

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА AW3D30

© 2026 г. О. С. Сизов¹, *

¹Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

*E-mail: kabanin@yandex.ru

Поступила в редакцию 02.12.2022

После доработки 25.07.2025

Принята к публикации 17.10.2025

Аннотация. Большинство существующих схем геоморфологического районирования Западно-Сибирской равнины было разработано в 1970-х гг. Поскольку они имеют значительные недостатки как в точности, так и в учете фактических данных, использование их представляется затруднительным. На основе цифровой модели рельефа ALOS World 3D с разрешением 30 м проведено геоморфологическое районирование Западно-Сибирской равнины с учетом схем С. С. Воскресенского, В. А. Николаева, Ю. А. Мещерякова, Г. Д. Рихтера, М. Е. Городецкой, Г. И. Лазукова и В. Т. Трофимова. При этом использовалась комбинированная методика, сочетающая методы экспертного и автоматического дешифрирования. Визуальные индикационные признаки учитывают перегибы склонов, уступы террас, участки водоразделов. При автоматической классификации использовались методы объектно-ориентированной сегментации и кластеризации на основе алгоритма k-means. В результате уточнена граница Западно-Сибирской равнины (общая площадь составила 2.93 млн км²), на которой выделены 74 геоморфологических района. Полученные границы районов могут быть воспроизведены и верифицированы на основе любой детальной цифровой модели рельефа, при условии, что она создана путем сплошных инструментальных измерений высоты земной поверхности. Проведенный расчет средних морфометрических показателей по каждому из районов (средняя высота, угол наклона, общая кривизна, густота расчленения, степень заозеренности) показал практически линейное увеличение с севера на юг Западно-Сибирской равнины углов наклона на фоне снижения коэффициента вариации высот и удельной площади озер. Степень кривизны определяется региональными особенностями. В целом выделяются две различающиеся части (провинции) равнины. В северной преобладают обособленные возвышенности с увалами и грядами, разделенные широкими речными долинами. Южная часть представлена в основном обширными плоскими или слабо наклонными равнинами.

Ключевые слова: геоморфология; Западная Сибирь; цифровая модель рельефа; дешифрирование; морфометрия

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Тюменской области (проект TerrArctic, соглашение № 89-ДОН (1)).

Ссылка для цитирования: Сизов О. С. (2026) Геоморфологическое районирование Западно-Сибирской равнины на основе цифровой модели рельефа AW3D30. *Геоморфология и палеогеография*. Т. 57. № 1. С. 97–116. <https://doi.org/10.7868/S2949179726010061>

GEOMORPHOLOGICAL REGIONAL DIVISION OF THE WEST SIBERIAN PLAIN USING THE AW3D30 DEM

O. S. Sizov^{1, #}

¹*Tyumen State University, Tyumen, Russia*

[#]*E-mail: kabanin@yandex.ru*

Received December 02, 2022

Revised July 25, 2025

Accepted October 17, 2025

Abstract. Geomorphological zoning is routinely used to properly organize the available data on the landform type and genesis in large areas. Most of the existing geomorphological zoning charts for the West Siberian Plain were developed back in the 1970s. They have significant drawbacks in terms of boundary position accuracy and accounting and lack the latest data and are hardly suitable for research purposes. This study presents the geomorphological region boundaries of the West Siberian Plain. We used the ALOS World 3D digital surface model (30 m resolution) and the existing charts by S. Voskresensky, V. Nikolayev, Yu. Mescheryakov, G. Richter, M. Gorodetskaya, G. I. Lazukov and V. Trofimov. It was a combined approach with manual and automatic interpretation. The visual features are slope breaks, terrace ledges, and watersheds. We applied object-oriented segmentation with *k*-means clustering for automatic classification. As a result, the boundary of the West Siberian Plain was corrected (its total area is 2.93 mln. km²). 74 geomorphological regions were found. The region boundaries can be reproduced and verified with any detailed digital surface model provided that it is created by continuous instrumental measurements of the ground elevations. We also estimated the average morphometric indices for each region (average elevation, slope angle, total curvature, flow path density, and the share of land covered by lakes). Generally, there is a sustainable linear trend: mean slope angles of the West Siberian Plain increases from north to south while the coefficient of variation and the share of lakes decreases. The degree of curvature is determined by regional features. In general, there are two distinct parts (provinces) of the plain. The northern part is dominated by isolated uplands with ridges separated by wide river valleys. The southern part is mainly represented by vast flat or slightly sloping plains.

Keywords: geomorphology; Western Siberia; digital elevation model; interpretation; morphometry

Funding. The study was funded by the Tyumen Oblast Government, as part of the West-Siberian Interregional Science and Education Center's project No. 89-DON (1).

For citation: For citation: Sizov O. S. (2026) Geomorphological regional division of the West Siberian Plain using the AW3D30 DEM. *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. Vol. 57. No. 1. P. 97–116 (in Russ). <https://doi.org/10.7868/S2949179726010061>

ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени накоплен значительный опыт геоморфологического районирования (ГР) Западно-Сибирской равнины (ЗСР) (Земцов, 1974; Кузьмин, 2020), который условно можно разделить на несколько исторических этапов.

1. Пионерный (1930–1940-е гг.). К этому периоду относятся работы Я. С. Эдельштейна (1936), В. А. Дементьева (1940) и И. Н. Гладцина (1940). Исследования опирались на крайне ограниченный фактический материал, особенно для северной части равнины. Тем не менее схема В. А. Дементьева долго использовалась в различных обобщающих публикациях и картах (Геоморфологическое..., 1947), а разработанные принципы геоморфологического картографирования (Марков, 1929, 1934) и районирования (Дементьев, 1940, Герасимов, 1940) до сих пор не потеряли своей актуальности.

2. Полевой (1950–1970-е гг.). В этот период на основе крупномасштабных аэрофото- и геологическомасштабных работ был получен огромный объем фактической информации, позволивший детализировать представление о рельефе ранее неизученных частей ЗСР. Над ГР равнины многие годы работали такие ученые, как С. С. Воскресенский (1956, 1959, 1962, 1968; Геоморфологическое..., 1980), В. А. Николаев (1962, 1970), Ю. А. Мещеряков (1962, 1972), М. Е. Городецкая (Городецкая, Мещеряков, 1968; Городецкая, Николаевская 1969; Городецкая, Мещеряков, 1970; Мещеряков, 1972; Городецкая, Лазуков, 1975), Г. И. Лазуков (1975, Городецкая, Лазуков, 1975), а также А. А. Земцов (1959), С. А. Стрелков (1962, 1965), Г. Д. Рихтер (Западная..., 1963), С. С. Поляков (1971), В. Т. Трофимов (1977), В. И. Орлов (1978) и др. Полученные карты нередко отличались высокой дробностью (до 96 районов) (Трофимов, 1977). Значительное внимание уделялось структурно-тектоническим факторам и характеру новейших тектонических движений (Зятькова, Кузнецова, 1970; Зятькова, 1979 и др.), что обусловлено нефтегазопроисводственной ориентированностью работ. К данному периоду можно отнести также составление мелкомасштабных карт СССР (Ганешин, Эпштейн, 1958; Геоморфологическая..., 1959; Геоморфологическая..., 1960а; Геоморфологическая..., 1960б; Геоморфологическая..., 1966), Западной Сибири (Геоморфологическая..., 1969; Геоморфология..., 1972), а также Атласа Тюменской области (1971).

3. Аналитический (конец 1980-х гг.). Можно отметить обобщение, выполненное коллективом авторов (Морфоструктура..., 1986) и критический анализ созданных на предыдущем этапе карт геоморфологического районирования, который дается В. А. Николаевым в сводной монографии “Рельеф

Западно-Сибирской равнины” (1988). В качестве вывода он констатирует отсутствие единого представления о генезисе рельефа, слабую изученность территории и предлагает редуцированную до 7 районов схему ГР.

4. Цифровой (с начала 2000-х гг. по настоящее время). Появление цифровых моделей рельефа (ЦМР)¹ и программных средств их обработки создало возможность учета морфометрических показателей, во многом отражающих преобладающий характер рельефообразующих процессов. В частности, на основе алгоритма не обучаемой классификации k-means было выполнено типологическое ГР ЗСР по 9 и 14 показателям (Бронгулеев и др., 2006). Основные преимущества применения различных автоматизированных методов анализа ЦМР (кластеризации, классификации с обучением, спектрального анализа, гармонического анализа (Харченко 2017, 2022; Бредихин, 2020)) – повышение объективности выделения участков с различными генетическими типами рельефа и повышение скорости картографирования (Харченко, 2020).

Несмотря на большое разнообразие существующих карт и схем ГР ЗСР, имеется ряд объективных особенностей, которые затрудняют их практическое использование:

– актуальность – большая часть карт ГР ЗСР выполнена в 1970-х гг., однако с начала 2000-х гг. в ходе работ по обновлению государственных геологических карт масштаба 1:1000000, а также в рамках исследований различных научных коллективов получены новые полевые данные, которые позволили в значительной мере уточнить имеющиеся представления о генезисе рельефа для многих районов ЗСР (особенно для северной части);

– точность границ – изученные карты ГР ЗСР зачастую выполнены в мелком масштабе, при этом границы районов показаны весьма условно. Это связано, по всей видимости, с низкой детальностью исходного картографического материала. В настоящее время детализация и качество географической привязки существующих ЦМР позволяют фиксировать объективные границы участков с различными типами рельефа с максимальной точностью (ограниченной только задачами и региональным охватом исследования);

– доступность – все имеющиеся карты ГР ЗСР представлены в виде растровых изображений, которые не предполагают их использование в геоинформационной среде (ГИС) без дополнительной подготовки (привязка, конвертация и др.). Можно

¹ В данной работе под понятием ЦМР подразумевается совокупность цифровых моделей рельефа и цифровых моделей поверхности (с учетом растительности и зданий).

отметить попытку преобразования коллективной монографии “Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей” (1980) в вид веб-картографического приложения (<http://carto.geogr.msu.ru/relief/#>). При этом наиболее удобным является векторное представление границ ГР с включением соответствующей атрибутивной информации.

Указанные особенности определяют цель и задачи данной работы — провести геоморфологическое районирование ЗСР на основе детальной ЦМР AW3D30, представлений предшественников и современных сведений о генезисе четвертичных образований.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу положена орографическая схема М. Е. Городецкой и Е. М. Николаевской (1969)¹, которая неоднократно использовалась в коллективных монографиях (Городецкая, Мещеряков, 1970; Мещеряков, 1972, Городецкая, Лазуков, 1975; Морфоструктура..., 1986 и др.), а также при составлении атласов (Атлас..., 1971; Национальный..., 2007). Для уточнения привлекались схемы, предложенные В. А. Николаевым (1962, 1970), Г. Д. Рихтером (Западная..., 1963), В. Т. Трофимовым (1977) и С. С. Воскресенским (Геоморфологическое..., 1980), а также геологические карты масштаба 1:1000000 (<http://webmapget.vsegei.ru/>).

