056,0	310069,2	283351,0	-1823,8	-0,5	52012,8	17,6	37999,7	12,3	64717,8	22,8
Ростовская область	Кагальницкий район	106382,8	113124,1	112854,0	108710,3	111033,0	-6741,3	-6,0	-6471,2	-5,7	-2327,5	-2,1	-4650,2	-4,2
Тульская область	Ефремовский район	91959,3	104341,8	72649,0	100501,4	100691,0	-12382,5	-11,9	19310,3	26,6	-8542,1	-8,5	-8731,7	-8,7
Тульская область	Киреевский район	44099,0	42993,0	43067,0	31937,2	44416,0	1106,0	2,6	1032,0	2,4	12161,8	38,1	-317,0	-0,7

[Сохранить](#)



■ норма
■ отклонение

Рисунок В.10.1 – Вид отчетной Формы 1 – «все районы, по выбранному виду угодий»

Форма 2 – площади по видам угодий и культурам, по разным источникам данных

Источник данных: ▼

Пилотные районы:

Регион	Район	Пашня	Залежь	Сенокосы и пастбища	Общая посевная площадь
		га	га	га	га
Алтайский край	Павловский район	121811,9	0,0	5004,8	97912,7
Алтайский край	Советский район	81736,3	183,0	16336,3	75490,4
Астраханская область	Камызякский район	13154,8	1916,8	10700,0	11745,6
Астраханская область	Харабалинский район	28423,7	111,1	168934,5	11813,5
Ростовская область	Зимовниковский район	348068,9	119,6	72283,6	208893,4
Ростовская область	Кагальницкий район	106382,8	0,0	828,0	98488,4
Тульская область	Ефремовский район	91959,3	0,0	0,0	91959,3
Тульская область	Киреевский район	44099,0	898,5	1035,7	38817,6

Рисунок В.10.2 – Вид отчетной Формы 2 – «площади по видам угодий и культурам, по разным источникам данных»

[Аналитические формы](#) / Форма 3 – статистика по району

Район: ▼

Вид угодий/культура	Данные пилотного обследования 2020	Данные спутникового мониторинга 2020	Данные текущей статистики 2019	Данные переписи 2016	Данные переписи 2006	Отклонение пилотного обследования 2020 от спутникового мониторинга 2020		Отклонение пилотного обследования 2020 от текущей статистики 2019		Отклонение пилотного обследования 2020 от переписи 2016		Отклонение пилотного обследования 2020 от переписи 2006	
	га	га	га	га	га	га	%	га	%	га	%	га	%
Пашня	348068,9	349892,7	296056,0	310069,2	283351,0	-1823,8	-0,5	52012,8	17,6	37999,7	12,3	64717,8	22,8
Залежь	119,6	300,7	0,0	0,0	25,0	-181,1	-60,2	119,6	-	119,6	-	94,6	376,0
Сенокосы и пастбища	72283,6	89537,0	103079,0	116700,1	148987,0	-17253,4	-19,3	-30795,4	-29,9	-44416,5	-38,1	-76703,4	-51,5
Общая посевная площадь	208893,4	250888,2	209713,4	177330,0	174555,0	-41994,8	-16,7	-820,0	-0,4	31563,4	17,8	34338,4	19,7
Озимые	180610,7	183858,9	-	-	-	-3248,2	-1,8	-	-	-	-	-	-
Яровые	-	67029,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пары	-	98950,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[Сохранить](#)

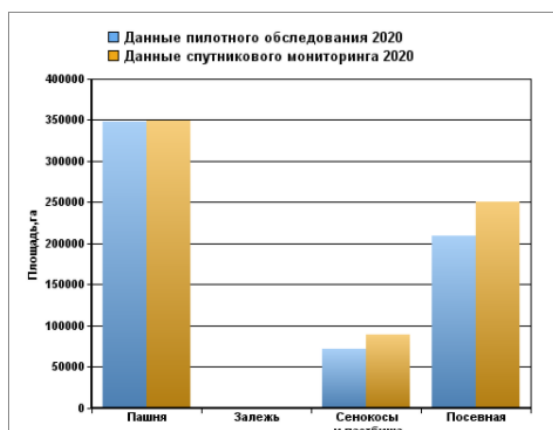


Рисунок В.10.3 – Вид отчетной Формы 3 – «статистика по району»

В.11 Описание основных инструментов, реализованных в составе Технологического сайта и ориентированных на выявление расхождений в информации, полученной в результате проведения сельскохозяйственной микропереписи 2021 года и в результате обработки спутниковых данных

В.11.1 Анализ статистических данных в аналитическом интерфейсе

Осуществление анализа порайонной статистики, полученной в рамках микропереписи 2021 г., ежегодных статистических обследований, переписей 2016 и 2006 годов, а также выделение в табличных формах районов, в которых имеются значительные расхождения полученной в рамках микропереписи информации об использовании сельскохозяйственных угодий и посевных площадей, и соответствующей информации, полученной на основе спутниковых данных, возможно при выполнении следующих действий:

- Переход со стартовой страницы ТКДСМ на страницу «Аналитические формы» (<http://agrocensus21.geosmis.ru/stat.shtml>);
- Выбор Формы 1 – «все районы, по выбранному виду угодий»;
- Выбор в фильтре «вид угодий/культура» одного из показателей:
 - 1) пашня;
 - 2) общая посевная площадь;
 - 3) залежь;
 - 4) сенокосы и пастбища;
- После выбора показателя на странице отобразится таблица, включающая следующие колонки:
 - 1) регион;
 - 2) район;
 - 3) данные сельскохозяйственной микропереписи 2021 г., га;
 - 4) данные спутникового мониторинга 2021 г., га;
 - 5) данные текущей сельскохозяйственной статистики 2020 г., га;
 - 6) данные Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г., га;
 - 7) данные Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г., га.

Помимо информации о площадях в таблице приводятся сведения об отклонениях (в га и %) площадей, полученных по данным сельскохозяйственной микропереписи 2021 г., от данных:

- спутникового мониторинга 2021 г.;
- текущей сельскохозяйственной статистики 2020 г.;
- Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.;
- Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 г.

В тех случаях, когда для выбранного района и вида угодий отклонение площадей, полученных по данным сельскохозяйственной микропереписи 2021

г., от данных спутникового мониторинга 2021 г. превышает допустимые пороги (см. приложение 5 к настоящему регламенту), соответствующие ячейки окрашиваются в красный цвет) (Рисунке Г.11.1);

[Аналитические формы](#) / Форма 1 - все районы, по выбранному виду угодий

Вид угодий/культура : ▼

Пилотные районы:



Регион	Район	Данные пилотного обследования 2020	Данные спутникового мониторинга 2020	Данные текущей статистики 2019	Данные переписи 2016	Данные переписи 2006	Отклонение пилотного обследования 2020 от спутникового мониторинга 2020	
		га	га	га	га	га	га	%
Алтайский край	Павловский район	5004,8	20901,5	17840,0	8335,7	16642,0	-15896,7	-76,1
Алтайский край	Советский район	16336,3	22156,6	26801,0	15934,3	18716,0	-5820,3	-26,3


Рисунок Г.11.1 – Пример отображения в отчётной Форме 1 районов, в которых превышен (Павловский) и не превышен (Советский) порог отклонения площадей сенокосов и пастбищ, полученных по данным сельскохозяйственной микропереписи, от данных спутникового мониторинга

В случае занесения в БД ТКДСМ уточненных площадей видов угодий по данным сельскохозяйственной микропереписи и/или по данным спутникового мониторинга информация об отклонениях площадей (в том числе о (не)превышении пороговых значений, обозначенных в подразделе Г.13 к настоящему регламенту) в таблицах меняется автоматически.

В.11.2 Сравнительный анализ данных в картографическом интерфейсе

Выделение на карте районов, в которых имеются значительные расхождения полученной в рамках микропереписи информации об использовании сельскохозяйственных угодий и посевных площадей, и аналогичной информации, полученной на основе спутниковых данных, возможно при выполнении следующих действий:

- Переход со стартовой страницы ТКДСМ на страницу «Картографический интерфейс»: (<http://agrocensus21.geosmis.ru/maps/?lang=rus>);
- Выбор вкладки «Контроль данных сельскохозяйственной микропереписи» ;
- Выбор подвкладки «Анализ районов» ;
- Выбор в фильтре «тип» одного из показателей:
 - 1) пашня;
 - 2) общая посевная площадь;
 - 3) залежь;

- 4) сенокосы и пастбища;
- Включение галочки «Статус районов (расхождение площадей)»;
- Включение легенды .

После выполнения указанных действий в картографическом интерфейсе районы окрашиваются разными цветами в зависимости от величины отклонения площадей (Рисунок Г.11.2.1).

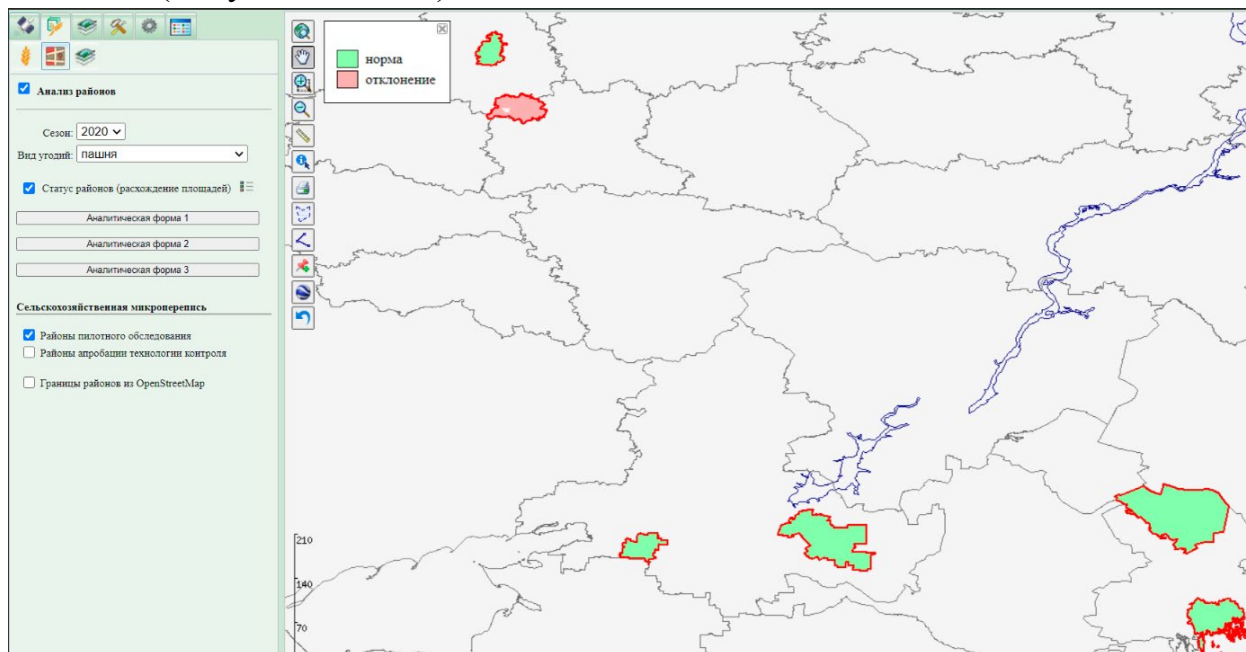


Рисунок Г.11.2.1 – Пример отображения в картографическом интерфейсе информации об отклонениях площадей посевов, полученных по данным сельскохозяйственной микропереписи, от данных спутникового мониторинга

Детальное описание инструментов анализа данных, предоставляемых ТКДСМ, приведено в руководстве пользователя, расположенном по адресу <http://agrocensus21.geosmis.ru/docs/manual/>.

