

© С.И. ЛАРИН

silarin@yandex.ru

УДК 911.2

**ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЗАПАДНОЙ СИБИРИ***

АННОТАЦИЯ. Приведен обзор физико-географических особенностей Западно-Сибирской равнины в контексте их влияния на качество поверхностных вод.

SUMMARY. The article reviews physical and geographical peculiarities of the West Siberian plain and their effects on the surface water quality.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА Западно-Сибирская равнина, физико-географические особенности.

KEY WORDS. The West Siberian plain, physical and geographical peculiarities.

Введение

Западно-Сибирская равнина, разделенная в центральной части повышенными до 175-200 м Сибирскими Увалами, является одной из самых больших аккумулятивных низменных равнин земного шара. Она имеет в плане форму суживающейся к северу трапеции: расстояние от южной ее границы до северной достигает почти 2500 км, ширина — от 800 до 1900 км [1-8]. Общая площадь составляет по данным [9] 2,868 млн км², без приенисейской части Красноярского края 2,4 млн км² [10]. Рубежи равнины четко ограничены: на севере берега Карского моря, на юге и юго-востоке — подножье Тургайского плато, Казахской складчатой страны и Алтая, на западе-подножье Урала, на востоке — река Енисей.

Геологическое строение и история развития территории.

Многие особенности природы Западной Сибири обусловлены характером ее геологического строения и истории развития [6-8], [11-12]. Вся территория страны располагается в пределах Западно-Сибирской эпигерцинской плиты, фундамент которой сложен дислоцированными и метаморфизованными палеозойскими отложениями, близкими по своему характеру аналогичным породам Урала, а на юге — Казахского мелкосопочника. Формирование основных складчатых структур фундамента Западной Сибири, имеющих преимущественно меридиональное направление, относится к эпохе герцинского орогенеза. На востоке Западно-Сибирская плита граничит с Сибирской платформой, на юге — с палеозойскими сооружениями Центрального Казахстана, Алтая и Салаирско-Саянской области, на западе — со складчатой системой Урала. Северная граница плиты покрыта водами Карского моря. В тектоническом отношении Западно-Сибирская плита неоднородна, поэтому даже ее крупные структурные элементы проявляются в современном рельефе недостаточно отчетливо. Это обусловлено тем, что рельеф поверхности палеозойских пород, опущенных на большую глубину, нивелируется здесь чехлом мезокайнозойских отложений, мощность которого превышает 1000 м, а

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки, ГК 14.740.11.0641.

в отдельных впадинах и синеклизах палеозойского фундамента — 3000-6000 м. Особенно большое влияние на формирование ландшафтов Западной Сибири оказали события четвертичного периода. В течение этого времени территория страны испытывала неоднократные опускания и по-прежнему была областью преимущественно аккумуляции рыхлых аллювиальных, озерных, а на севере - морских и ледниковых отложений. Мощность четвертичного покрова достигает в северных и центральных районах 200-250 м. Однако на юге она заметно уменьшается (местами до 5-10 м), и в современном рельефе отчетливо выражены воздействия дифференцированных неотектонических движений, в результате которых возникли валлообразные поднятия, в ряде случаев совпадающие с положительными структурами мезозойского чехла осадочных отложений.

Северная половина равнины неоднократно была ареной морских трансгрессий и неоднократных оледенений [11-12]. Наиболее значительным из них было самаровское оледенение, отложения которого слагают междуречья территории, лежащей между 58-60° и 63-64° с. ш. В состав отложений самаровской толщи наряду с типичными ледниковыми осадками входят также морские и ледниково-морские глины и суглинки, сформировавшиеся на дне наступавшего с севера моря. На озерных и флювиогляциальных равнинах, примыкавших к южному краю ледников, тогда преобладали лесотундровые ландшафты, а на крайнем юге формировались лессовидные суглинки, в которых встречается пыльца степных растений. Морская трансгрессия продолжалась и в послесамаровское время, отложения которого представлены на севере Западной Сибири мессовскими песками и глинами санчуговской свиты. В северо-восточной части равнины распространены морены и ледниково-морские суглинки более молодого, тазовского оледенения. Межледниковая эпоха, начавшаяся после отступления ледникового покрова, на севере ознаменовалась распространением казанцевской морской трансгрессии, в отложениях которой в низовьях Енисея и Оби заключены остатки более теплолюбивой морской фауны, чем обитающая в настоящее время в Карском море. Последнему, зырянскому, оледенению предшествовала регрессия бореального моря, вызванная поднятиями северных районов Западно-Сибирской равнины, Урала и Среднесибирского плоскогорья; амплитуда этих поднятий составляла всего несколько десятков метров. Ряд исследователей считает, что в максимальную стадию развития зырянского оледенения ледники спускались в районы Приенисейской равнины и восточного подножия Урала приблизительно до 66° с. ш., где оставили ряд стадияльных конечных морен. На юге Западной Сибири в это время происходило перевевание песчано-глинистых четвертичных отложений, образование эоловых форм рельефа и накопление лессовидных суглинков. В целом количество и размеры древних оледенений, существование подпрудных озер, соотношение оледенений и морских трансгрессий и ряд других ключевых вопросов служат предметом острых дискуссий и разными исследователями решаются неоднозначно. Выделяют от одного до шести оледенений [10-11]. Некоторые исследователи северных областей страны рисуют и более сложную картину событий эпохи четвертичного оледенения Западной Сибири. В конце зырянского оледенения вновь произошло опускание северных прибрежных районов Западно-Сибирской равнины. Опустившиеся участки были затоплены водами Карского моря и покрыты морскими отложениями, слагающими послеледниковые морские террасы, наиболее высокая из которых поднимается на 50-60 м над со-