В качестве базового источника высотной информации выбрана ЦМР ALOS World 3D-30m (AW3D30, версия 3.2), приведение к балтийской системе высот не проводилось. Модель AW3D30 по сравнению с аналогами содержит меньшее количество ошибок и пропусков при сохранении высокой детальности. Она представляет собой округленную до 1 угловой секунды (~30 м) версию ЦМР World 3D Topographic Data с исходным разрешением 5 м (Tadono et al., 2016), которая создавалась Японским космическим агентством (JAXA)².

При определении пространственного положения границ использовался принцип, предложенный В. А. Дементьевым (1940), согласно которому геоморфологический район “охватывает участки поверхности, отличающиеся характерным или

единообразным построением форм рельефа, обусловленным сходным геоморфологическим развитием частных форм поверхности и литологических комплексов поверхностных отложений” (1940, с. 306). Данный подход совпадает с определением геоморфологического района К. К. Маркова (“сравнительно большие площади с определенным преобладающим типом рельефа и его генезиса” (1932, с. 193)) и в целом поддерживается А. А. Земцовым (1974) и Г. С. Ганешиным (1976).

При картографировании использовалась комбинированная методика — способ отрисовки определялся типом границы:

— для выраженных в рельефе границ (суши и воды, равнинной и горной территории, уступы аллювиальных или озерных террас, участки с различной степенью горизонтальной расчлененности и перепадом относительных высот) использовался метод объектно-ориентированного дешифрирования OBIA (Blaschke, 2010) на основе сегментации исходной ЦМР алгоритмом Large Scale Mean Shift (Comaniciu, 2002) в программном обеспечении Orfeo Toolbox (версия 8.1);

— в случае постепенных переходов от одного типа рельефа к другому использовался метод экспертного дешифрирования на основе визуальной интерпретации цветотеневой модели исходной ЦМР с подстройкой гистограммы под видимый экстенд³;

— для подтверждения границ при мелкомасштабной дифференциации использовался метод кластеризации k-means (алгоритм Hill-Climbing) (Rubin, 1967) исходной ЦМР в программном обеспечении SAGA GIS (версия 8.0).

Дополнительно проводилось определение средних морфометрических показателей (высота, угол наклона, общая кривизна, густота расчленения, степень заозеренности) методом зональной статистики в программном обеспечении ArcGIS (версия 10.8) и DEM Surface Tools (версия 2.1.399). При расчете углов наклона использовался метод Хорна (Horn, 1981), общей кривизны — метод Уилсона-Галланта (Wilson, Gallant, 2000), густота расчленения рассчитывалась для пороговой площади водосбора 10 км², заозеренность оценивалась по данным Global Surface Water Explorer (Pekel et al., 2016), согласно методике, описанной в (Сизов, 2018).

Таким образом, работа включала выполнение следующих последовательных шагов:

- 1) подготовка, привязка и оцифровка существующих схем ГР ЗСР;
- 2) подготовка (сшивка), генерализация и фильтрация исходной ЦМР AW3D30;

³ Отрисовка выполнялась в программном обеспечении ArcGIS (версия 10.8) преимущественно при масштабах 1:400000—1:800000.

¹ Орографическая схема была утверждена Академией наук СССР и Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР.

² На основе стереосъемки 2007–2011 гг. PRISM (Panchromatic Remotesensing Instrument for Stereo Mapping) — целевой аппаратуры с разрешением 2.5 м, установленной на спутник ALOS (Advanced Land Observing Satellite (ALOS) (Takaku et al., 2014). Доступ к ЦМР AW3D30 открыт для всех категорий пользователей без ограничений на соответствующем портале (<https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/data/index.htm>).

Таблица 1. Порядок действий при дешифрировании границ геоморфологических районов
Table 1. Workflow for delineating the boundaries of geomorphological regions by image interpretation

Действие	Примечание
Первичная сегментация	Сегментация выполнялась для всей территории ЗСР
Сопоставление результатов сегментации со схемами ГР ЗСР и повторная сегментация	В процессе сопоставления итеративно подбирались параметры сегментации таким образом, чтобы в пределах каждого района было не более нескольких десятков сегментов
Редактирование результатов сегментации и экспертное дешифрирование	Решение о необходимости редактирования сегмента принималось, исходя из визуальной интерпретации степени его неоднородности и достоверности. Для переходных участков с неявными границами использовалось сразу экспертное дешифрирование
Кластеризация	Результат кластеризации использовался в качестве дополнительного информационного источника для косвенного подтверждения достоверности границ

3) дешифрирование ЦМР, включая редактирование результатов классификации на основе сопоставления с существующими схемами ГР ЗСР, дополнительную оцифровку и выделение итоговых границ геоморфологических районов (порядок действий представлен в табл. 1);

4) расчет средних значений морфометрических показателей по каждому району.

Стоит отметить, что доля границ ГР, полученных методом автоматического дешифрирования, в итоге составляет менее $\frac{1}{3}$. В большинстве

сложных случаев приоритет отдавался результатам визуальной интерпретации, которые представляются более точными и логически связанными в условиях преобладающего отсутствия явно выраженных признаков геоморфологической дифференциации территории ЗСР (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Предварительным результатом исследования является уточнение границы собственно ЗСР. Учитывались два основных признака – перегиб склона

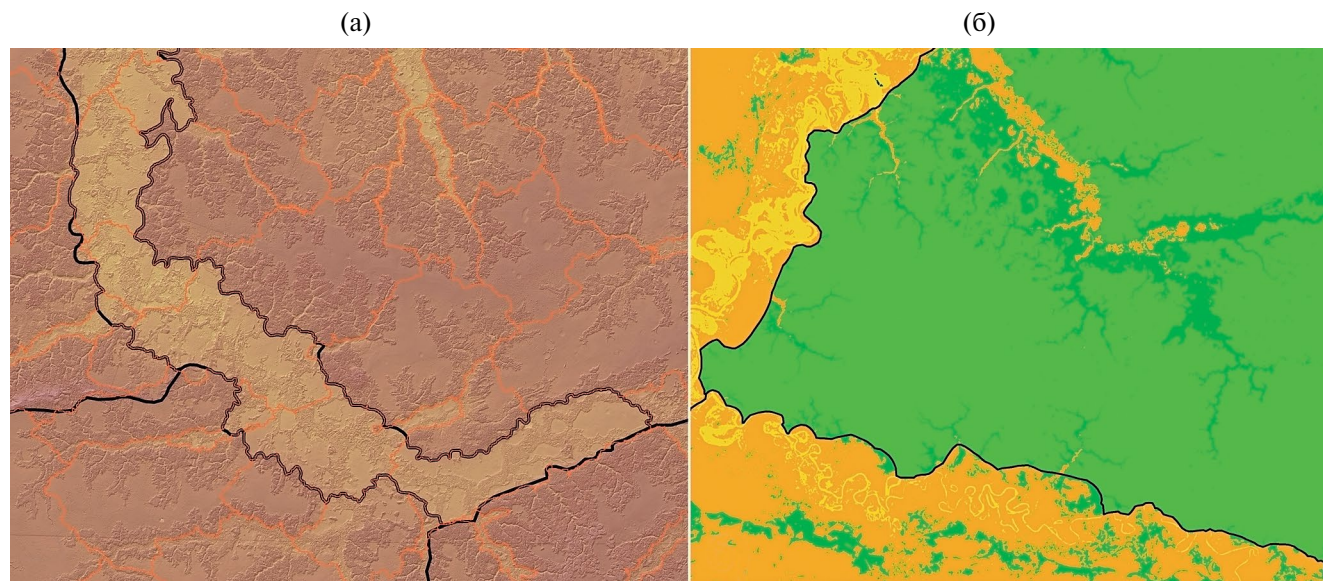


Рис. 1. Сопоставление итоговых границ геоморфологических районов (показаны черным) с результатом сегментации (сегменты показаны красным, долина р. Бол. Юган, высотная основа – ЦМР AW3D30©JAXA) – (а) и результатом кластеризации (Тобольский материк) – (б).

Fig. 1. Comparison of the final boundaries of geomorphological regions (black) with (a) the segmentation result (segments in red; Bol'shoi Yugan River valley; elevation base: AW3D30©JAXA) and (b) the clustering result (Tobolsk Upland).

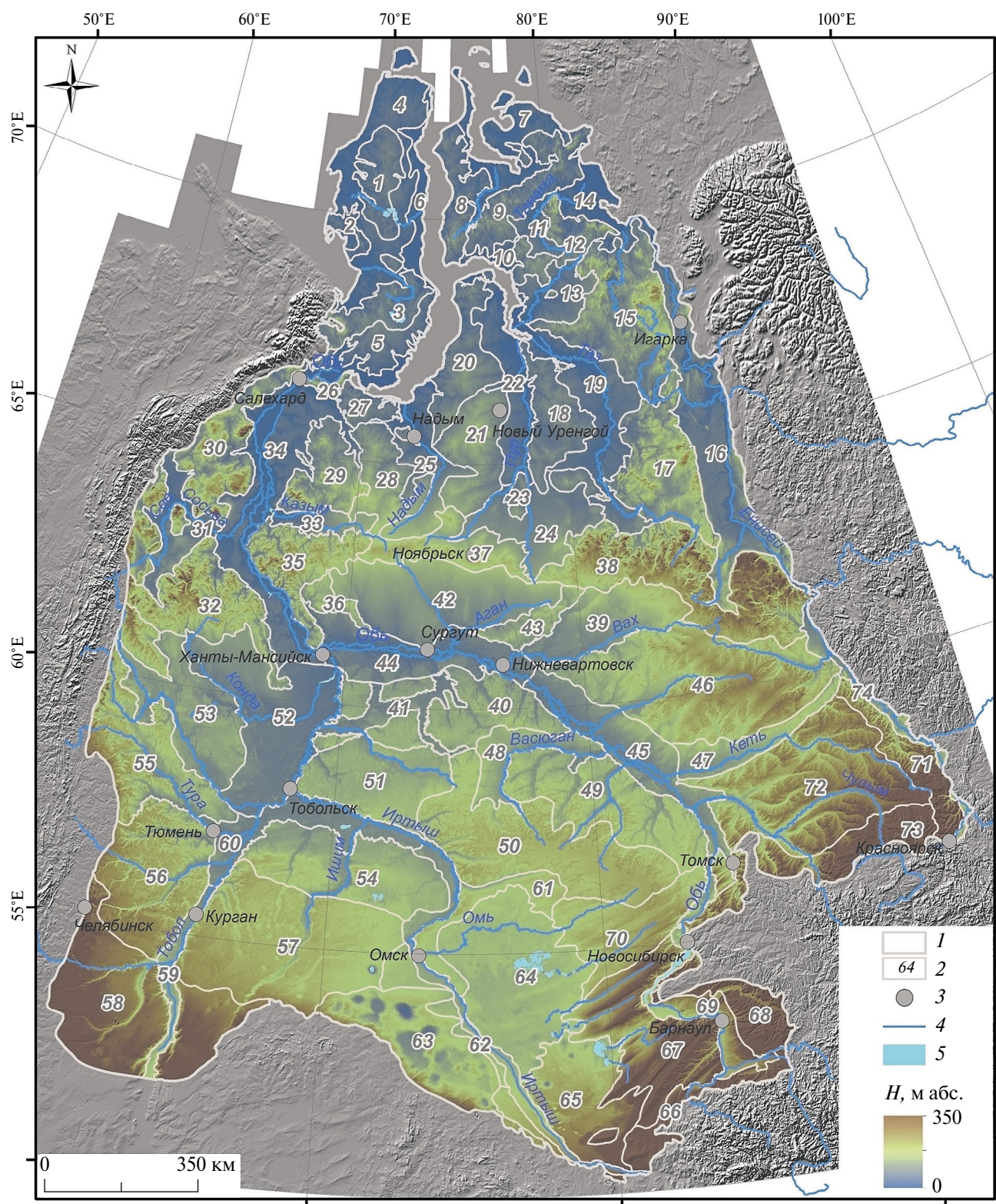


Рис. 2. Геоморфологическое районирование Западно-Сибирской равнины (номера районов – см. табл. 2) (высотная основа – ЦМР AW3D30©JAXA).