В.12 Правила автоматического выделения случаев значительных расхождений между данными сельскохозяйственной микропереписи 2021 года и данными спутниковых наблюдений

Автоматический контроль проходят площади следующих категорий сельскохозяйственных угодий:

- пашня;
- общая посевная площадь;
- залежь;
- сенокосы и пастбища.

При проведении автоматического контроля происходит сравнение площадей соответствующих категорий сельскохозяйственных угодий в разрезе отдельных административных районов.

Для проведения контроля используются следующие данные:

- площади, полученные на основе обработки спутниковых данных;
- площади, полученные в результате проведения сельскохозяйственной микропереписи 2021 года.

В выбранном районе автоматизированный контроль для площади конкретных категорий сельскохозяйственных угодий проводится в случае, если площадь земель данной категории превышает 50 000 га.

Случаями значительных расхождений площадей между данными сельскохозяйственной микропереписи 2021 года и данными спутниковых наблюдений считаются следующие отклонения для разных категорий земель:

- пашни – более, чем на 10%;
- общей посевной площади – более, чем на 15%;
- залежи – более, чем на 30%;
- сенокосов и пастбищ – более, чем на 30%.

Результаты автоматизированного контроля автоматически заносятся в БД ТКДСМ, выделяются красным цветом в отчетных таблицах.

В ТКДСМ автоматически формируются таблицы в разрезе районов, в которых выявлены расхождения между данными, полученными в результате проведения сельскохозяйственной микропереписи 2021 года, и данными спутниковых наблюдений.

В картографическом интерфейсе Технологического сайта ТКДСМ предоставляется возможность выделения районов, в которых обнаружены расхождения между данными сельскохозяйственной микропереписи 2021 года и данными спутниковых наблюдений.

В.13 Порядок проведения дополнительного анализа спутниковых данных по районам, в которых превышены пороги расхождения площадей

Организация, поддерживающая ТКДСМ, проводит анализ оценок площади различных категорий с.-х земель для районов, по которым выявлены их расхождения с данными, полученными в результате проведения сельскохозяйственной микропереписи 2021 года, комплексно используя информацию, полученную от различных спутниковых систем в результате автоматизированной и интерактивной обработки спутниковых данных. По результатам анализа могут быть уточнены ранее сделанные оценки¹.

После проведения анализа проводится оценка точности обработки спутниковых данных для проверяемых категорий земель и районов по следующей схеме:

¹ В случае проведения уточнений должна быть обеспечена возможность анализа информации о корректировке значений в части категорий земель, а также величины корректировки площади относительно первоначально введенного значения в гектарах.

- для каждой анализируемой категории земель в районе случайным образом отбирается репрезентативная выборка полей;
- на основе разновременных спутниковых данных различного пространственного разрешения (в том числе сверхвысокого) проводится экспертная проверка достоверности отнесения полей к той или иной категории земель. Для неверно классифицированных полей выполняется изменение класса;
- после завершения проверки формируется таблица с результатами (Таблица В13.1);

Таблица В.13.1 – Результаты проведения экспертной оценки классификации видов угодий специалистами организации, поддерживающей ТКДСМ

Фактические типы угодий (определенные в результате экспертной оценки)	Типы угодий по классификации			
		Пашня	Сенокосы и пастбища	Залежь
	Пашня	a	b	c
	Сенокосы и пастбища	d	e	f
	Залежь	g	h	i
Σ	$\Sigma_{\text{пашн}}=a+d+g$	$\Sigma_{\text{сен}}=b+e+h$	$\Sigma_{\text{зал}}=c+f+i$	

, где a, b, c, d, e, f, g, h – число выявленных случаев, соответствующих конкретному варианту соответствия классификации и результатов проверки.

- на основе полученных данных формируется матрица ошибок (Таблица В.13.2) с учетом интегральных площадей категорий земель, выявленных в районе на основе спутниковых данных;

Таблица В.13.2 – Матрица ошибок, формируемая в результате проведения экспертной оценки классификации видов угодий специалистами организации, поддерживающей ТКДСМ

Фактические типы угодий, га	Типы угодий по классификации, га					
		Пашня	Сенокосы и пастбища	Залежь	Σ факт.	отн. ошибка выявления площади, %
	Пашня	$=a/\Sigma_{\text{пашн}} * A$	$=b/\Sigma_{\text{сен}} * B$	$=c/\Sigma_{\text{зал}} * C$	A'	$=(1-A/A')*100\%$
	Сенокосы и пастбища	$=d/\Sigma_{\text{пашн}} * A$	$=e/\Sigma_{\text{сен}} * B$	$=f/\Sigma_{\text{зал}} * C$	B'	$=(1-B/B')*100\%$
	Залежь	$=g/\Sigma_{\text{пашн}} * A$	$=h/\Sigma_{\text{сен}} * B$	$=i/\Sigma_{\text{зал}} * C$	C'	$=(1-C/C')*100\%$
Σ класс.	A	B	C			

, где A, B, C – выявленные на основе спутниковых данных интегральные площади пашни, сенокосов и пастбищ, залежи соответственно.

- в случае, если ошибки выявления площадей не превышают для следующих категорий земель:
 - 1) пашни +/- 1%;
 - 2) общей посевной площади +/- 3%;

- 3) залежи +/- 8%;
 - 4) сенокосов и пастбищ +/- 5%;
- результаты обработки спутниковых данных считаются достоверными;
 - 1) в случае, если ошибки выявления площадей превышают эти значения, из всех полей района (с измененными по результатам выполнения первого этапа проверки классами для части полей) формируется новая случайная выборка для проверки;
 - 2) Оценка точности подобным образом проводится до тех пор, пока ошибки не станут меньше допустимых значений.

Дополнительным подтверждением корректности информации, получаемой на основе обработки спутниковых данных, может служить согласованность их со следующими данными:

- площади, полученные из текущей статистики (данные 2020 года);
- площади, полученные в результате проведения сельскохозяйственной переписи 2016 года;
- площади, полученные в результате проведения сельскохозяйственной переписи 2006 года.

Оценки площади, полученные на основе спутниковых данных, считаются корректными в случаях, когда расхождение значений площади, полученных на основе обработки спутниковых данных и данных статистики, не расходятся для следующих категорий земель:

- пашни – более, чем на 10%;
- общей посевной площади – более, чем на 15%;
- залежи – более, чем на 30%;
- сенокосов и пастбищ – более, чем на 30%.

Для подтверждения корректности оценки площадей, полученных на основе обработки спутниковых данных, Организация, поддерживающая ТКДСМ, может провести обработку данным по районам и категориям земель с выявленными расхождениями за соответствующие годы.

После проведения анализа Организация, поддерживающая ТКДСМ, заносит уточненные данные в БД ТКДСМ и составляет заключение о результатах проверки, в котором должны содержаться:

- краткое описание выполненных работ, в том числе информация о проведенной коррекции;
- оценка площади проверяемой категории земель в заданном районе;
- выводы о результатах оценки площади проверяемой категории земель в заданном районе на основе данных спутникового мониторинга, а именно:

- оценку площади можно считать достоверной и ее точность не превышает ...% (должна быть получена в результате анализа);
- не удастся получить оценку площади для заданной категории земель в проверяемом районе (в этом случае должна быть описана причина такого вывода).

В.14 Форма заключения о результатах проведения дополнительного анализа спутниковых данных по районам, в которых превышены пороги расхождения площадей

В.14.1 Заключение о результатах проведения дополнительного анализа спутниковых данных по районам, в которых превышены пороги расхождения площадей

Анализ проводился для:

Категория земель _____

Район _____

Площадь анализируемой категории земель в районе (до проведения анализа) _____ га

В результате анализа площадь данной категории земель была откорректирована на _____ га

Площадь анализируемой категории земель в районе (после проведения анализа) _____ га

Точность полученной оценки площадь анализируемой категории земель в районе (после проведения анализа) _____ га

Дата занесения уточненной площади в БД ТКДСМ _____

Вывод _____

Если сделан вывод «не удастся получить оценку площади для заданной категории земель в проверяемом районе», должно быть приведено его подробное обоснование.

В.15 Порядок проведения дополнительного анализа данных сельскохозяйственной микропереписи по районам, в которых превышены пороги расхождения площадей

ТОГС субъекта, в котором находится район с выявленными расхождениями между данными, полученными в результате микропереписи 2021 г., и данными спутниковых наблюдений, выполняет анализ полученной в результате проведения сельскохозяйственной микропереписи информации по соответствующим категориям земель и районам согласно методикам контроля данных, установленных Росстатом, без использования ТКДСМ.

ТОГС также вправе провести детальную проверку данных, полученных на

основе спутниковой информации, используя методику проверки, описанную в подразделе В.14. При проверке используется различная спутниковая информация, доступная на Технологическом сайте ТКДСМ, и/или данные наземных обследований (в случае их наличия).

В.16 Рекомендации по принятию решения о достоверности результатов сельскохозяйственной микропереписи и данных спутниковых наблюдений и форма итогового заключения

В случаях, когда проверки, проведенные в соответствии с подразделом Г.13 регламента, привели к расхождению в окончательных оценках площади, полученной на основе обработки спутниковых данных и данных статистики для следующих категорий земель не более чем на:

- пашни – 10%;
- общей посевной площади – 15%;
- залежи – 30%;
- сенокосов и пастбищ – 30%,

окончательные результаты сельскохозяйственной микропереписи 2021 года считаются корректными.

В случаях, когда в соответствии с методикой уточнения оценок площадей в соответствии с подразделом В.13 получен вывод «не удастся получить оценку площади для заданной категории земель в проверяемом районе», окончательные результаты сельскохозяйственной микропереписи 2021 года считаются корректными.