1 – граница ЗСР; 2 – границы ГР; 3 – города; 4 – реки; 5 – озера.

Fig. 2. Geomorphological zoning of the West Siberian Plain (zone numbers – see Table 2) (elevation base – DEM AW3D30©JAXA).

1 – boundary of the West Siberian Plain; 2 – boundaries of geomorphological regions; 3 – cities; 4 – rivers; 5 – lakes.

(переход от равнинных условий к горным), хорошо различимый на ЦМР AW3D30, и граница типов четвертичных отложений на картах масштаба 1:1000000. Практически по всей протяженности граница равнины выделяется достаточно однозначно (северная береговая линия, граница со Средне-сибирским плоскогорьем, граница с Уральскими горами, фас Алтайских гор). Исключение составляет южный участок (верховья рр. Тобол и Убаган), где основанием для разграничения являются линия местных водоразделов и серия протяженных дугообразных гряд, маркирующая переход от плоской водораздельной поверхности к наклонной равнине. Достаточно условный характер носит также юго-восточный сегмент границы с Салаирским кряжем, Кузнецким Алатау и Кузнецкой котловиной (плановая точность до ± 5 км). Площадь выделенной территории ЗСР составила 2.93 млн км², что согласуется со значением, приведенным ранее в (Морфоструктура..., 1986) (3.1 млн км²) (рис. 2).

Выделено 74 геоморфологических района: низменности, террасированные долины, наклонные и водораздельные равнины, возвышенности ("материки"), а также увалы (гряды) (рис. 2). Такое деление во многом наследует орографическую схему Ю. А. Мещерякова (1972), а также схему геоморфологического районирования М. Е. Городецкой и Г. И. Лазукова (1975; Национальный..., 2007) (табл. 2, рис. 3). Основными отличиями являются:

- на севере – более дробное районирование п-ова Ямал, Полуй-Надымского и Надым-Пурского возвышенных междуречий (выделены гряда Ямбута, Салехардская гряда, Верхнепурская возвышенность и др.);

- в средней части – более дробное районирование Среднего Приобья и Васюганья (выделены Аганская возвышенность (увал), Сургутская (полесье), Демьяно-Юганская и Васюганская низменности и др.);

- на юге – выделение террасированных долин Оби, Иртыша и Енисея, а также дробление Приобского плато с выделением Предалтайской наклонной равнины и Бийско-Чумышской возвышенности.

Визуальная проверка достоверности выделения границ ГР показала, что используемые для картографирования признаки практически не зависят от исходной ЦМР (при условии, что она получена путем прямых измерений). Проверка проводилась, в частности, по ЦМР ArcticDEM (для северных районов) и по ЦМР TanDEM90 (для территории всей ЗСР).

Для полученных геоморфологических районов в рамках оценки их объективной дифференциации рассчитан ряд морфометрических показателей

(средние значения высоты, стандартного отклонения высоты, уклона и кривизны поверхности, густоты расчленения и заозеренности), а также общая площадь. Результаты расчетов морфометрических показателей (табл. 3) позволяют выделить некоторые особенности итогового районирования ЗСР:

1. Средняя площадь геоморфологических районов составила 39.6 тыс. км², наиболее крупные – Кетско-Тымская и Тоболо-Иртышская наклонные равнины (113 и 112.9 тыс. км²), самые мелкие – Салехардская гряда и Верхнепурская возвышенность (2.8 и 3.7 тыс. км²). Размер района увеличивается с севера на юг, при этом уменьшается извилистость границ.

2. Средняя высота районов составила 88.1 м при среднеквадратичном отклонении 54.7 м. Максимальными высотами характеризуются Предалтайская наклонная равнина и Бийско-Чумышская возвышенность на юге ЗСР (254.5 и 244 м соответственно). Минимальные высоты характерны для северных низменностей – Усть-Обской, Нижне-Енисейской и Северо-Гыданской (6.9, 11.1 и 12.8 м). Можно отметить, что коэффициент вариации отметок высот по районам (как отношение среднеквадратичного отклонения средней высоты района к значению его средней высоты) уменьшается практически линейно с севера на юг (в среднем от 0.8 до 0.1).

3. Средний угол наклона для рассматриваемых районов составил 2.2° при стандартном отклонении 0.7°. Максимальным значением в 4.2° характеризуется Енисейская наклонная равнина, минимальным – в 1.1° – Верхнепурская возвышенность. Общая кривизна колеблется в широких пределах – от 39–40 рад./км² (возвышенность Белогорский материк, Енисейская наклонная равнина), до 2–3 рад./км² (Северо-Казахская наклонная равнина, Верхнепурская возвышенность), составляя в среднем 14.8 рад./км² (стандартное отклонение – 8.1 рад./км²). Можно отметить, что наблюдается тенденция плавного увеличения углов наклона с севера на юг (по мере роста абсолютных высот), степень кривизны, в свою очередь, определяется региональными особенностями территории ЗСР.

4. По показателю густоты горизонтального расчленения отмечается относительная однородность равнины – среднее значение составляет 26.5 км/100 км² при стандартном отклонении в 3.3 км/100 км² (значения варьируют в диапазоне от 21.1 до 38.3 км/100 км²). В то же время степень заозеренности меняется в довольно значительных пределах – от 0.09% (Предкузнецкая наклонная равнина) до 18.14% (Сургутская низменность), составляя в среднем 4.37% при стандартном

Таблица 2. Сопоставление схем геоморфологического районирования Западно-Сибирской равнины
Table 2. Comparison of schemes of geomorphological zoning of the West Siberian Plain

Номер ГР ЗСР по результатам данного исследования	Название района	Номер ГР ЗСР по (Мещеряков, 1972)	Название района	Номер ГР ЗСР по (Городецкая, Лазуков, 1975; Национальный..., 2007)	Название района
1	Северо-Ямальная возвышенность	1	Ямльская гряда	6а	Северо-Ямальский район морской пологоволнистой местами расчлененной равнины
2	Гряда Ямбуто				
3	Щучинско-Юрибейская (Южно-Ямальная) возвышенность	10	Щучинская возвышенность	1а	Щучинский район морской пологоволнистой и холмисто-грядовой возвышенной равнины
4	Ямльская низменность	2	Ямльская низменность	6в	Ямальский район морской террасированной низменной равнины
5	Южно-Ямльская наклонная равнина				
6	Усть-Обская низменность				
7	Северо-Гыданская низменность	4	Северо-Гыданская низменность	6г	Северо-Гыданский район морской террасированной низменной равнины
8	Юрибейская гряда	3	Гыданская гряда	6б	Юрибейско-Гыданский район морской расчлененной равнины
9	Гыданская гряда	5			
10	Антипаютинская низменность	6	Танамская низменность	6д	Танамский район морской низменной равнины
11	Танамская низменность				
12	Танамская возвышенность	7	Танамская возвышенность	5б	Хетский район морской и озерно-аллювиальной расчлененной возвышенной равнины
13	Мессояхская низменность	8	Мессояхская низменность		
14	Нижне-Енисейская низменность	49	Нижне-Енисейская низменность		
15	Хетская возвышенность	9	Хетская возвышенность		
16	Туруханская низменность	48	Туруханская низменность	5в	Верхнетуруханский район ледниковой холмисто-грядовой равнины (частично)
17	Среднетазовская возвышенность	19	Среднетазовская возвышенность	5а	Среднетазовский район денудационно-аккумулятивной расчлененной возвышенной равнины
18	Пур-Тазовская возвышенность	17	Таз-Пурская возвышенность	7в	Таз-Пурский район морской пологоволнистой равнины
19	Тазовская низменность	18	Тазовская низменность	7д	Тазовский район аллювиальной террасированной низменной равнины
20	Северо-Тазовская возвышенность	15	Ненецкая возвышенность	7г	Северо-Тазовский район морской низменной равнины
21	Надым-Пурская возвышенность			7б	Ненецкий район морской пологоволнистой равнины
22	Пурская низменность	16	Пурская низменность	7е	Пурский район аллювиальной террасированной низменной равнины
23	Верхнепурская возвышенность	23	Пякутур-Толькинская низменность		
24	Пякутур-Толькинская низменность	14	Надымская низменность	7ж	Надымский район аллювиальной террасированной низменной равнины
25	Надымская низменность				

Номер ГР ЗСР по результатам данного исследования	Название района	Номер ГР ЗСР по (Мещеряков, 1972)	Название района	Номер ГР ЗСР по (Городецкая, Лазуков, 1975; Национальный..., 2007)	Название района
26	Салхардская гряда			—	—
27	Нижне-Надымская возвышенность	13	Полуйская возвышенность	7а	Полуйский район морской сильноэрозированной возвышенной равнины
28	Полуй-Надымская возвышенность				
29	Полуйская возвышенность				
30	Северо-Сосьвинская возвышенность	11	Северо-Сосьвинская возвышенность	1б	Северо-Сосьвинский район ледниково-морской пологоволнистой возвышенной равнины
31	Северо-Сосьвинская низменность				
32	Возвышенность Люлим-Вор	20	Возвышенность Люлим-Вор	1в	Кондо-Сосьвинский район ледниковой пологоволнистой расчлененной возвышенной равнины
33	Казымская низменность			—	—
34	Нижнеобская низменность	12	Нижнеобская низменность	7з	Нижнеобский район аллювиальной террасированной низменной равнины
35	Возвышенность Белогорский Материк	21	Возвышенность Белогорский материк	8в	Белогорский район ледниковой пологоволнистой сильноэрозированной возвышенной равнины
36	Назым-Ляминская возвышенность (увал)			8г	Назым-Ляминский район задровой расчлененной равнины
37	Возвышенность (увал) Нумто	22	Увал Нумто	8е	Нумтовский район озерно-аллювиальной слабоэрозированной равнины
38	Верхнегазовская возвышенность	24	Верхнегазовская возвышенность	4г	Верхнегазовский район денудационно-аккумулятивной, местами ледниково-аккумулятивной сильно расчлененной возвышенной равнины
39	Вахская низменность			8ж	Обь-Вахский район озерно-аллювиальной низменной равнины
40	Среднеобская наклонная равнина			8з	Обь-Иртышский район озерно-аллювиальной низменной равнины
41	Демьяно-Юганская низменность	28	Среднеобская низменность		
42	Сургутская низменность (попесье)				
43	Аганская возвышенность (увал)				
44	Среднеобская низменность			8к	Среднеобская аллювиальная террасированная низменность
45	Обь-Тымская низменность	29	Обь-Тымская низменность		
46	Кетско-Тымская наклонная равнина	30	Кетско-Тымская наклонная равнина	4в	Кетско-Тымский район денудационно-аккумулятивной наклонной равнины с участками эрозийного расчленения и задровыми ложбинами
47	Кетская низменность				
48	Васюганская низменность				
49	Васюганская наклонная равнина	39	Васюганская наклонная равнина	8б	Васюганский район денудационно-аккумулятивной слабоэрозированной равнины
50	Верхневасюганское водораздельное плато				
51	Среднеиртышская наклонная равнина (Тобольский материк)	38	Возвышенность Тобольский материк	8а	Денудационно-аккумулятивная слабоэрозированная возвышенность Тобольский материк
52	Кондинская низменность	27	Кондинская низменность	8м	Кондинская аллювиальная террасированная низменная равнина

Таблица 2. Окончание
Table 2. End

53	Тавлинско-Кондинская наклонная равнина	26	Тавлинско-Кондинская наклонная равнина	8д	Верхнекондинский район зандровой плоской равнины
54	Нижнеишимская наклонная равнина	–	–	8и	Иртыш-Кондинский район озерно-аллювиальной слаборасчлененной равнины
55	Туринская наклонная равнина	25	Туринская наклонная равнина	2а	Туринский район наклонной расчлененной равнины
56	Предтургайская наклонная равнина	35	Предтургайская наклонная равнина	2б	Предтургайский район наклонной, местами расчлененной равнины
57	Тоболо-Иртышская наклонная равнина	36	Ишимская наклонная равнина	2в	Ишимский район наклонной равнины
58	Северо-Тургайская наклонная равнина	34	Северо-Тургайская наклонная равнина	1-1	Северо-Тургайская область
59	Убаганская долина				
60	Среднеиртышская низменность	37	Среднеиртышская низменность	8л	Среднеиртышская аллювиальная террасированная низменность
61	Северо-Барабинская наклонная равнина	40	Северо-Барабинская наклонная равнина	–	–
62	Верхнеиртышская долина	–	–	2г	Прииртышский район аллювиальной равнины
63	Северо-Казахская наклонная равнина	44	Северо-Казахская наклонная равнина	–	за пределами карты
64	Барабинская низменность	45	Барабинская низменность	3г	Барабинский район озерно-аллювиальной пологоволнистой низменной равнины
65	Кулундинская наклонная равнина	46	Кулундинская наклонная равнина	3б	Кулундинский район аллювиальной террасированной равнины
66	Предалтайская наклонная равнина				
67	Приобское плато		Приобское плато	3а	Приобский район грядово-увалистого расчлененного плато
68	Бийско-Чумышская возвышенность	47			
69	Верхнеобская долина			3д	Приобский район аллювиальной террасированной низменной равнины
70	Восточно-Барабинская наклонная равнина	41	Барабинско-Пихтовская наклонная равнина	3в	Восточно-Барабинский район озерно-аллювиальной наклонной равнины
71	Енисейская наклонная равнина	31	Енисейская наклонная равнина	–	–
72	Чулымская наклонная равнина	32	Чулымская наклонная равнина	4б	Чулымский район денудационно-аккумулятивной наклонной равнины
73	Предкузнецкая наклонная равнина	33	Приарчинская наклонная равнина	4а	Приаргинско-Енисейский район денудационной наклонной равнины
74	Верхнеенисейская долина	–	–	II-1	Террасированная долина Енисея – пограничная провинция между Западно-Сибирской и Среднесибирской странами

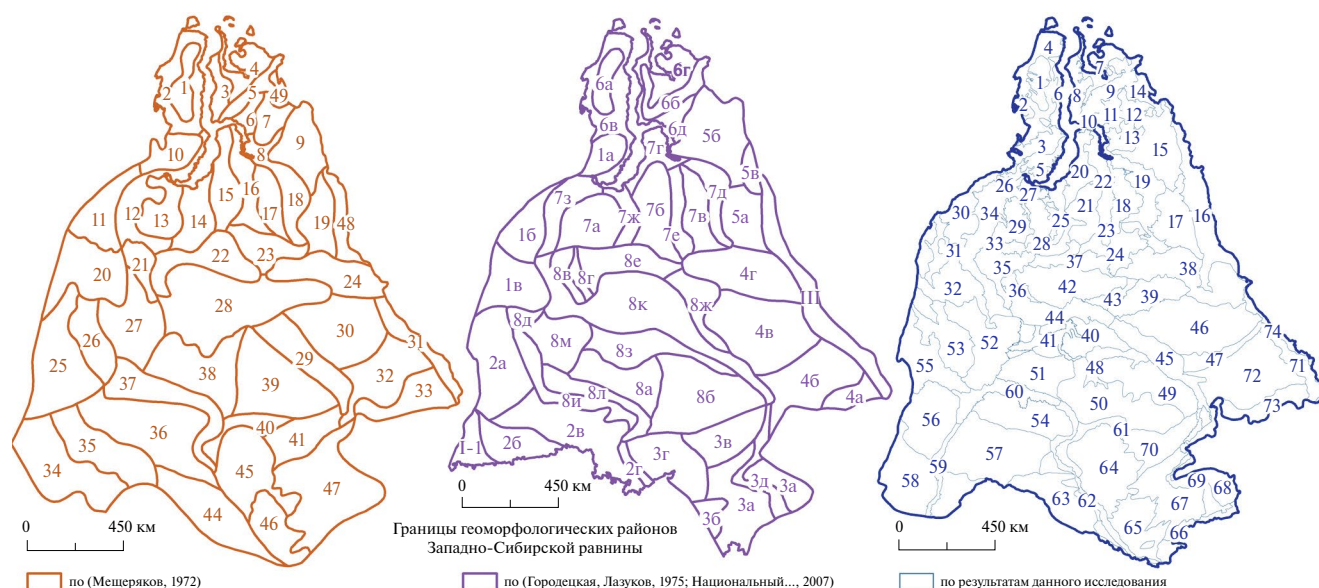


Рис. 3. Сопоставление схем геоморфологического районирования Западно-Сибирской равнины (номера районов — см. табл. 2).

Fig. 3. Comparison of schemes of geomorphological zoning of West Siberian Plain (numbers of zones — see Table 2).

отклонении 4.55%. Заметно, что заозеренность к северу от Сибирских увалов в несколько раз выше аналогичного показателя южной части, где большинство значений не превышает 1%.

Важно отметить, что приводимые значения имеют определенную погрешность из-за влияния растительного покрова и доли участков с ошибками автоматической обработки стереопар. Тем не менее относительные перепады высот в пределах рассматриваемой территории передаются корректно, что подтверждается результатами проведенного ранее тестирования в пределах небольшого участка в долине р. Надым (сравнение высотного профиля, построенного по ЦМР и топографической карте масштаба 1:25000) (Sizov, 2021).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Существующие схемы ГР ЗСР значительно отличаются по степени детальности. Наиболее дробная схема ГР, включающая 96 районов, предложена В. Т. Трофимовым (1977), в то же время В. А. Николаев сократил их число до 7 (1970, 1988). Для синтеза различных подходов использован таксономический (иерархический) принцип, когда наиболее дробные районы объединяются в определенные категории более высокого уровня (страны, провинции, области) (Спиридонов, 1974). Большинство схем по детальности фактически ограничены размерами печатных носителей. На подобных схемах, как правило, выделяются несколько десятков районов, что обеспечивает их хорошую различимость

при средних и мелких масштабах отображения. С другой стороны, существуют объективные ориентиры для выбора размера района. В частности, нередко на схемах совпадают размеры возвышенностей (Белогорский материк, Васюганское водораздельное плато, Верхнетазовская возвышенность) и низменностей (долины крупных рек), которые имеют явный переход к соседним участкам. Для выровненных участков на юге ЗСР очевидными разделителями являются крупные реки (Тура, Ишим, Тобол, Кеть и т.п.). Таким образом, по совокупности объективных и субъективных условий в пределах ЗСР едва ли имеются существенные основания для выделения более 100 различных геоморфологических районов.

Важен вопрос формализации “единообразия построения форм рельефа” (по Дементьеву, 1940), который тесно связан с единообразием используемых исходных данных для районирования. Можно отметить, что, за редкими исключениями (Зяткова, Елепов, 2007), при описании схем ГР практически не уделяется внимания источникам информации. Вполне вероятно, что авторами могли использоваться материалы с различной степенью детальности и актуальности: топографические карты, аэрофотоснимки, обзорные телевизионные снимки из космоса, геологические карты и др. Следствием этого является невозможность оценить степень единообразия в работах предшественников. В то же время многообразие существующих морфометрических показателей, которые могут

Таблица 3. Морфометрические показатели геоморфологических районов ЗСР
Table 3. Morphometric indicators of geomorphological regions of the West Siberian Plain