В случаях, когда результаты сельскохозяйственной микропереписи 2021 года отличаются от окончательных оценок площади по спутниковым данным (оценок, полученных в результате уточнений в соответствии с подразделом В.13) для следующих категорий земель более чем на:

- пашни – 10%;
- общей посевной площади – 15%;
- залежи – 30%;
- сенокосов и пастбищ – 30%,

результаты микропереписи считаются некорректными.

ТОГС осуществляет перепроверку результатов сельскохозяйственной микропереписи 2021 года и, при необходимости, осуществляет их уточнение.

ТОГС вправе провести детальную проверку данных, полученных на основе спутниковой информации, в том числе используя наземные обследования, по следующей методике:

- для каждой категории земель в районе случайным образом отбирается репрезентативная выборка;

- на основе в том числе данных наземных обследований проводится проверка достоверности отнесения полей к той или иной категории земель. Для неверно классифицированных полей выполняется изменение класса;
- после завершения проверки формируется таблица с результатами (Таблица В.16.1);

Таблица В.16.1 – Результаты проведения проверки классификации видов угодий специалистами ТОГС

Фактические типы угодий (определенные в результате экспертной оценки, в том числе использованием наземных данных)	Типы угодий по классификации			
		Пашня	Сенокосы и пастбища	Залежь
	Пашня	a	b	c
	Сенокосы и пастбища	d	e	f
	Залежь	g	h	i
Σ	$\Sigma_{\text{пашн}}=a+d+g$	$\Sigma_{\text{сен}}=b+e+h$	$\Sigma_{\text{зал}}=c+f+i$	

, где a, b, c, d, e, f, g, h – число выявленных случаев, соответствующих конкретному варианту соответствия классификации и результатов проверки.

- на основе полученных данных формируется матрица ошибок (Таблица В.16.2) с учетом интегральных площадей категорий земель, выявленных в районе на основе спутниковых данных;

Таблица В.16.2 – Матрица ошибок, формируемая в результате проведения экспертной оценки классификации видов угодий с использованием в том числе наземных данных

Фактические типы угодий, га	Типы угодий по классификации, га					
		Пашня	Сенокосы и пастбища	Залежь	Σ факт.	отн. ошибка выявления площади, %
	Пашня	$=a/\Sigma_{\text{пашн}} * A$	$=b/\Sigma_{\text{сен}} * B$	$=c/\Sigma_{\text{зал}} * C$	A'	$=(1-A/A')*100\%$
	Сенокосы и пастбища	$=d/\Sigma_{\text{пашн}} * A$	$=e/\Sigma_{\text{сен}} * B$	$=f/\Sigma_{\text{зал}} * C$	B'	$=(1-B/B')*100\%$
	Залежь	$=g/\Sigma_{\text{пашн}} * A$	$=h/\Sigma_{\text{сен}} * B$	$=i/\Sigma_{\text{зал}} * C$	C'	$=(1-C/C')*100\%$
Σ класс.	A	B	C			

, где A, B, C – выявленные на основе спутниковых данных интегральные площади пашни, сенокосов и пастбищ, залежи соответственно.

- в случае, если ошибки выявления площадей не превышают для следующих категорий земель:
 - пашни +/- 1%;
 - общей посевной площади +/- 3%;
 - залежи +/- 8%;
 - сенокосов и пастбищ +/- 5%,

результаты обработки спутниковых данных считаются достоверными;

- в случае, если ошибки выявления площадей превышают эти

значения, из всех полей района (с измененными по результатам выполнения первого этапа проверки классами для части полей) формируется новая случайная выборка для проверки;

– оценка точности подобным образом проводится до тех пор, пока ошибки не станут меньше допустимых значений.

В случае, если спутниковые данные и результаты сельскохозяйственной микропереписи 2021 года по анализируемому району и категории земель, уточненные в результате проверок ТОГС, не имеют значительных расхождений, уточненные данные сельскохозяйственной микропереписи считаются достоверными.

В случае, если после проверок и уточнений, проведенных ТОГС, расхождения между спутниковыми данными и результатами сельскохозяйственной микропереписи 2021 года по анализируемому району и категории земель остались значительными, комиссия в составе представителей (состав устанавливается по согласованию) формирует следующее экспертное заключение:

Форма заключения:

«Заключение о результатах анализа расхождений оценки площади категории земель, полученных по спутниковым данным и результатам сельскохозяйственной микропереписи 2021 года

Анализ проводился для:

Категория земель _____

Район _____

Площадь анализируемой категории земель в районе по спутниковым данным _____ га

Площадь анализируемой категории земель в районе по результатам сельскохозяйственной микропереписи 2021 года _____ га

Следует считать корректной оценку _____ га

Возможная причина расхождений (нужное выделить):

– Неполный опрос предприятий в районе (для случаев, когда спутниковые оценки признаны корректными)

– Некорректная информация, предоставленная предприятиями (для случаев, когда спутниковые оценки признаны корректными)

– Невозможность получения оценки площади для заданной категории в районе по спутниковым данным».

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Описание результата макетирования, подтверждающий возможность получения и использования спутниковой информации в процессе производства официальной статистической информации на примере Амурской области Российской Федерации

Г.1 Автоматизированный сбор, обработка и архивация спутниковых данных по территории Амурской области и обеспечение к ним доступа посредством картографического интерфейса

Г.2 Обеспечение доступа к спутниковым данным и продуктам их обработки посредством картографического интерфейса ТКД СХМП

Г.3 Интеграция статистических данных о посевных площадях с.-х культур

Г.4 Тематическая обработка данных

Г.5 Оценка точности тематических карт

Г.6 Сравнительный анализ данных официальной статистики и спутниковых данных

Г.7 Внесение сведений по респондентам (СХО, К(Ф)Х и ИП) использованием специализированного веб-интерфейса

Г.8 Формирование аналитических карт и отчетов

С использованием информационного ресурса ТКД СХМП проведены работы по демонстрации возможностей использования технологий спутникового мониторинга земель сельскохозяйственного назначения для верификации и сбора данных сельскохозяйственной статистики о посевных площадях с.-х культур на примере территории Амурской области Российской Федерации.

Проверке подлежала сводная (агрегированная) статистическая информация, полученная по формам федерального статистического наблюдения в разрезе муниципальных районов по хозяйствам всех категорий и респондентов (СХО, К(Ф)Х и ИП) по показателю «Общая посевная площадь».

Сбор данных с использованием технологий спутникового мониторинга осуществлялся по перечню показателей:

- «Общая посевная площадь»;
- «Посеяно яровых культур (без учета многолетних трав посева прошлых лет) – всего»;
- «Посевная площадь типов с.-х культур (сои)».

Случаями значительных расхождений данных сельскохозяйственной статистики и данных, полученных с использованием технологий спутникового мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, считаются отклонения в размере площадей более чем на 5%.

Отрицательные значения отклонений данных статистики от данных ДЗЗ указывают на превышение размера посевной площади по данным спутниковых наблюдений над данными статистики, положительные – превышение данных статистики над данными ДЗЗ.

Сценарий использования ТКД СХМП в целях формирования данных и верификации официальной статистической информации состоит из следующих шагов:

- автоматизированный сбор, обработка и архивация спутниковых данных по территории Амурской области;
- обеспечение доступа к спутниковым данным и продуктам их обработки посредством картографического интерфейса ТКД СХМП;
- интеграция статистических данных о посевных площадях с.-х культур;
- тематическая обработка данных:
 - 1) формирование границ используемых пахотных угодий в сезоне 2024 г.;
 - 2) определение типов с.-х угодий в сезоне 2024 г.;
 - 3) определение типов с.-х культур в сезоне 2024 г.
- обеспечение доступа к тематическим продуктам посредством картографического интерфейса ТКД СХМП в виде:

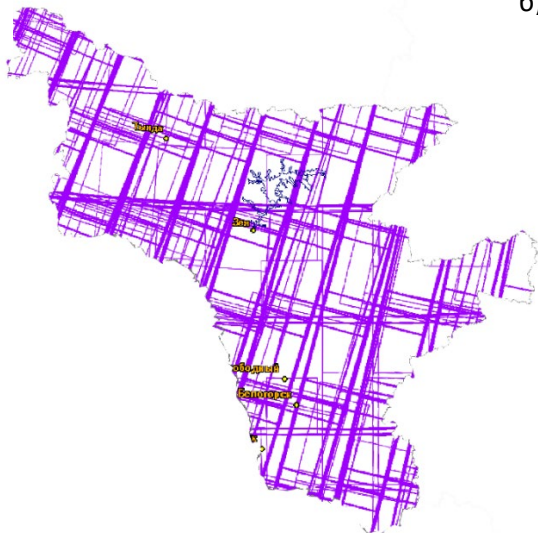
- 1) векторных данных с атрибутивной информацией (тип с.-х угодий и культуры):
 - a. границы используемой пашни с выделенными однородными сегментами.
 - 2) растровые цифровые карты:
 - a. карты обрабатываемых пахотных земель;
 - b. карты посевов яровых с.-х культур;
 - c. карты площадей, занятых чистым паром;
 - d. карты с детализацией типов с.-х культур.
- оценка точности тематических карт;
 - формирование показателей официальной статистики сельского хозяйства в области растениеводства на основе данных ДЗЗ;
 - сравнительный анализ данных официальной статистики и спутниковых данных;
 - определение муниципальных районов со значительными расхождениями данных официальной статистики и данных, полученных на основе спутникового мониторинга;
 - внесение сведений по респондентам (СХО, К(Ф)Х и ИП) использованием специализированного веб-интерфейса;
 - формирование аналитических карт и отчетов:
 - 1) структурированные наборы данных, сформированные статистических и источников, результатов обработки спутниковой информации в различных срезах и уровнях агрегации.

Г.1 Автоматизированный сбор, обработка и архивация спутниковых данных по территории Амурской области и обеспечение к ним доступа посредством картографического интерфейса

В системе представлены следующие наборы спутниковых данных и продуктов их обработки с различным пространственным разрешением:

- архивные и оперативные многозональные спутниковые данные высокого пространственного разрешения (10-30 м, Рисунок Г.1.1). Схема покрытия территории Амурской области спутниковыми данными Sentinel-2A/-2B, Landsat за период 1984-2024 гг. представлена на Рисунке Г.1.1.