№	Название района	Площадь, тыс. км ²	Средняя высота, м	Среднеквадратическое отклонение средней высоты, м	Средний угол наклона, град.	Средняя кривизна, рад./ км ²	Средняя густота расчленения, км/100 км ²	Заозеренность, %
1	Северо-Ямальная возвышенность	18.3	37.6	13.6	1.9	15	23.7	7.1
2	Гряда Ямбуго	4.5	27.1	13.4	2.4	22	21.1	9.2
3	Шучинско-Юрибейская (Южно-Ямаль- ская) возвышенность	21.0	45.8	17.9	2.2	16	23.1	15.0
4	Ямальная низменность	50.2	18.7	12.1	1.7	10	27.4	11.6
5	Южно-Ямальная наклонная равнина	14.7	36.2	13.4	1.7	8	23.9	12.5
6	Усть-Обская низменность	21.3	6.9	6.1	1.6	9	27.8	16.1
7	Северо-Гыданская низменность	27.9	12.8	9.9	1.7	13	25.6	12.9
8	Юрибейская гряда	19.0	36.7	17.5	2.5	23	22.2	4.4
9	Гыданская гряда	29.4	43.5	18.9	2.9	31	23.0	7.4
10	Антипаютинская низменность	4.3	16.4	12.7	1.6	11	29.6	10.0
11	Танамская низменность	7.7	34.4	13.7	1.9	9	30.3	9.9
12	Танамская возвышенность	17.9	56.8	22.0	2.2	17	23.3	3.7
13	Мессояхская низменность	17.0	38.7	15.5	1.3	6	28.0	8.2
14	Нижне-Енисейская низменность	17.4	11.1	12.3	1.4	8	27.3	8.1
15	Хетская возвышенность	61.1	73.0	28.1	1.8	12	24.6	6.6
16	Туруханская низменность	66.6	50.2	25.0	2.4	18	27.9	2.9
17	Среднетазовская возвышенность	47.6	88.5	27.1	2.3	15	24.8	0.8
18	Пур-Тазовская возвышенность	32.2	49.9	11.7	1.5	7	23.1	3.7
19	Тазовская низменность	47.4	28.9	15.0	1.5	6	27.6	8.3
20	Северо-Тазовская возвышенность	27.8	47.9	16.5	1.9	14	24.1	3.3
21	Надым-Пурская возвышенность	31.6	73.7	16.1	1.3	4	24.6	6.8
22	Пурская низменность	29.3	23.9	13.7	1.5	6	28.8	11.5
23	Верхнепурская возвышенность	3.7	61.6	11.1	1.1	3	22.0	6.2

№	Название района	Площадь, тыс. км ²	Средняя высота, м	Среднеквадратическое отклонение средней высоты, м	Средний угол наклона, град.	Средняя кривизна, рад./ км ²	Средняя густота расчленения, км/100 км ²	Заозеренность, %
24	Пякупор-Толькинская низменность	34.1	62.7	15.1	1.2	4	31.1	14.8
25	Надымская низменность	28.2	49.3	32.1	1.5	7	32.4	10.3
26	Салехардская гряда	2.8	66.9	29.6	2.3	22	21.1	0.9
27	Нижне-Надымская возвышенность	8.8	44.5	14.7	1.8	12	23.1	2.4
28	Полуй-Надымская возвышенность	26.5	80.3	21.2	1.4	7	24.0	6.3
29	Полуйская возвышенность	26.0	79.2	25.5	2.0	15	23.9	1.0
30	Северо-Сосьвинская возвышенность	53.9	100.4	40.6	2.0	13	23.5	0.9
31	Северо-Сосьвинская низменность	19.4	46.5	16.2	2.0	10	32.7	1.0
32	Возвышенность Люлим-Вор	46.6	116.0	32.0	2.7	21	23.5	0.1
33	Казымская низменность	10.0	63.2	23.8	1.7	9	30.5	7.6
34	Нижнеобская низменность	67.8	27.0	14.5	1.9	12	29.0	9.1
35	Возвышенность Белогорский материк	32.7	109.5	30.7	3.2	39	23.7	0.6
36	Назым-Ляминская возвышенность (увал)	7.6	94.9	16.9	2.1	16	23.2	1.5
37	Возвышенность (увал) Нумто	26.8	113.1	17.2	1.4	7	25.8	6.0
38	Верхнегазовская возвышенность	84.5	146.7	34.1	2.6	23	24.3	0.4
39	Вахская низменность	38.5	89.5	25.5	1.7	9	28.7	5.9
40	Среднеобская наклонная равнина	54.4	90.2	14.5	3.2	26	23.9	0.2
41	Демьяно-Юганская низменность	17.2	63.0	10.6	2.4	15	32.4	2.2
42	Сургутская низменность (полесье)	66.7	80.9	17.0	1.3	6	31.4	18.1
43	Аганская возвышенность (увал)	12.3	90.3	13.7	2.6	22	24.1	0.4
44	Среднеобская низменность	45.7	46.8	13.7	2.3	17	28.4	3.1
45	Обь-Тымская низменность	46.1	68.8	16.9	2.7	19	29.7	3.0
46	Кетско-Тымская наклонная равнина	113.0	128.0	25.9	2.9	22	26.7	0.7
47	Кетская низменность	20.6	100.1	17.3	2.8	19	31.3	1.1
48	Васюганская низменность	21.3	89.9	15.4	2.4	14	29.0	1.5

Таблица 3. Окончание
Table 3. End

49	Васюганская наклонная равнина	64.1	108.1	16.9	3.5	21	25.7	0.2
50	Верхневасюганское водораздельное плато	91.7	129.3	14.1	2.8	14	25.0	0.2
51	Среднеиртышская наклонная равнина (Тобольский материк)	48.7	95.9	12.0	2.5	14	25.8	0.6
52	Кондинская низменность	75.0	53.5	13.8	1.8	10	27.8	6.8
53	Тавдинско-Кондинская наклонная равнина	49.2	80.3	12.9	2.4	14	26.7	1.2
54	Нижнеиртышская наклонная равнина	61.7	100.3	17.3	3.2	20	26.8	1.2
55	Туринская наклонная равнина	64.8	117.2	29.5	3.4	23	24.7	0.2
56	Предтургайская наклонная равнина	67.2	137.6	29.8	3.3	25	24.1	1.8
57	Тоболо-Иртышская наклонная равнина	112.9	133.7	17.1	2.5	13	26.5	2.7
58	Северо-Тургайская наклонная равнина	99.5	197.0	30.7	1.8	6	25.4	1.4
59	Убаганская долина	11.5	92.8	17.3	1.6	5	38.3	4.1
60	Среднеиртышская низменность	32.3	60.5	9.4	2.6	16	28.6	3.0
61	Северо-Барабинская наклонная равнина	28.6	115.6	11.6	2.8	17	27.1	0.1
62	Верхнеиртышская долина	25.8	101.2	33.6	2.0	10	31.8	0.8
63	Северо-Казахская наклонная равнина	58.6	115.0	29.7	1.4	2	24.2	2.7
64	Барабинская низменность	93.6	106.6	6.9	2.4	11	28.8	3.7
65	Кулундинская наклонная равнина	56.2	155.3	38.0	1.7	4	28.2	2.7
66	Предалтайская наклонная равнина	20.5	254.5	52.8	1.8	8	25.5	0.2
67	Приобское плато	69.0	196.0	40.3	2.4	14	25.5	1.0
68	Бийско-Чумышская возвышенность	20.2	244.0	43.7	3.7	33	24.4	0.1
69	Верхнеобская долина	25.0	143.1	36.6	3.4	21	32.2	0.7
70	Восточно-Барабинская наклонная равнина	47.2	136.9	14.3	3.1	17	27.4	0.9
71	Енисейская наклонная равнина	32.1	190.2	51.2	4.2	40	23.0	0.1
72	Чулымская наклонная равнина	101.0	160.2	33.1	3.1	17	25.2	0.1
73	Предкузнецкая наклонная равнина	30.9	236.0	65.5	3.7	28	24.2	0.1
74	Верхнеенисейская долина	12.5	89.1	32.6	2.9	25	30.3	1.0

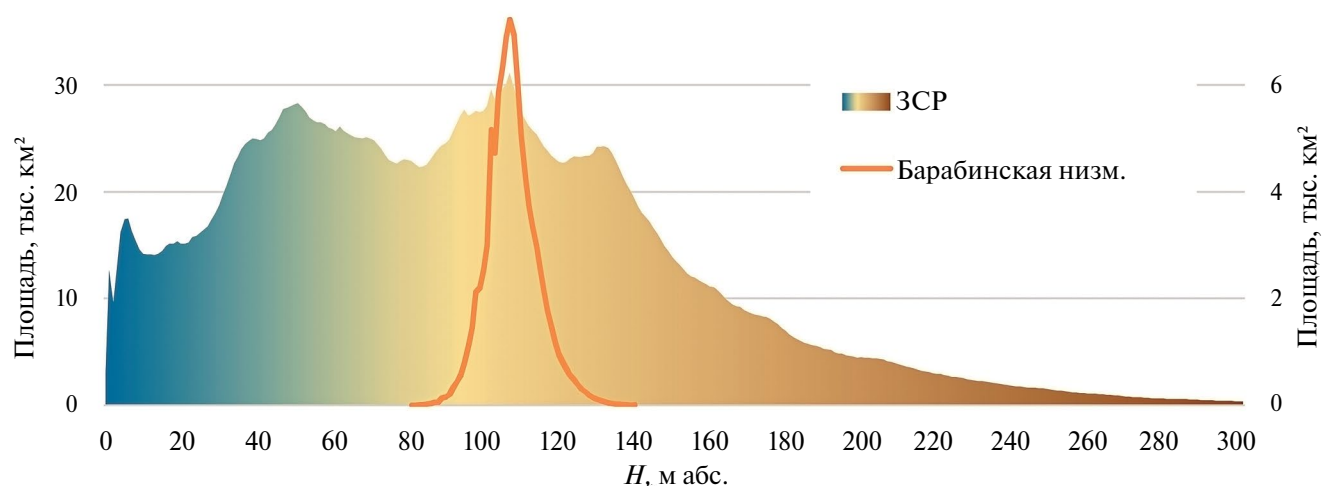


Рис. 4. Гистограмма распределения высот Западно-Сибирской равнины и Барабинской низменности.

Fig. 4. Histogram of the height distribution of the West Siberian Plain and the Baraba Lowland.

быть рассчитаны на основе ЦМР, не позволяет достоверно и объективно решить вопрос с выделением гомогенных в геоморфологическом отношении участков по трем основным причинам — конвергенция и полиморфизм форм рельефа (Харченко, 2020), а также отсутствие корректных ЦМР (без пропусков, ошибок и растительности) для всей территории ЗСР. Рациональным представляется комбинирование методов визуального и автоматического дешифрирования при условии использования исходной ЦМР, полученной объективными методами на основе прямых измерений высоты поверхности (стереосъемка, лидарная съемка и т.п.).

Оценивая полученные результаты ГР, стоит подробнее остановиться на основаниях выделения дополнительных по отношению к базовой схеме орографического районирования ЗСР (Городецкая, Николаевская, 1969; Городецкая, Мещеряков, 1970; Мещеряков, 1972) районов. Практически во всех случаях при детализации использовались объективные признаки (тип и характер рельефа) с опорой на литературные источники. Так, например, Салехардская гряда (в виде Салехардских Увалов и Обско-Ярудейского района возвышенных пологоувалистых и холмисто-увалистых равнин) отмечена на схемах Г.Д. Рихтера (Западная..., 1963) и В.Т. Трофимова (1977) соответственно; Нижнеишимская наклонная равнина (в виде Вагайской и Рыбинско-Каргалинской аллювиальных равнин) — на схеме В.А. Николаева (1962, 1970), Бийско-Чумышская возвышенность — на схемах Г.В. Занина (1958) и (в виде Предсалаирского района возвышенных сильно расчлененных пологоувалистых и холмисто-увалистых равнин) В.Т. Трофимова (1977). Исключением являются

гряда Ямбута и Верхнепурская возвышенность — выделяемые впервые относительно небольшие, но геоморфологически обособленные районы с явными границами.

Косвенным признаком генетической близости рельефа геоморфологических районов является гистограмма высот, имеющая в отдельных случаях (для выровненных территорий) распределение, близкое к нормальному (по Гауссу) (например, Барабинская низменность, рис. 4). В совокупности гистограммы районов формируют общую гистограмму высот ЗСР, при этом отдельные пики идентифицируются с участками, имеющим сходные значения высоты. Наиболее близким аналогом, встречающимся в литературе применительно к ЗСР, является понятие “геоморфологический уровень” (Герман, 1963; Кузин, 1963 и др.). Фактически в пределах ЗСР можно выделить всего четыре подобных пика/уровня (в системе высот ЦМР AW3D30), которые в наибольшей степени коррелируют со следующими участками:

7 м — лайды вдоль северного побережья (в частности, Северо-Гыданская низменность);

51 м — поверхность выравнивания на юге Кондинской низменности;

109 м — поверхность выравнивания Барабинской низменности;

132 м — Тоболо-Иртышская наклонная равнина.

В целом по морфометрическим особенностям ГР территорию ЗСР можно разделить на 2 части (провинции) — северную и южную, в отличие от подхода, предлагаемого в (Национальный..., 2007), где показаны внешняя и внутренняя провинции. Северная — к северу от широтного участка Оби — представляет собой обособленные возвышенности

с увалами и грядами, разделенные широкими речными долинами. Здесь высока доля неоднородности территории (соответственно площади районов меньше), при этом углы наклона минимальны, что приводит к значительной степени заозеренности. Возможной причиной неоднородности северной части ЗСР может являться рельефообразующее воздействие покровных оледенений (Рельеф..., 1988). Южная часть характеризуется большей гомогенностью — на обширных территориях наблюдаются поверхности выравнивания без каких-либо явно выраженных форм рельефа (Барабинская низменность, Васюганское плато). Исключением являются самые южные районы, где возрастает роль эолового фактора (в частности, линейные гряды и ложбины Приобского плато) (Орлов, 1959; Малолетко, 1976).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного дешифрирования ЦМР AW3D30 выделено 74 геоморфологических района. В ходе работ использовалось сочетание методов экспертного и автоматического дешифрирования. Полученные границы геоморфологических районов основаны на объективных признаках (перегибы склонов, уступы террас, участки водоразделов) и могут быть воспроизведены и верифицированы по любой детальной ЦМР, созданной путем прямых измерений высоты поверхности. Расчет средних морфометрических показателей по районам позволил выявить устойчивый тренд по увеличению с севера на юг углов наклона на фоне снижения коэффициента вариации высот и степени заозеренности. Степень кривизны определяется региональными особенностями. Различия морфометрических параметров позволяют разделить территорию ЗСР на 2 части (провинции). Северная (севернее широтного участка Оби) представляет собой обособленные возвышенности с увалами и грядами, разделенные широкими речными долинами. Южная часть характеризуется большей гомогенностью: здесь преобладают плоские или слабо наклонные равнины. Вероятной причиной подобной дифференциации является длительное преобладание различных рельефообразующих процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас Тюменской области: в 2 т. Т. 1. Ред. Е.А. Огороднов (1971). М. — Тюмень: ГУГК. 181 с.
Бредихин А.В., Еременко Е.А., Харченко С.В. и др. (2020) Районирование Российской Арктики по типам антропогенного освоения и сопутствующей трансформации рельефа на основе кластерного анализа.

Вестник Московского университета. Серия 5. География. № 1. С. 42–56.
Бронгулеев В.В., Жидков М.П., Макаренко А.Г. (2006) Типологическое геоморфологическое районирование Западно-Сибирской равнины. *Геоморфология.* № 3. С. 6–21.
<https://doi.org/10.15356/0435-4281-2006-3-6-21>
Воскресенский С.С. (1956) Геоморфология Сибири: Курс лекций. Т. 1. Западная Сибирь. М.: Изд-во МГУ. 106 с.
Воскресенский С.С. (1959) Геоморфологическое районирование Юга Сибири. *Вопросы географии.* Сб. 46. С. 3–13.
Воскресенский С.С. (1962) Геоморфология Сибири. М.: Изд-во МГУ. 352 с.
Воскресенский С.С. (1968) Геоморфология СССР. М.: Высшая школа. 368 с.
Ганешин Г.С. (1976) Состояние и задачи геоморфологического картирования в Сибири и на Дальнем Востоке. *Проблемы прикладной геоморфологии.* М.: Наука. С. 7–34.
Ганешин Г.С., Эпштейн С.В. (1958) Схема геоморфологического строения СССР в масштабе 1:15000000. *Геологическое строение СССР. Т. I.* Л.: Гостеолтехиздат. С. 9–28.
Геоморфологическая карта Западно-Сибирской равнины масштаба 1:1500000. Гл. ред. И.П. Варламов (1969) Новосибирск: СНИИГиМС Мингео СССР. 8 л.
Геоморфологическая карта СССР масштаба 1:4000000. Ред. И.П. Герасимов, Б.А. Федорович (1960а) М.: Отд. геол.-геогр. наук АН СССР, Геоморфологическая комиссия.
Геоморфологическая карта СССР масштаба 1:5000000. Ред. И.И. Краснов (1960б) Л.: ВСЕГЕИ.
Геоморфологическая карта СССР масштаба 1:7500000. Ред. Г.С. Ганешин (1966) Л.: ВСЕГЕИ.
Геоморфологическая карта центральной части севера СССР масштаба 1:2500000. Ред. С.А. Стрелков (1959) Л.: НИИГА.
Геоморфологическое районирование СССР (1947) М.: Л.: Изд-во АН СССР. 172 с.
Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей (1980) М.: Высшая школа. 343 с.
Геоморфология Западно-Сибирской равнины (объяснит. записка к Геоморфологической карте Западно-Сибирской равнины масштаба 1:1500000) (1972) Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во. 109 с.
Герасимов И.П. (1940) Основные вопросы геоморфологии и палеогеографии Западно-Сибирской низменности. *Известия АН СССР. Серия географическая и геофизическая.* № 5. С. 785–800.
Герман Е.В., Кисляков В.Н., Рейнин И.В. (1963) Геология и геоморфология п-ова Ямал — нового района перспективного для поисков нефти и газа. *Геология и нефтегазоносность севера Западной Сибири (Труды ВНИГРИ).* Вып. 225. Л.: Гостоптехиздат. С. 311–329.
Гладцин И.Н. (1940) Геоморфология СССР. Ч. 2. Л.: Учпедгиз. 221 с.

- Городецкая М.Е., Лазуков Г.И. (1975) Западная Сибирь. В кн.: *Равнины и горы Сибири*. М.: Наука. С. 7–121.
- Городецкая М.Е., Мещеряков Ю.А. (1968) Морфоструктурные элементы рельефа Западно-Сибирской равнины и размещение полезных ископаемых. *Известия АН СССР. Серия географическая*. № 3. С. 25–37.
- Городецкая М.Е., Мещеряков Ю.А. (1970). О закономерностях морфоструктурного плана Западно-Сибирской равнины. *Структурно-геоморфологические исследования в Сибири*. Вып. 1. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. С. 25–30.
- Городецкая М.Е., Николаевская Е.М. (1969) О новой орографической схеме Западной Сибири. *Известия АН СССР. Серия географическая*. № 3. С. 132–138.
- Дементьев В.А. (1940) Опыт геоморфологического районирования Западно-Сибирской низменности. *Известия ВГО*. Т. 72. Вып. 3. С. 306–314.
- Занин Г.В. (1958) Геоморфология Алтайского края. *Природное районирование Алтайского края: Труды комплексной экспедиции по землям нового освоения*. М.: Изд-во АН СССР. С. 76–94.
- Западная Сибирь (1963) М.: Изд-во Академии наук СССР. 488 с.
- Земцов А.А. (1974) Обзор опытов геоморфологического районирования Западной Сибири. *Вопросы географии Сибири*. Вып. 8. Томск: Изд-во ТГУ. С. 106–118.
- Земцов А.А., Шацкий С.Б. (1959) К вопросу о геоморфологическом районировании северо-востока Западно-Сибирской низменности. *Ледниковый период на территории европейской части СССР и Сибири*. М.: Изд-во МГУ. С. 309–320.
- Зятькова Л.К. (1979) Структурная геоморфология Западной Сибири. Вып. 307. Новосибирск: Наука. 200 с.
- Зятькова Л.К., Елепов Б.С. (2007) У истоков аэрокосмического мониторинга природной среды. Новосибирск: СГГА. 380 с.
- Зятькова Л.К., Кузнецова Г.Ф. (1970) Структурно-геоморфологические исследования в различных морфоскульптурных зонах Западной Сибири. *Структурно-геоморфологические исследования в Сибири*. Вып. 1. Новосибирск: Наука. С. 5–24.
- Картографическая энциклопедия рельефа России [Электронный ресурс]. URL: <http://carto.geogr.msu.ru/relief/#> (дата обращения: 14.11.2022).
- Каталог растров. ВСЕГЕИ [Электронный ресурс]. URL: <http://webmapget.vsegei.ru/> (дата обращения: 14.11.2022).
- Кузин И.Л. (1963) Геоморфологические уровни севера Западной Сибири. *Геология и нефтегазоносность севера Западной Сибири. Труды ВНИГРИ*. Вып. 225. Л.: Гостоптехиздат. С. 330–339.
- Кузьмин С.Б. (2020) Геоморфологическое районирование в России. *Геоморфология*. № 4. С. 100–115. <https://doi.org/10.31857/S0435428120030062>
- Лазуков Г.И. (1975) Геоморфологическое районирование севера Западно-Сибирской равнины. *Природные условия Западной Сибири*. Вып. 5. М.: Изд-во МГУ. С. 20–37.
- Малолетко А.М. (1976) Лощинно-увалистый рельеф Степного Приобья и Кулунды и его происхождение. *Вопросы географии Сибири*. Вып. 9. Томск: Изд-во ТГУ. С. 124–141.
- Марков К.К. (1929) О геоморфологической карте. *Геологический вестник*. Т. 7. Вып. 1–3. С. 34–41.
- Марков К.К. (1934) О геоморфологической карте. *Труды первого Всесоюзного географического съезда*. Вып. 3. Л.: Изд-во Гос. геогр. об-ва. С. 192–194.
- Мещеряков Ю.А. (1962) Морфоструктура Западно-Сибирской равнины. *Известия АН СССР. Серия географическая*. № 3. С. 3–14.
- Мещеряков Ю.А. (1972) Рельеф СССР (морфоструктура и морфоскульптура). М.: Мысль. 519 с.
- Морфоструктура и морфоскульптура платформенных равнин СССР и дна омывающих его морей. Ред. И.П. Герасимов, А.А. Асеев (1986) М.: Наука. 190 с.
- Национальный атлас России. Т. 2. Природа и экология (2007) М.: Федеральная служба гос. регистрации, кадастра и картографии [Электронный ресурс]. URL: <https://национальныйатлас.рф/cd2/140-144/140-144.html> (дата обращения: 14.11.2022)
- Николаев В.А. (1962) Геоморфологическое районирование Западно-Сибирской низменности. В кн.: *Четвертичная геология и геоморфология Западной Сибири*. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. С. 4–23.
- Николаев В.А. (1970) Геоморфологическое районирование Западно-Сибирской равнины. В кн.: *Западно-Сибирская равнина*. М.: Наука. С. 226–254.
- Николаев В.А. (1988) Геоморфологическое районирование. В кн.: *Рельеф Западно-Сибирской равнины*. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. С. 125–130.
- Орлов В.И. (1959) Об особенностях распространения некоторых форм рельефа в пределах Западно-Сибирской низменности. *Известия АН СССР. Серия географическая*. № 6. С. 107–111.
- Орлов В.И. (1978) Районирование севера Западной Сибири с учетом условий хода развития (динамики) ее природы. *Вопросы географии Сибири*. Вып. 10. Томск: Изд-во ТГУ. С. 106–118.
- Поляков С.С. (1971) Инженерно-геологическое районирование Западно-Сибирской низменности (равнины). *Природные условия Западной Сибири*. Вып. 1. М.: Изд-во МГУ. С. 171–184.
- Рельеф Западно-Сибирской равнины. Ред. О.В. Кашменская (1988) Новосибирск: Наука. 192 с.
- Сизов О.С., Зубкова К.И. (2018) Оценка заозеренности Западно-Сибирской равнины на основе глобального массива данных о водной поверхности Global Surface Water. *Геодезия и картография*. Т. 79. № 12. С. 8–21. <https://doi.org/10.22389/0016-7126-2018-942-12-8-2>
- Спиридонов А.И. (1974) Геоморфологическое картографирование. М.: Недра. 184 с.
- Стрелков С.А. (1962) Районирование севера Западной Сибири по морфологии и генезису ледникового рельефа в связи с динамикой зырянского оледенения. *Доклады АН СССР*. Т. 145. № 3. С. 642–645.
- Стрелков С.А. (1965) Север Сибири. М.: Наука. 336 с.