а)



б)



Рисунок Г.1.1 - а) схема покрытия территории Амурской области спутниковыми данными Sentinel-2A/-2B, Landsat за период 1984-2024 гг., б) фрагмент территории Константиновского района Амурской области – спутниковый снимок в цветовом синтезе «естественные цвета» Sentinel-2A от 27.05.2024

- производные продукты (не менее 10 видов), формируемые на основе спутниковых данных (в том числе с различными вегетационными индексами, включая NDVI);
- малооблачные (допустимый порог облачности и пропусков в данных – не более 5%) сезонные композиты спутниковых данных с пространственным разрешением не ниже 5 м, (Рисунок Г.1.2). Композиты спутниковых данных представлены в вариантах цветового синтеза «естественные цвета» (с использованием каналов в видимом диапазоне) и «ложные цвета» (с использованием канала в инфракрасном диапазоне), спектрального индекса NDVI с палитрой. Глубина архива с 2019 г.;
- ежемесячные малооблачные композиты каналных данных (не менее 4 спектральных каналов) и вегетационного индекса NDVI с пространственным разрешением не менее 10 м. Композиты сформированы за вегетационный период (с мая по октябрь). Глубина архива с 2019 г. (Рисунок Г.1.3).

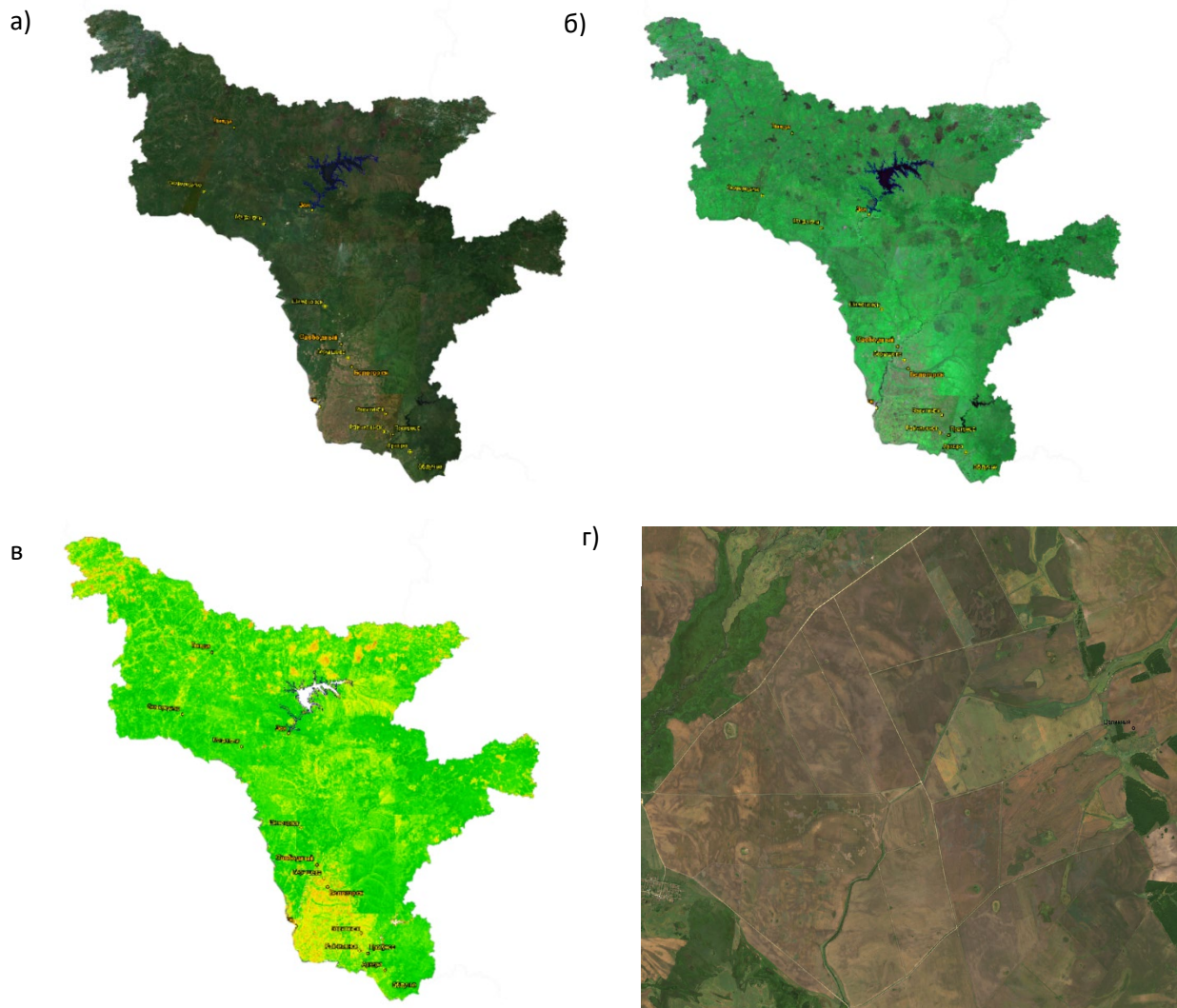


Рисунок Г.1.2 - Пример отображения сезонного композитного изображения Sentinel-2A с пространственным разрешением 10 м на территорию Амурской области за май-октябрь 2024 года: а) в цветовой синтезе «естественные цвета»; б) в цветовой синтезе «ложные цвета», в) вариант изображения спектрального индекса NDVI с палитрой; г) фрагмент территории Константиновского района Амурской области в цветовой синтезе «естественные цвета»

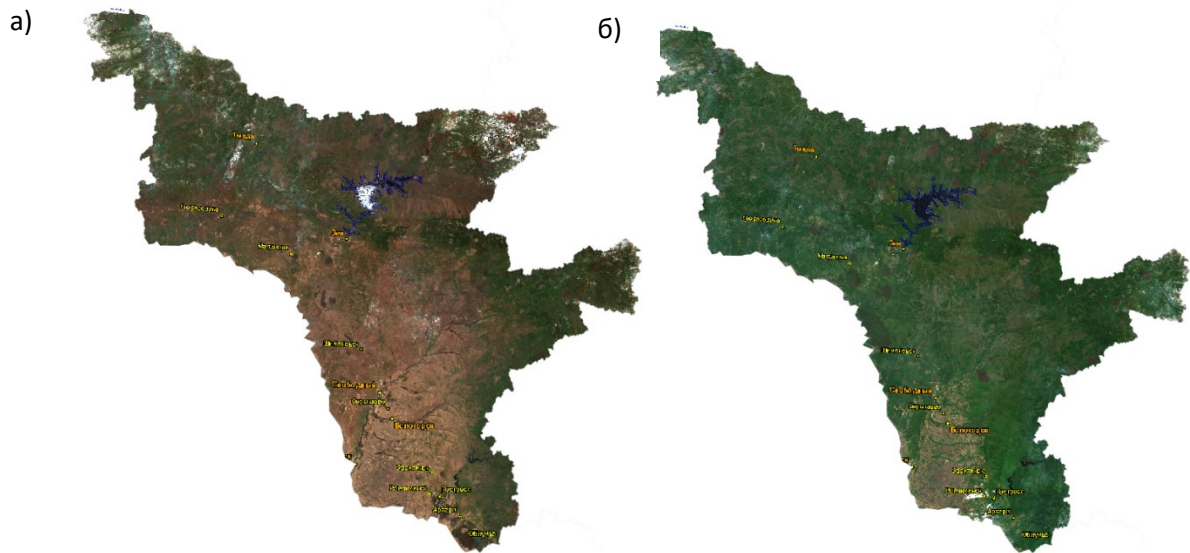


Рисунок Г.1.3 - Пример отображения ежемесячного композитного изображения Sentinel-2A в «естественном» синтезе с пространственным разрешением 10 м на территорию Амурской области: а) за май 2024 года; б) за июнь 2024 года

- зимний малооблачный композит каналных данных (не менее 4 спектральных каналов) с пространственным разрешением не менее 10 м (Рисунок Г.1.4). Глубина архива с 2019 г.;

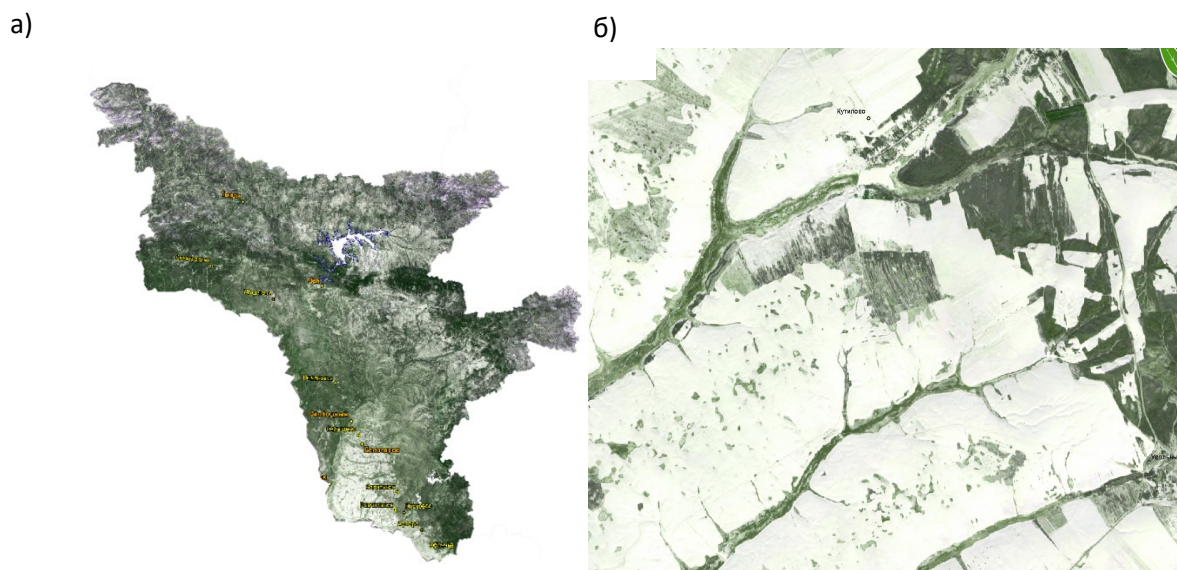


Рисунок Г.1.4 - Пример отображения «зимнего» композитного изображения Sentinel-2A в «естественном» синтезе с пространственным разрешением 10 м на территорию Амурской области за 01.01.2024-01.03.2024: а) на территорию Амурской области; б) фрагмент территории Константиновского района Амурской области

- ежедневный безоблачный аппроксимированный композит NDVI с пространственным разрешением не ниже 10 м (Рисунок Г.1.5.). Безоблачные аппроксимированные композиты NDVI формируются на

ежедневной основе в бесснежный период с апреля по ноябрь. Глубина архива с 2020 г.;