- Трофимов В.Т. (1977) Закономерности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий Западно-Сибирской плиты. М.: Изд-во МГУ. 278 с.
- Харченко С.В. (2017) К вопросу о применении гармонического анализа при количественной характеристике рельефа. *Геоморфология*. № 2. С. 14–24. <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2017-2-14-24>
- Харченко С.В. (2020) Новые задачи морфометрии рельефа и автоматизированные морфологические классификации в геоморфологии. *Геоморфология*. № 1. С. 3–21. <https://doi.org/10.31857/S043542812001006X>
- Харченко С.В. (2022) Спектральные характеристики рельефа: расчет и использование в морфометрическом картографировании. *Геодезия и картография*. Т. 83. № 5. С. 28–41. <https://doi.org/10.22389/0016-7126-2022-983-5-28-41>
- Эдельштейн Я.С. (1936) Геоморфологический очерк Западно-Сибирской низменности. *Труды института физической географии АН СССР*. Вып. 20. М. – Л.: Изд-во АН СССР. 86 с.
- AW3D30 DSM data map [Electronic data]. URL: <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/data/index.htm> (access date: 14.11.2022)
- Blaschke T. (2010) Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS J. of Photogrammetry and Remote Sensing*. No. 65. P. 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004>
- Comaniciu D., Meer P. (2002) Mean shift: a robust approach toward feature space analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. Vol. 24. Iss. 5. P. 603–619. <https://doi.org/10.1109/34.1000236>
- Horn B.K.P. (1981) Hill shading and the reflectance map. *Proceedings of the IEEE*. Vol. 69. Iss. 1. P. 14–47. <https://doi.org/10.1109/PROC.1981.11918>
- Pekel J.-F., Cottam A., Gorelick N. et al. (2016) High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*. No. 540. P. 418–422. <https://doi.org/10.1038/nature20584>
- Rubin J. (1967) Optimal classification into groups: an approach for solving the taxonomy problem. *J. Theoretical Biology*. Vol. 15. P. 103–144. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(67\)90046-X](https://doi.org/10.1016/0022-5193(67)90046-X)
- Sizov O. (2021) Predictive Mapping of Glacial and Fluvio-glacial Landforms in the Nadym River Basin (North of West Siberia) with TanDEM-X DEM. *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.* Vol. 14. P. 5656–5666. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2021.3077474>
- Tadono T., Nagai H., Ishida H. et al. (2016) Initial Validation of the 30 m-mesh Global Digital Surface Model Generated by ALOS PRISM. *The Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sci.* No. XLI-B4. P. 157–162. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLI-B4-157-2016>
- Takaku J., Tadono T., Tsutsui K. (2014) Generation of High-Resolution Global DSM from ALOS PRISM. *The Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sci.* No. XL-4. P. 243–248. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-4-243-2014>
- Wilson J.P., Gallant J.C. (2000) *Terrain Analysis: Principles and Applications*. Chichester: Wiley. 448 p.

REFERENCES

- Ogorodnov E.A. (Ed.) (1971) *Atlas Tyumenskoi oblasti*. Tom 1 (Atlas of the Tyumen region. Vol. 1). Moscow–Tyumen: GUGK (Publ.). 181 p (in Russ).
- AW3D30 DSM data map [Electronic data]. Access way: <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/data/index.htm> (access date: 14.11.2022).
- Blaschke T. (2010) Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS J. of Photogrammetry and Remote Sensing*. Vol. 65. P. 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004>
- Bredikhin A.V., Eremenko E.A., Kharchenko S.V. et al. (2020) Zoning of the Russian Arctic according to the types of anthropogenic development and concomitant transformation of the relief based on cluster analysis. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. No. 1. P. 42–56 (in Russ).
- Bronguleev V.V., Zhidkov M.P., Makarenko A.G. (2006) Typological geomorphological zoning of the West Siberian Plain. *Geomorfologiya*. No. 3. P. 6–21 (in Russ). <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2006-3-6-21>
- Comaniciu D., Meer P. (2002) Mean shift: a robust approach toward feature space analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. Vol. 24. Iss. 5. P. 603–619. <https://doi.org/10.1109/34.1000236>
- Dementiev V.A. (1940) Experience of geomorphological zoning of the West Siberian Lowland. *Izvestiya VGO*. Vol. 72. Iss. 3. P. 306–314 (in Russ).
- Edelstein Ya.S. (1936) Geomorphological outline of the West Siberian lowland. *Trudy instituta fizicheskoi geografii AN SSSR. Vyp. 20*. Moscow–Leningrad: AN SSSR (Publ.). 86 p (in Russ).
- Ganeshin G.S. (Ed.) (1966) *Geomorfologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:17500000* (Geomorphological map of the USSR on a scale of 1:17500000). Leningrad: VSEGEI (Publ.) (in Russ).
- Ganeshin G.S. (1976) Status and tasks of geomorphological mapping in Siberia and the Far East. In: *Problemy prikladnoi geomorfologii*. Moscow: Nauka (Publ.). P. 7–34 (in Russ).
- Ganeshin G.S., Epshtein S.V. (1958) Scheme of the geomorphological structure of the USSR on a scale of 1:15000000. In: *Geologicheskoe stroenie SSSR*. Tom I. Leningrad: Gosgeoltekhizdat (Publ.). P. 9–28 (in Russ).
- Geomorfologicheskoe raionirovanie SSSR (Geomorphological zoning of the USSR) (1947) Moscow–Leningrad: AN SSSR (Publ.). 172 p (in Russ).
- Geomorfologicheskoe raionirovanie SSSR i prilgayushchikh morei (Geomorphological zoning of the USSR and adjacent seas) (1980) Moscow: Vysshaya shkola (Publ.). 343 p. (in Russ).

- Geomorfologiya Zapadno-Sibirskoi ravniny (ob"yasnitel'naya zapiska k Geomorfologicheskoi karte Zapadno-Sibirskoi ravniny masshtaba 1:1500000) (Geomorphology of the West Siberian Plain (explanatory note to the Geomorphological Map of the West Siberian Plain on a scale of 1:1500000)) (1972) Novosibirsk: Zap.-Sib. kn. izd-vo (Publ.). 109 p (in Russ).
- Gerasimov I.P. (1940) The main issues of geomorphology and paleogeography of the West Siberian Lowland. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya i geofizicheskaya*. No. 5. P. 785–800 (in Russ).
- Gerasimov I.P., Aseev A.A. (Eds.) (1986) Morfostruktura i morfoskul'ptura platformennykh ravnin SSSR i dna omyvayushchikh ego morei (Morphostructure and morphosculpture of the platform plains of the USSR and the bottom of the seas surrounding it). Moscow: Nauka (Publ.). 190 p (in Russ).
- Gerasimov I.P., Fedorovich B.A. (Eds.) (1960a) Geomorfologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:4000000 (Geomorphological map of the USSR on a scale of 1:4000000). Moscow: Otdel geol.-geogr. nauk AN SSSR, Geomorfologicheskaya Komissiya (Publ.).
- German E.V., Kislyakov V.N., Reinin I.V. (1963) Geology and geomorphology of the Yamal Peninsula – a new area promising for oil and gas exploration. In: *Geologiya i neftegazonosnost' severa Zapadnoi Sibiri (Trudy VNIGRI)*. Vyp. 225. Leningrad: Gostoptekhizdat (Publ.). P. 311–329 (in Russ).
- Gladtsin I.N. (1940) Geomorfologiya SSSR. Chast' 2 (Geomorphology of the USSR. Part 2). Leningrad: Uchpedgiz (Publ.). 221 p (in Russ).
- Gorodetskaya M.E., Lazukov G.I. (1975) Western Siberia. In: *Ravniny i gory Sibiri*. Moscow: Nauka (Publ.). P. 7–121 (in Russ).
- Gorodetskaya M.E., Meshcheryakov Yu.A. (1968) Morphostructural elements of the relief of the West Siberian Plain and the distribution of minerals. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya*. No. 3. P. 25–37 (in Russ).
- Gorodetskaya M.E., Meshcheryakov Yu.A. (1970) On the regularities of the morphostructural plan of the West Siberian Plain. In: *Strukturno-geomorfologicheskie issledovaniya v Sibiri*. Vyp. 1. Novosibirsk: Nauka (Publ.). P. 25–30 (in Russ).
- Gorodetskaya M.E., Nikolaevskaya E.M. (1969) On the new orographic scheme of Western Siberia. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya*. No. 3. P. 132–138 (in Russ).
- Horn B.K.P. (1981) Hill shading and the reflectance map. *Proceedings of the IEEE*. Vol. 69. Iss. 1. P. 14–47. <https://doi.org/10.1109/PROC.1981.11918>
- Kartograficheskaya entsiklopediya rel'efa Rossii (Cartographic Encyclopedia of the Relief of Russia) [Electronic data]. Access way: <http://carto.geogr.msu.ru/relief/#> (access date: 14.11.2022).
- Kashmenskaya O.V. (Ed.). (1988) Rel'ef Zapadno-Sibirskoi ravniny (Relief of the West Siberian Plain). Novosibirsk: Nauka (Publ.). 192 p (in Russ).
- Katalog rastrov VSEGEI (Catalog of rasters VSEGEI) [Electronic data]. Access way: <http://webmapget.vsegei.ru/> (Access date: 14.11.2022).
- Kharchenko S.V. (2017) To the question of the application of harmonic analysis in the quantitative characterization of the relief. *Geomorfologiya*. No. 2. P. 14–24 (in Russ). <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2017-2-14-24>
- Kharchenko S.V. (2020) New problems of relief morphometry and automated morphological classifications in geomorphology. *Geomorfologiya*. No. 1. P. 3–21 (in Russ). <https://doi.org/10.31857/S043542812001006X>
- Kharchenko S.V. (2022) Spectral characteristics of relief: calculation and use in morphometric mapping. *Geodeziya i kartografiya*. Vol. 83. No. 5. P. 28–41 (in Russ). <https://doi.org/10.22389/0016-7126-2022-983-5-28-41>
- Krasnov I.I. (Ed.) (1960b) Geomorfologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:5000000 (Geomorphological map of the USSR on a scale of 1:5000000). Leningrad: VSEGEI (Publ.).
- Kuzin I.L. (1963) Geomorphological levels of the north of Western Siberia. In: *Geologiya i neftegazonosnost' severa Zapadnoi Sibiri (Trudy VNIGRI)*. Vyp. 225. Leningrad: Gostoptekhizdat (Publ.). P. 330–339 (in Russ).
- Kuzmin S.B. (2020) Geomorphological zoning in Russia. *Geomorfologiya*. No. 4. P. 100–115 (in Russ). <https://doi.org/10.31857/S0435428120030062>
- Lazukov G.I. (1975) Geomorphological zoning of the north of the West Siberian Plain. In: *Prirodnye usloviya Zapadnoi Sibiri*. Vyp. 5. Moscow: MGU (Publ.). P. 20–37 (in Russ).
- Maloletko A.M. (1976) Hollow-ridged relief of the Steppe Ob and Kulunda and its origin. In: *Voprosy geografii Sibiri*. Vyp. 9. Tomsk: TGU (Publ.). P. 124–141 (in Russ).
- Markov K.K. (1929) On the geomorphological map. *Geologicheskii vestnik*. Vol. 7. Iss. 1–3. P. 34–41 (in Russ).
- Markov K.K. (1934) On the geomorphological map. In: *Trudy pervogo Vsesoyuznogo geograficheskogo s"ezda*. Vol. 3. Leningrad: Gos. geogr. obshch. (Publ.). P. 192–194 (in Russ).
- Meshcheryakov Yu.A. (1962) Morphostructure of the West Siberian Plain. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya*. No. 3. P. 3–14 (in Russ).
- Meshcheryakov Yu.A. (1972) Rel'ef SSSR (morfostruktura i morfoskul'ptura) (Relief of the USSR (morphostructure and morphosculpture)). Moscow: Mysl' (Publ.). 519 p. (in Russ).
- Natsional'nyi atlas Rossii. T. 2. Priroda i ekologiya (National Atlas of Russia. T. 2. Nature and ecology). Moscow: Federal'naya sluzhba gos. registratsii, kadastra i kartografii (Publ.). 2007 [Electronic data]. Access way: <https://национальныйатлас.рф/cd2/140–144/140–144.html> (access date: 14.11.2022).
- Nikolaev V.A. (1962) Geomorphological zoning of the West Siberian lowland. In: *Chetvertichnaya geologiya i geomorfologiya Zapadnoi Sibiri*. Novosibirsk: Nauka (Publ.). P. 4–23 (in Russ).
- Nikolaev V.A. (1970) Geomorphological zoning of the West Siberian Plain. In: *Zapadno-Sibirskaya ravnina*. Moscow: Nauka (Publ.). P. 226–254 (in Russ).
- Nikolaev V.A. (1988) Geomorphological zoning. In: *Rel'ef Zapadno-Sibirskoi ravniny*. Novosibirsk: Nauka (Publ.). P. 125–130 (in Russ).

- Orlov V.I. (1959) On the features of the distribution of some landforms within the West Siberian Lowland. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geograficheskaya*. No. 6. P. 107–111 (in Russ).
- Orlov V.I. (1978) Zoning of the north of Western Siberia, taking into account the conditions of the course of development (dynamics) of its nature. *Voprosy geografii Sibiri*. Vyp. 10. Tomsk: TGU (Publ.). P. 106–118 (in Russ).
- Pekel J.-F., Cottam A., Gorelick N. et al. (2016) High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*. Vol. 540. P. 418–422. <https://doi.org/10.1038/nature20584>
- Polyakov S.S. (1971) Engineering-geological zoning of the West Siberian lowland (plain). In: *Prirodnye usloviya Zapadnoi Sibiri*. Vyp. 1. Moscow: MGU (Publ.). P. 171–184 (in Russ).
- Rubin J. (1967) Optimal classification into groups: an approach for solving the taxonomy problem. *J. Theoretical Biology*. Vol. 15. P. 103–144. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(67\)90046-X](https://doi.org/10.1016/0022-5193(67)90046-X)
- Sizov O. (2021) Predictive Mapping of Glacial and Fluvio-glacial Landforms in the Nadym River Basin (North of West Siberia) with TanDEM-X DEM. *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.* Vol. 14. P. 5656–5666. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2021.3077474>
- Sizov O.S., Zubkova K.I. (2018) Assessing density of the lakes in West Siberian Plain basing on the Global Surface Water data. *Geodeziya i kartografiya*. Vol. 79. No. 12. P. 8–21 (in Russ). <https://doi.org/10.22389/0016-7126-2018-942-12-8-21>
- Spiridonov A.I. (1974) Geomorfologicheskoe kartografirovaniye (Geomorphological mapping). Moscow: Nedra (Publ.). 184 p (in Russ).
- Strelkov S.A. (Ed.) (1959) Geomorfologicheskaya karta tsentral'noi chasti severa SSSR masshtaba 1:2500000 (Geomorphological map of the central part of the north of the USSR on a scale of 1:2500000). Leningrad: NIIGA (Publ.).
- Strelkov S.A. (1965) Sever Sibiri (North of Siberia). Moscow: Nauka (Publ.). 336 p (in Russ).
- Strelkov S.A. (1962) Zoning of the north of Western Siberia according to the morphology and genesis of the glacial relief in connection with the dynamics of the Zyryansk glaciation. *Doklady AN SSSR*. Vol. 145. No. 3. P. 642–645 (in Russ).
- Tadono T., Nagai H., Ishida H. et al. (2016) Initial Validation of the 30 m-mesh Global Digital Surface Model Generated by ALOS PRISM. In: *The Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sci.* Vol. XLI-B4. P. 157–162. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLI-B4-157-2016>
- Takaku J., Tadono T., Tsutsui K. (2014) Generation of High-Resolution Global DSM from ALOS PRISM. In: *The Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sci.* Vol. XL-4. P. 243–248. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-4-243-2014>
- Trofimov V.T. (1977) Zakonomernosti prostranstvennoi izmenchivosti inzhenerno-geologicheskikh uslovii Zapadno-Sibirskoi plity (Regularities of spatial variability of engineering-geological conditions of the West Siberian plate). Moscow: MGU (Publ.). 278 p (in Russ).
- Varlamov I.P. (Ed.) (1969) Geomorfologicheskaya karta Zapadno-Sibirskoi ravniny masshtaba 1:1500000 (Geomorphological map of the West Siberian Plain on a scale of 1:1500000). Novosibirsk: SNIIGiMS Mingeo SSSR (Publ.). 8 p.
- Voskresensky S.S. (1956) Geomorfologiya Sibiri: Kurs lekt-sii. Tom 1. Zapadnaya Sibir' (Geomorphology of Siberia: Course of lectures. Vol. 1. Western Siberia). Moscow: MGU (Publ.). 106 p (in Russ).
- Voskresensky S.S. (1959) Geomorphological zoning of the South of Siberia. In: *Voprosy geografii*. Sbornik 46. Moscow: Geografiz (Publ.). P. 3–13 (in Russ).
- Voskresensky S.S. (1962) Geomorfologiya Sibiri (Geomorphology of Siberia). Moscow: MGU (Publ.). 352 p (in Russ).
- Voskresensky S.S. (1968) Geomorfologiya SSSR (Geomorphology of the USSR). Moscow: Vysshaya shkola (Publ.). 368 p (in Russ).
- Wilson J.P., Gallant J.C. (2000) Terrain Analysis: Principles and Applications. Chichester: Wiley. 448 p.
- Zanin G.V. (1958) Geomorphology of the Altai Territory. In: *Prirodnoe raionirovanie Altaiskogo kraia: Trudy kompleksnoi ekspeditsii po zemlyam novogo osvoeniya*. Moscow: AN SSSR (Publ.). P. 76–94 (in Russ).
- Zapadnaya Sibir' (Western Siberia) (1963). Moscow: AN SSSR (Publ.). 488 p (in Russ).
- Zemtsov A.A. (1974) Review of experiments on geomorphological zoning of Western Siberia. In: *Voprosy geografii Sibiri*. Vyp. 8. Tomsk: TGU (Publ.). P. 106–118 (in Russ).
- Zemtsov A.A., Shatsky S.B. (1959) On the issue of geomorphological zoning of the north-east of the West Siberian Lowland. In: *Lednikovyi period na territorii evropeiskoi chasti SSSR i Sibiri*. Moscow: MGU (Publ.). P. 309–320 (in Russ).
- Zyat'kova L.K. (1979) Strukturnaya geomorfologiya Zapadnoi Sibiri. Vyp. 307 (Structural geomorphology of Western Siberia. Issue. 307). Novosibirsk: Nauka (Publ.). 200 p (in Russ).
- Zyat'kova L.K., Kuznetsova G.F. (1970) Structural-geomorphological studies in various morpho-sculptural zones of Western Siberia. In: *Strukturno-geomorfologicheskie issledovaniya v Sibiri*. Vyp. 1. Novosibirsk: Nauka (Publ.). P. 5–24 (in Russ).
- Zyat'kova L.K., Yelepov B.S. (2007) U istokov aerokosmicheskogo monitoringa prirodnoi sredy (At the origins of aerospace monitoring of the natural environment). Novosibirsk: SGGA (Publ.). 380 p (in Russ).