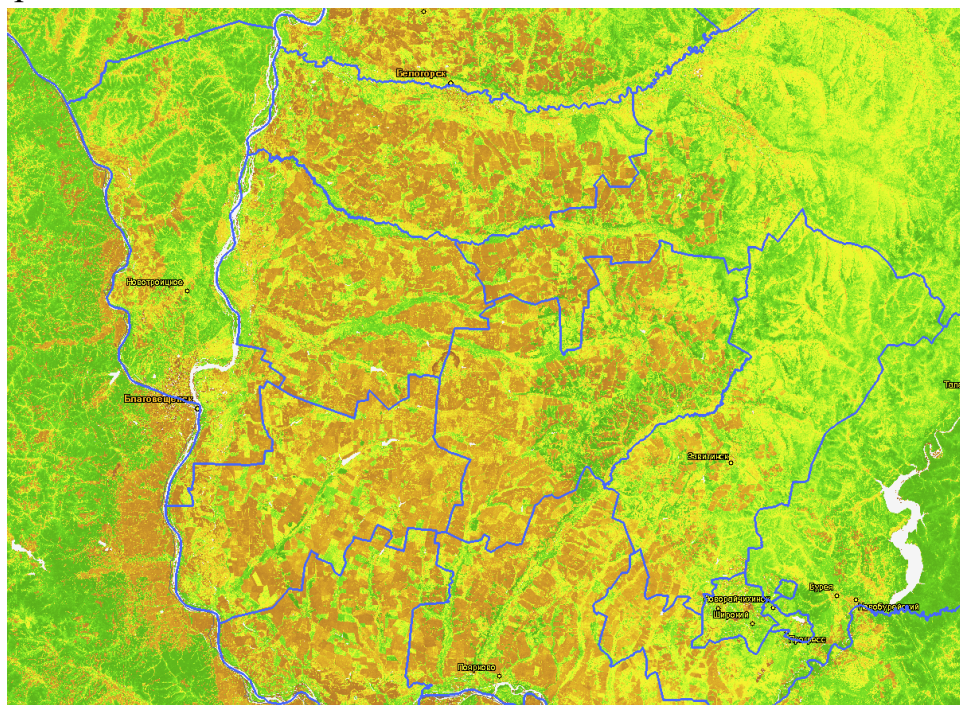
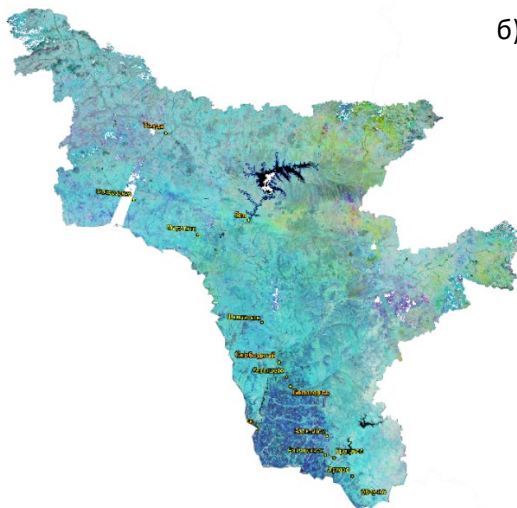


Рисунок Г.1.5. Пример отображения ежедневного аппроксимированного композитного изображения вегетационного индекса NDVI по данным Sentinel-2A с пространственным разрешением 10 м на часть территории Амурской области за 06.06.2024

- многовременные (за 3 «летних» месяца) цветосинтезированные композиты, сформированные на основе ежемесячных композитов вегетационного индекса NDVI с пространственным разрешением не менее 10 м, ориентированным на выделение основных групп сельскохозяйственных культур (Рисунок Г.1.6.). Глубина архива с 2019 г.;
- многовременные цветосинтезированные изображения NDVI, сформированные на основе ежедневных (R – заданная дата, G – заданная дата+30 дней, B – заданная дата+60 дней) композиты с пространственным разрешением не менее 10 м (Рисунок Г.1.7.). Глубина архивов – не менее, чем с 2022 г.;

а)



б)

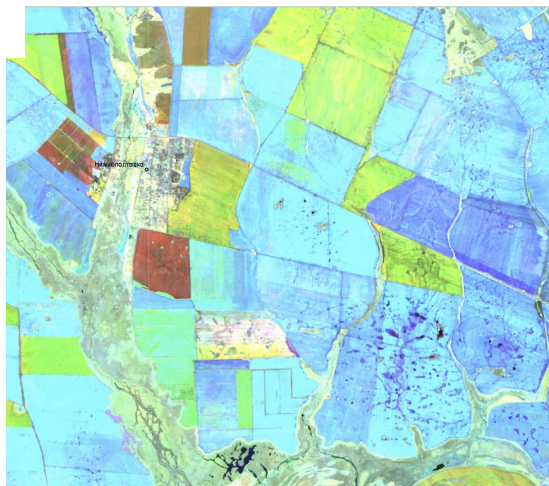


Рисунок Г.1.6 - Пример отображения многовременного (за 3 «летних» месяца) цветосинтезированного композита, сформированного на основе ежемесячных композитов вегетационного индекса NDVI с пространственным разрешением не менее 10 м: а) на территорию Амурской области за период 01.05.2024-30.07.2024; б) фрагмент территории Константиновского района Амурской области за период 01.06.2024-30.08.2024

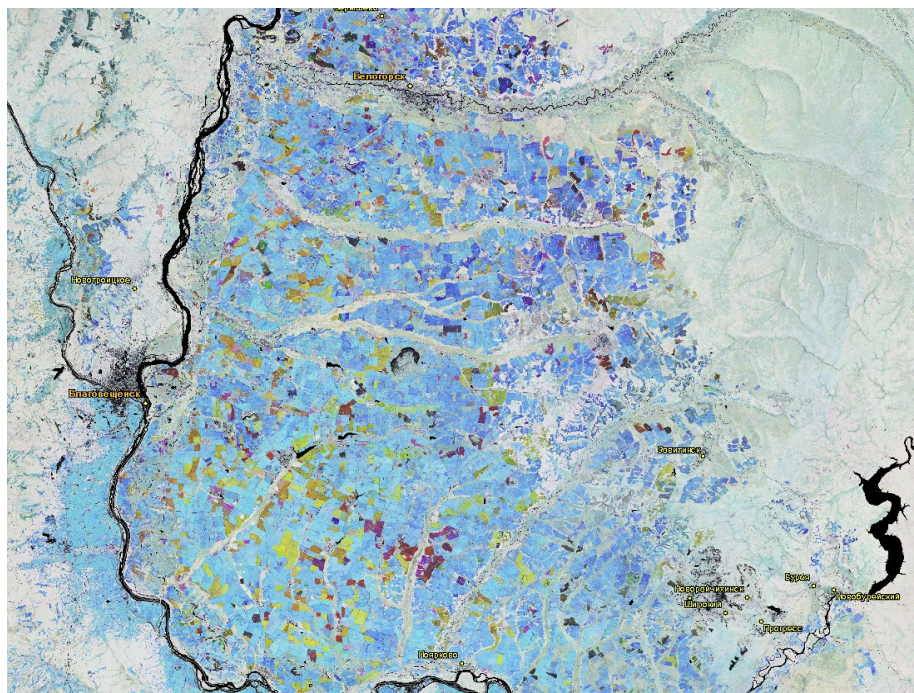


Рисунок Г.1.7. Пример отображения цветосинтезированного изображения NDVI, сформированного на основе ежедневных композитов с пространственным разрешением не менее 10 м за период 15.06.2024-14.08.2024 – фрагмент территории «сельскохозяйственного пояса» Амурской области.

Спутниковые данные и продукты их обработки, представленные в информационном ресурсе ТКД СХМП используются для:

- формирования тематических продуктов с использованием методов и инструментов машинного обучения и ИИ;
- проведения процедуры верификации официальных статистических данных;
- оценки точности выходных данных пользователем (экспертом);
- уточнения и корректировки данных, полученных автоматизированным способом;
- расчета зональной статистики по полям;
- оперативного мониторинга состояния с.-х угодий и культур.

Г.2 Обеспечение доступа к спутниковым данным и продуктам их обработки посредством картографического интерфейса ТКД СХМП

Доступ к спутниковым данным и продуктам их обработки обеспечивается посредством картографического интерфейса, в котором реализованы инструменты, обеспечивающие распределенную работу со спутниковыми данными и результатами их обработки (Рисунок Г.2.1).



Рисунок Г.2.1 - Пример отображения спутниковых данных и продуктов их обработки в картографическом интерфейсе ТКД СХМП

Г.3 Интеграция статистических данных о посевных площадях с.-х культур

Статистические данные за 2024 год по формам федерального статистического наблюдения (№№ 4-СХ, 1-фермер «Сведения об итогах сева под урожай», 1-фермер в разрезе муниципальных образований и респондентов (СХО, К(Ф)Х и ИП) загружены в специализированную БД сводного информационного

ресурса. В Таблице Г.5.3 представлен формат таблицы размещения структурированных данных, предоставленных для загрузки.

Таблица Г.5.3 – Формат таблицы размещения структурированных данных, предоставленных для загрузки в аналитический раздел ТКД

Колонка	Тип данных	Примечание
rosstat_nir_2024.rosstat_crop_group (данные Росстата по муниципальным образованиям)		
year	Целое число (smallint)	Год
dis_id	Целое число (integer)	Идентификатор муниципального образования
area	Число двойной точности (double precision)	Площадь поля
crop_group_id	Целое число (integer)	Идентификатор группы культур
rosstat_nir_2024.rosstat_crop_group_okpo (данные Росстата по хозяйствующим субъектам)		
year	Целое число (smallint)	Год
dis_id	Целое число (integer)	Идентификатор муниципального образования
area	Число двойной точности (double precision)	Площадь поля
crop_group_id	Целое число (integer)	Идентификатор группы культур
okpo	Целое число (bigint)	ОКПО хозяйствующего субъекта

С использованием современных BI-технологий (Business intelligence), использующих хранилища структурированной информации на основе OLAP-структур (online analytical processing), встроенных в сводный информационный ресурс геопортала ТКД, реализованы интерактивные аналитические формы (таблицы), включающие статистические данные в разрезе муниципальных образований и респондентоГ.

Аналитический раздел обеспечивает доступ к аналитическим формам двух типов:

- «Сведения о посевных площадях в хозяйствах всех категорий»;
- «Посевные площади сельскохозяйственных культур по СХО и К(Ф)Х».

Пример аналитических форм приведен на Рисунках Г.3.1, Г.3.2.

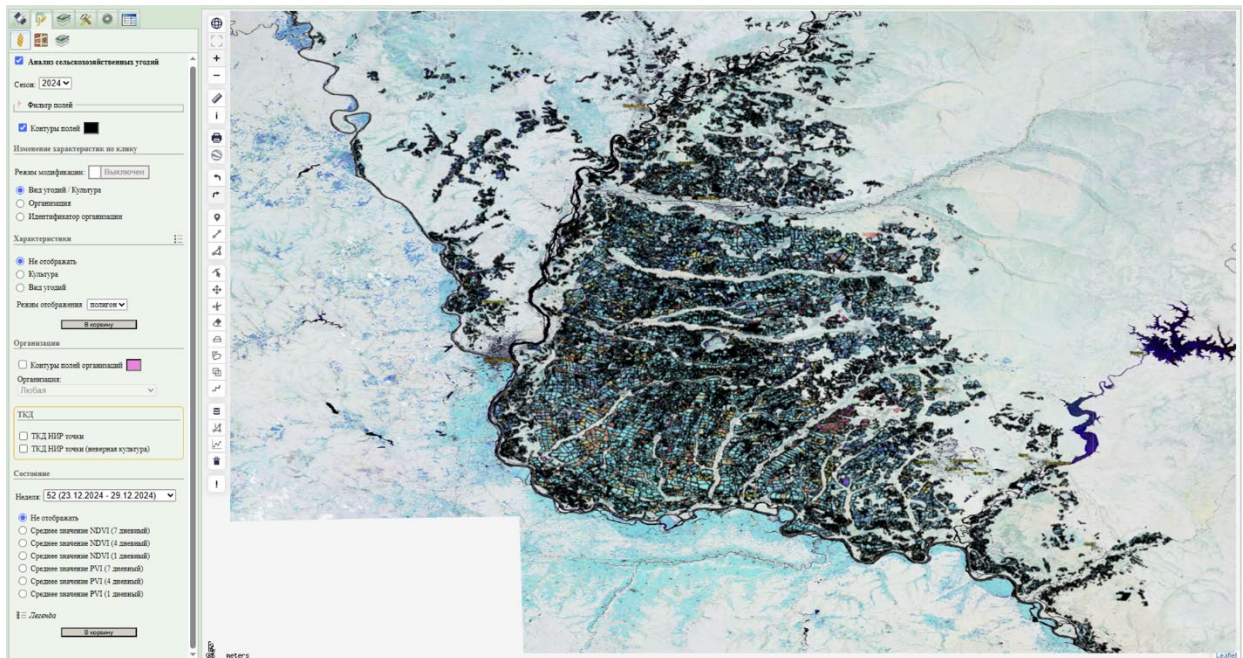


Рисунок Г.4.1 - Пример отображения картографическом интерфейсе ТКД СХМП границ с.-х угодий

Таблица Г.4.1 – Распределение площадей выделенных границ с.-х угодий в разрезе муниципальных образований Амурской области

Наименование муниципального образования	С.-х угодья, га
Архаринский муниципальный район	41097,39
Бурейский муниципальный округ	43315,47
Белогорский муниципальный округ, включая г. Белогорск	135950,18
Благовещенский муниципальный округ, включая г. Благовещенск	49791,55
Зейский муниципальный округ, включая г. Зeya	2547,61
город Райчихинск	381,89
Свободненский муниципальный округ, включая г. Свободный	45331,58
Тындинский муниципальный округ, включая г. Тында	2,19
Шимановский муниципальный округ, включая г. Шимановск	5594,97
Завитинский муниципальный округ	45644,24
Ивановский муниципальный округ	145583,92
Константиновский муниципальный район	111562,08
Магдагачинский муниципальный район	2836,30
Мазановский муниципальный район	25597,14
Михайловский муниципальный район	161115,35
Октябрьский муниципальный район	149270,60
рабочий поселок (поселок городского типа) Прогресс	6,05
Ромненский муниципальный округ	67975,95
Серышевский муниципальный район	110207,06
Сковородинский муниципальный район	272,00
Тамбовский муниципальный район	177818,86
Общий итог	1321902,39

– определены типы с.-х угодий (целевая категория - пашня), сформирована карта обрабатываемых пахотных угодий. Всего полей – 20003 общей площадью 1257475,03 га.

На Рисунке Г.4.2 показано пространственное распределение распознанных типов с.-х угодий (пашни). В Таблице Г.4.2 представлено распределение площадей выделенных границ используемых полей.

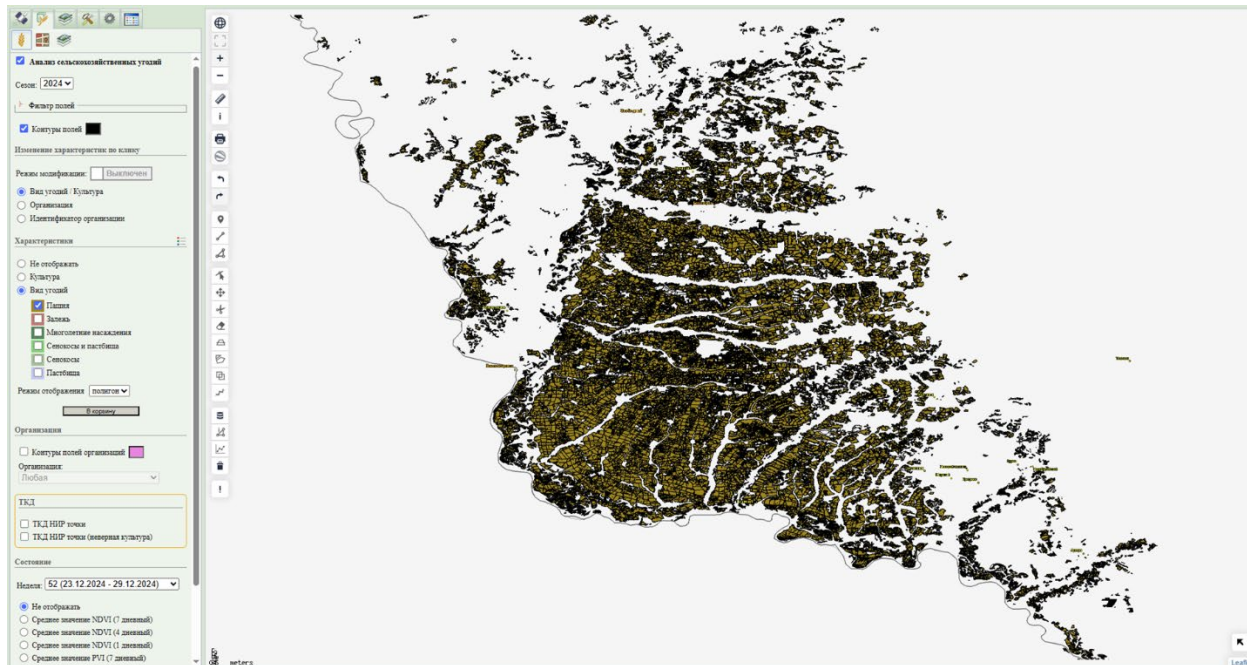


Рисунок Г.4.2 - Пример отображения в картографическом интерфейсе ТКД СХМП карты типов с.-х угодий

Таблица Г.4.2 – Распределение площадей выделенных границ используемых полей (пашни) в разрезе муниципальных образований Амурской области

Наименование муниципального образования	Пашня, га
Архаринский муниципальный район	38263,30
Бурейский муниципальный округ	38752,27
Белогорский муниципальный округ, включая г. Белогорск	133819,48
Благовещенский муниципальный округ, включая г. Благовещенск	47903,67
Зейский муниципальный округ, включая г. Зeya	1298,71
город Райчихинск	381,89
Свободненский муниципальный округ, включая г. Свободный	35086,97
Шимановский муниципальный округ, включая г. Шимановск	1384,25
Завитинский муниципальный округ	41698,94
Ивановский муниципальный округ	138616,48
Константиновский муниципальный район	111199,30
Магдагачинский муниципальный район	1772,49
Мазановский муниципальный район	23524,11
Михайловский муниципальный район	157409,73
Октябрьский муниципальный район	145407,32

Продолжение Таблицы Г.4.2

Наименование муниципального образования	Пашня, га
Ромненский муниципальный округ	65083,80
Серышевский муниципальный район	100504,78
Сковородинский муниципальный район	16,97
Тамбовский муниципальный район	175350,58
Общий итог	1257475,03

– определены типы с.-х культур, произрастающих на поля в сезоне 2024 г., сформирована карта типов с.-х культур.

На Рисунке Г.4.3 показано пространственное распределение распознанных типов с.-х культур. В Таблице Г.4.3 представлены площади распознанных по спутниковым данным типов с.-х культур в целом по субъекту.

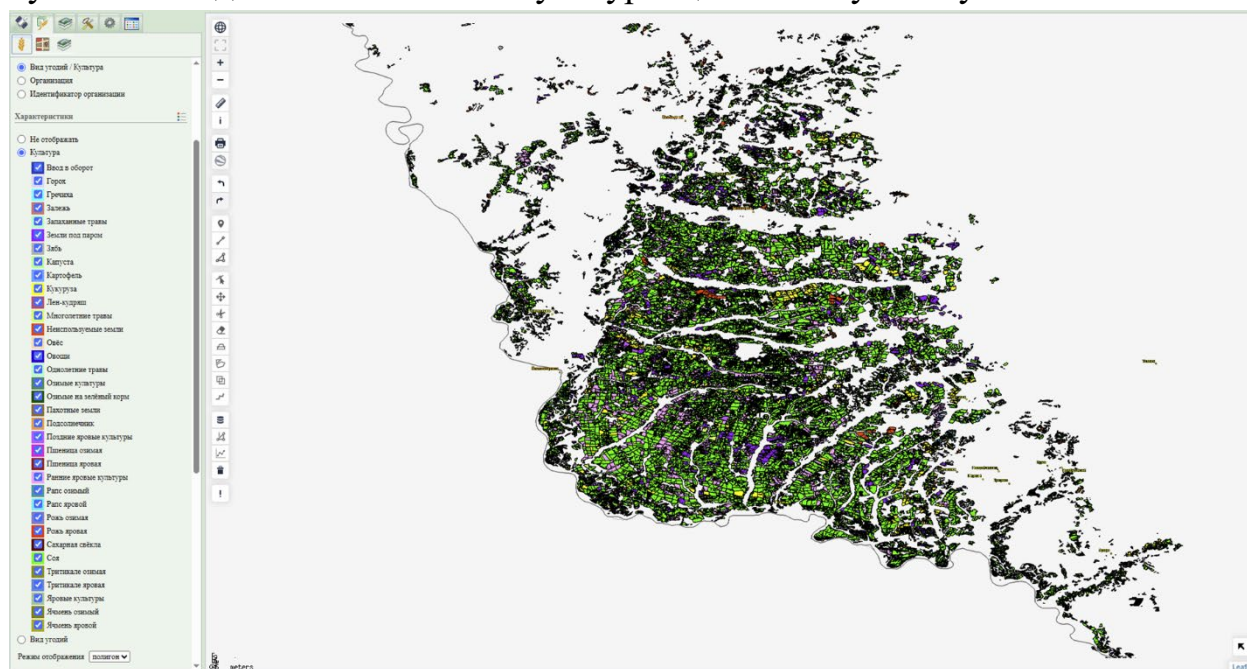


Рисунок Г.4.3 - Пример отображения в картографическом интерфейсе ТКД СХМП карты типов с.-х угодий

Таблица Г.4.3 – Площади распознанных по спутниковым данным типов с.-х культур в целом по Амурской области

Наименование сельскохозяйственной культуры	Посевная площадь в 2024 году, га
Яровые зерновые и зернобобовые культуры:	199 505
Ранние яровые	138 029
Кукуруза на зерно	55 997
Технические культуры:	935 824
Соя	935 824
Картофель и овощебахчевые культуры:	126
Картофель	126
Овощи (без высадков)	-
Кормовые культуры:	24 679

гПродолжение Таблицы Г.4.3

Наименование сельскохозяйственной культуры	Посевная площадь в 2024 году, га
Многолетние травы посева прошлых лет	22 548
однолетние травы, включая посеы озимых на зеленый корм	-
кукуруза на корм	-
ВСЕГО	1160 134

Результаты тематической обработки спутниковых данных представлены в виде векторных данных с атрибутивной информацией (тип с.-х угодий и культуры).



Рисунок Г.4.4 - Пример отображения в картографическом интерфейсе ТКД СХМП векторных границ полей и атрибутивной информации

На Рисунке Г.4.4 показано отображение выделенных границ сельскохозяйственных угодий (пашни) с атрибутивной информацией, внесенной в векторный слой полей (в «карточку поля»).

На Рисунке Г.4.5 представлен вспомогательный тематический слой, сформированный по спутниковым данным Landsat с пространственным разрешением 30 метров. Легенда карты содержит классы «обрабатываемые земли» и «травянистая растительность», которые могут быть использованы в процессе интерактивной интерпретации.

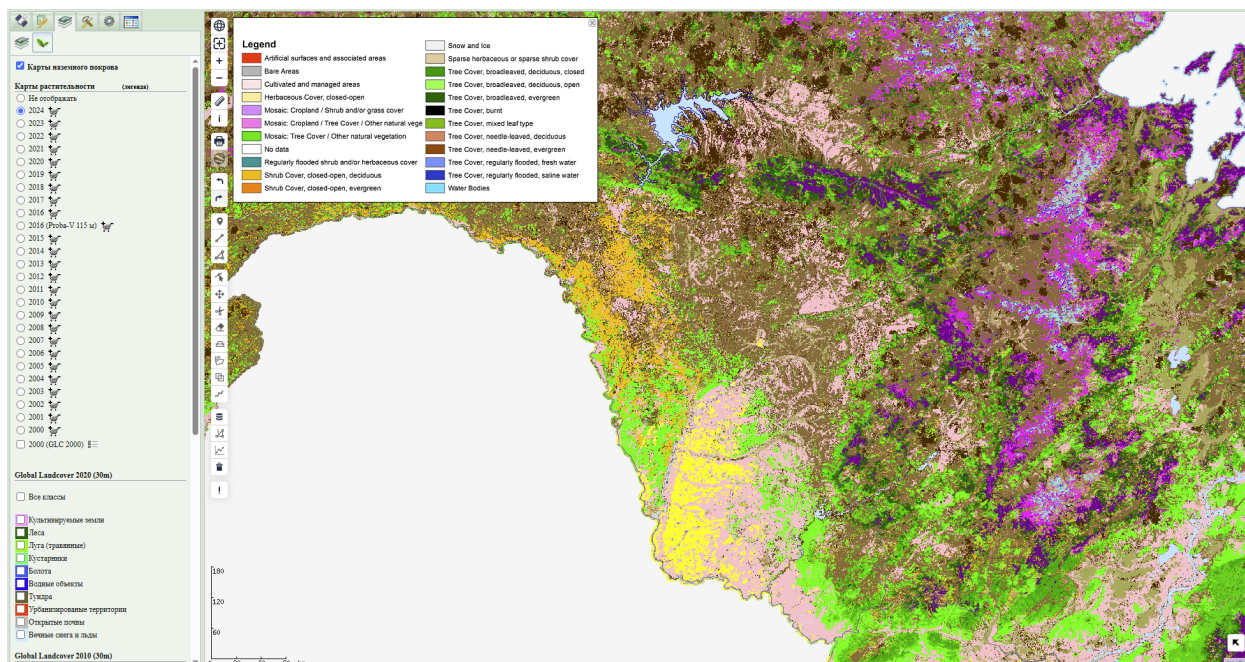


Рисунок Г.4.5 - Пример отображения в картографическом интерфейсе ТКД СХМП глобальной карты растительного покрова

Г.5 Оценка точности тематических карт

В целях экспертной оценки достоверности карт посевов сельскохозяйственных культур проведена процедура проверки тематических растровых слоев с использованием данных дистанционного зондирования Земли, размещенных в ТКД СХМП.

Проверка карт посевов сельскохозяйственных культур проводилась путем формирования выборки полей, занятых посевами с.-х культур и не распаханых участков за анализируемый период.

Выборки были сформированы по регулярной сетке по всей территории, на которой формируются карты посевов с.-х культур. Также в выборку были включены точки как принадлежащие, так и не принадлежащие проверяемому растровому слою (не менее 250 точек каждого типа).

Пример регулярной сетки, по которой проводилась оценка достоверности карт посевов сельскохозяйственных культур по территории Амурской области представлен на Рисунке Г.5.1.

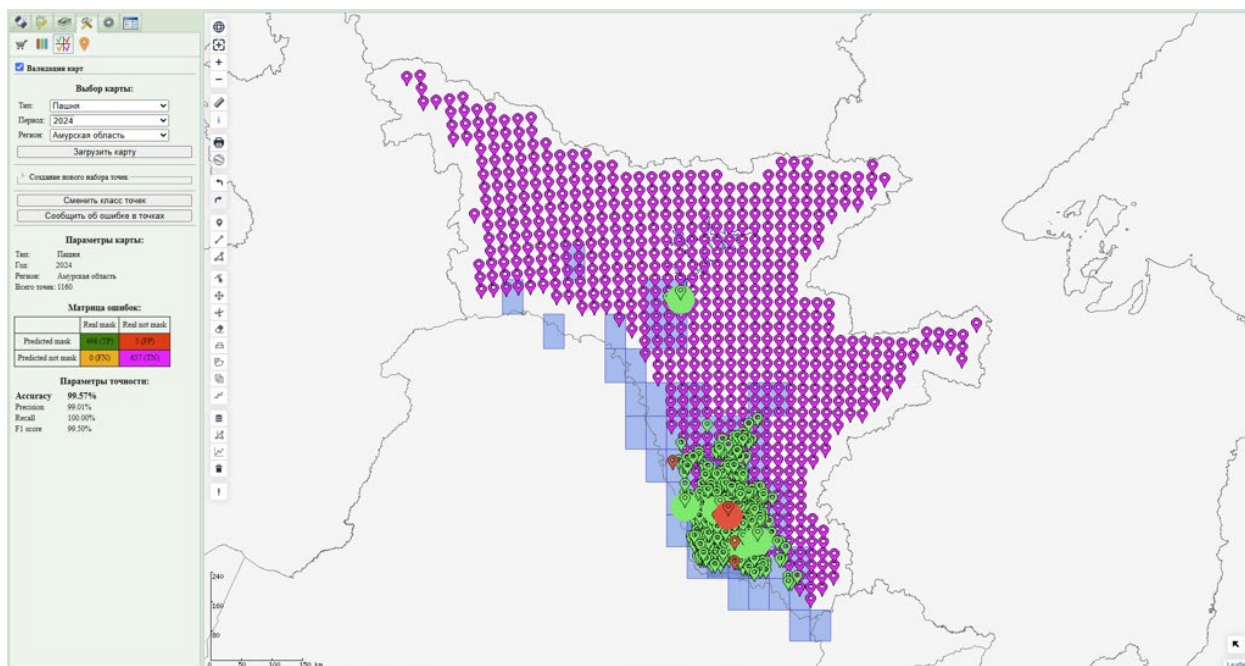


Рисунок Г.5.1 - Пример отображения в картографическом интерфейсе ТКД СХМП векторных границ полей и атрибутивной информации
Процент достоверности карт посевов с.-х культур составил 99,68%

Г.6 Сравнительный анализ данных официальной статистики и спутниковых данных.

На основе данных, полученных в результате обработки спутниковой информации, с использованием инструментов ВІ-аналитики сформированы агрегированные показатели статистики сельского хозяйства в области растениеводства о площадях пашни и с.-х культур.

Проведен сравнительный анализ с данными официальной статистики.

Определены муниципальные районы со значительными расхождениями (более 5%) данных официальной статистики (по показателю «Общая посевная площадь») и данных, полученных на основе спутникового мониторинга.

Результаты представлены в Таблице Г.6.1.

Таблица Г.6.1 - Распределение отклонений площадей данных статистики по показателю «Общая (вся) посевная площадь» от данных спутникового мониторинга в разрезе муниципальных районов (за 2024 год)

Субъект федерации	Муниципальное образование	Площадь (Росстат), га	Площадь (ДЗЗ), га	Разница площадей, га	Отклонение, %
Амурская область	Белогорский муниципальный округ, включая г. Белогорск	120087,5	126095,2	-6007,7	-5
	Сковородинский муниципальный район	480,5	589,7	-109,2	-22,7

Продолжение Таблицы Г.6.1

Субъект федерации	Муниципальное образование	Площадь (Росстат), га	Площадь (ДЗЗ), га	Разница площадей, га	Отклонение, %
Амурская область	Михайловский муниципальный район	135107,9	147593,7	-12485,8	-9,2
	Свободненский муниципальный район, включая г. Свободный	29602,3	35154,1	-5551,8	-18,8
	город Райчихинск	714,4	318,8	395,6	55,4

Результаты по субъекту в целом по показателям «Общая посевная площадь», «Посеяно яровых культур (без учета многолетних трав посева прошлых лет) – всего», «Посевная площадь типов с.-х культур (сои)» представлены в Таблице Г.6.2.

Таблица Г.6.2 - Распределение отклонений площадей данных статистики от данных спутникового мониторинга в разрезе субъекта по отдельным показателям растениеводства (за 2024 год)

Наименование сельскохозяйственной культуры	Посевная площадь в 2024 году, га		Отклонение, %
	Росстат АО	ДЗЗ	
Общая посевная площадь	1 142 736,9	1 160 134,0	1,5
Посевная площадь яровых культур (без многолетних трав посева прошлых лет)	1 124 777,80	1 137 586,00	1,1
Посевная площадь сои	900 311,5	935 824,0	-3,9

Г.7 Внесение сведений по респондентам (СХО, К(Ф)Х и ИП) использованием специализированного веб-интерфейса

С использованием веб-сервиса «ТКД-респондент» респондентами вносились сведения о посевных площадях сельскохозяйственных культур для проведения сравнительного анализа данных, предоставленных респондентами в ТОГС в рамках сбора статотчетности по формам ФСН №№ 4-сх, 1-фермер с данными ДЗЗ.

Пример внесения данных о посевных площадях сельскохозяйственных культур респондентом с использованием веб-сервиса «ТКД-респондент» представлен на Рисунке Г.7.1.



Рисунок Г.7.1 – Пример отображения внесенных данных о посевных площадях сельскохозяйственных культур респондентом с использованием веб-сервиса «ТКД-респондент»

Всего внесено 756 отметок 35 респондентами на поля с посевами сельскохозяйственных культур. В Таблице Г.7.1 представлена информация о площадях посевов сельскохозяйственных культур, по которым внесены сведения респондентами с использованием веб-сервиса.

Таблица Г.7.1 – Информация о площадях посевов сельскохозяйственных культур, по которым внесены сведения респондентами с использованием веб-сервиса

Наименование субъекта	Общая посевная площадь, га	Внесено данных на общую посевную площадь, га	Доля от общей посевной площади в исследуемых районах, %
Амурская область	245530	31360	13

В Таблице Г.7.2 представлена информация о количестве допущенных ошибок в указании культур респондентами при внесении данных в веб-сервис «ТКД-респондент».

Таблица Г.7.2 – Информация о количестве допущенных ошибок в указании культур респондентами при внесении данных в веб-сервис «ТКД-респондент»

Наименование субъекта (муниципального образования)	Количество точек	Количество ошибок в точках	Доля ошибок, %
Амурская область - город Райчихинск	21	0	0,0
Амурская область - Мазановский муниципальный район	270	11	4,1

Продолжение Таблицы Г.7.2

Наименование субъекта (муниципального образования)	Количество точек	Количество ошибок в точках	Доля ошибок, %
Амурская область - Михайловский муниципальный район	109	1	0,9
Амурская область - Ромненский муниципальный округ	117	0	0,0
Амурская область - Свободненский муниципальный район	219	3	1,4
Амурская область - Сковородинский муниципальный район	7	0	0,0
Амурская область - Шимановский муниципальный район	13	1	7,7

На Рисунке Г.7.2 представлен пример отображения слоев «ТКД НИР точки» и «ТКД НИР точки (неверная культура)» в картографическом интерфейсе ТКД СХМП.

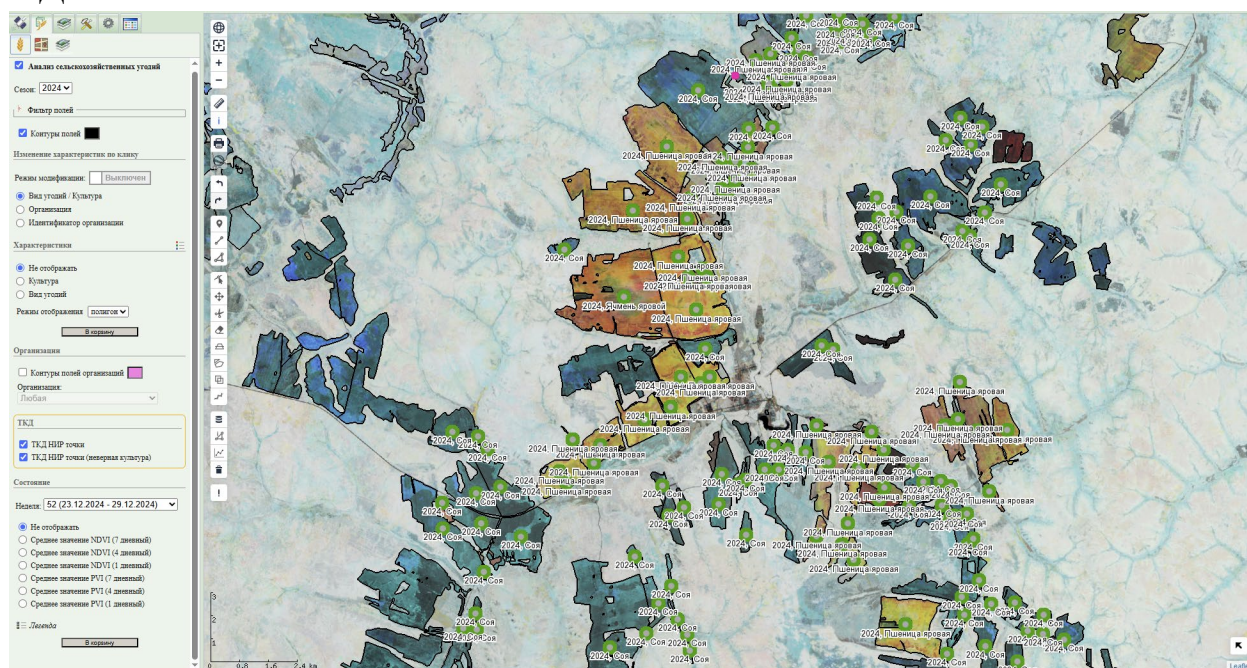


Рисунок Г.7.2 – Пример отображения информационных слоев «ТКД НИР точки» и «ТКД НИР точки (неверная культура)» в картографическом интерфейсе ТКД СХМП

На Рисунке Г.7.3 представлен пример отображения в картографическом интерфейсе ТКД СХМП агрегированных данных по респондентам в геопространственном виде.

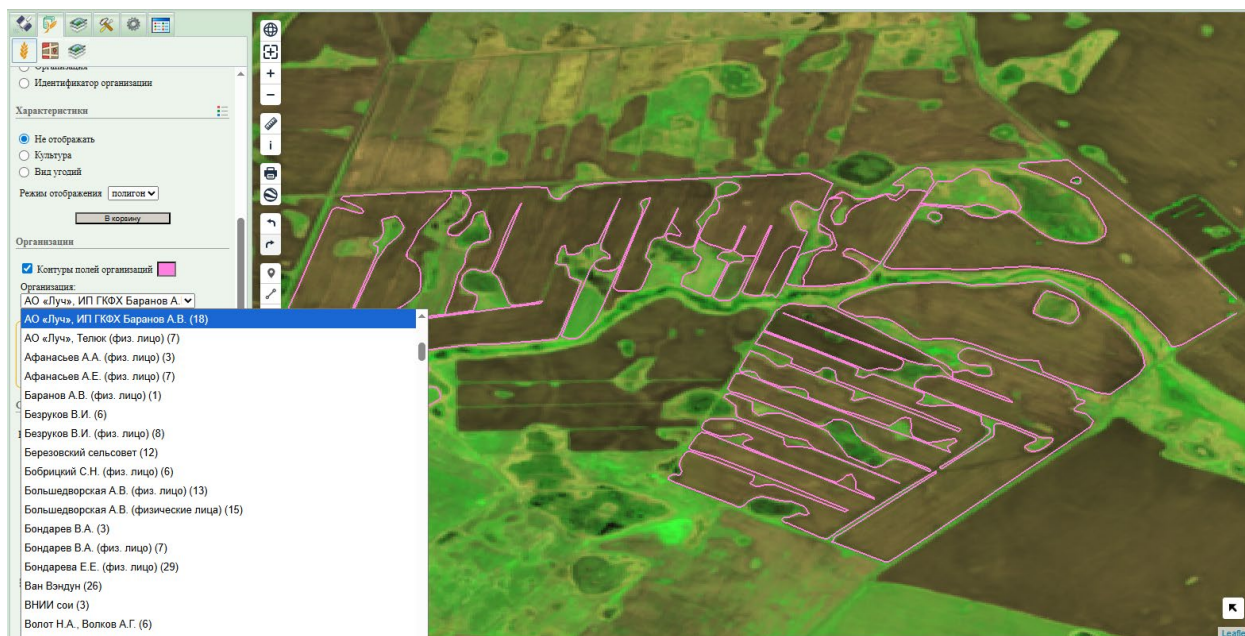


Рисунок Г.7.3 – Пример отображения агрегированных данных по респондентам в геопространственном виде (розовым цветом) в картографическом интерфейсе ТКД СХМП

Г.8 Формирование аналитических карт и отчетов

Для визуального представления результатов сбора и верификации данных с использование веб-сервиса «ТКД-респондент» структурированы наборы данных, сформированы отчетные формы в табличном виде (Рисунок Г.8.1).

субъект Федерации	ОКТО	муниципальное образование	ОКПО	Площадь (Росстат), Га	Площадь (ДЗЗ), Га	Площадь (Респондент), Га	Разница площадей (Росстат - ДЗЗ), Га	Отклонение (Росстат/ДЗЗ), %	Разница площадей (Росстат - Респондент), Га	Отклонение (Росстат/Респондент), %	Разница площадей (Респондент - ДЗЗ), Га	Отклонение (Респондент/ДЗЗ), %
				3153141		18						
				61400676		535						
				115786368		3						
				138328005		15						
				199367841		160						
				2015410139		190						
				2022073819		3						
				6375229802	170	120	120	50	42,1	50	42,1	0
				18047844302	35							
				66677100002	700							
				3153135	8							
				48377398	2 000	1 918	1 928	82	4,3	72	3,7	11
				57599181	250							
				89979800	300							

Рисунок Г.8.1 – Пример отображения агрегированных данных по респондентам в табличном виде в сводном информационном ресурсе ТКД СХМП

Предложенные инструменты и данные ТКД СХМП, входящих в него сервисов, могут использоваться в качестве постоянной и независимой системы контроля данных статистики сельского хозяйства в области растениеводства,

формируемой в рамках единовременных статистических наблюдений и переписей:

- при выполнении работ по составлению списков объектов переписи;
- сбора и верификации сведений о наличии и использовании земель сельскохозяйственного назначения;
- при сборе первичных статистических данных от респондентов по формам весеннего учета;
- при проведении в годовом цикле статистического производства работ по верификации статистических данных по отдельным показателям сельскохозяйственной статистики для повышения качества итоговых данных по растениеводству.