временным уровнем Карского моря. Затем после регрессии моря в южной половине равнины началось новое врезание рек. Из-за малых уклонов русла в большинстве речных долин Западной Сибири преобладала боковая эрозия, углубление долин шло медленно, поэтому они и имеют обычно значительную ширину, но небольшую глубину. На слабодренированных междуречных пространствах продолжалась переработка рельефа ледникового времени: на севере она заключалась в нивелировании поверхности под воздействием криогенных процессов; в южных, внеледниковых районах, где выпадало больше атмосферных осадков, в преобразовании рельефа особенно видную роль играли процессы делювиального смыва. В последние годы появились работы, показывающие, что территория Западной Сибири в новейшее геологическое время испытала кардинальные изменения ландшафтов, на ее месте совсем недавно была настоящая пустыня [13].

Палеогеографические данные показывают, что после оледенения, в оптимуме голоцена, был период с несколько более сухим и теплым климатом, чем сейчас. Это подтверждается находками пней и стволов деревьев в отложениях тундровых районов Ямала и Гыданского полуострова на 300-400 км севернее современной границы древесной растительности и широким развитием на юге тундровой зоны реликтовых крупнобугристых торфяников. В целом геологический фактор сыграл большую роль в создании литогенной основы аквальных ландшафтов Западной Сибири.

Рельеф

Дифференцированные опускания Западно-Сибирской плиты в мезозое и кайнозое обусловили преобладание в ее пределах процессов аккумуляции рыхлых отложений, мощный покров которых нивелирует неровности поверхности герцинского фундамента поэтому равнина отличается в целом плоской вогнутой поверхностью. В геоморфологическом отношении в пределах равнины обычно выделяют четыре крупные области: 1) морских аккумулятивных равнин на севере; 2) ледниковых и водно-ледниковых равнин; 3) приледниковых, главным образом озерно-аллювиальных, равнин; 4) южных внеледниковых равнин. Различие рельефа этих областей связано с историей их формирования в четвертичное время, характером и интенсивностью новейших тектонических движений, зональными различиями современных экзогенных процессов. Основные элементы рельефа равнины — широкие плоские междуречья и речные долины. Междуречные пространства определяют общий облик рельефа и занимают большую часть площади. Во многих местах уклоны их поверхности незначительны, сток выпадающих атмосферных осадков, особенно в лесоболотной зоне, весьма затруднен и междуречья сильно заболочены. В некоторых местах рельеф междуречий, особенно в северных районах, подвергавшихся четвертичным оледенениям, приобретает характер волнистой или холмистой равнины. На юге — в Барабинской низменности, Ишимской и Кулундинской равнинах — поверхность часто осложнена многочисленными невысокими гривами, протягивающимися с северо-востока на юго-запад. Речные долины формировались в условиях небольших уклонов поверхности, медленного и спокойного течения рек. Различная интенсивность и характер эрозии обусловили весьма разнообразный облик речных долин. Среди них встречаются как широкие, до нескольких десятков километров, и глубокие (до 50-80 м), хорошо разработанные долины крупных рек —

Оби, Иртыша и Енисея — с крутым правым берегом и системой невысоких террас в левобережье, так и долины большинства малых рек. В большинстве случаев последние представляют собой обычно лишь глубокие канавы с плохо выраженными склонами; во время весеннего половодья вода целиком заполняет их и заливают даже соседние придолинные участки.

Климат

Западная Сибирь — страна с достаточно суровым, континентальным климатом. Равнинность территории и большая протяженность ее с севера на юг обуславливает отчетливо выраженную зональность климата и значительные различия климатических условий северных и южных частей Западной Сибири, связанные с изменением количества солнечной радиации и характером циркуляции воздушных масс, особенно потоков западного переноса. Южные провинции страны, расположенные в глубине материка, на большом расстоянии от океанов, характеризуются, кроме того, большей континентальностью климата.

Зима характеризуется устойчивыми низкими температурами, оттепелей здесь мало. Минимальные температуры на всей территории Западной Сибири почти одинаковы. Даже вблизи южной границы страны, в Барнауле, бывают морозы до $-50-52^{\circ}\text{C}$, т.е. почти такие же, как на Крайнем севере, хотя расстояние между этими пунктами составляет более 2000 км. Весна короткая, сухая и сравнительно холодная; апрель, даже в лесо-болотной зоне, еще не вполне весенний месяц. В теплое время года устанавливается пониженное давление, а над Северным Ледовитым океаном формируется область более высокого давления. В связи с этим летом преобладают слабые северные или северо-восточные ветры и заметно усиливается роль западного переноса воздуха. В мае происходит быстрое повышение температур, но нередко при вторжениях арктических масс воздуха бывают возвраты холодов и заморозки. Наиболее теплый месяц — июль, средняя температура которого от $3,6^{\circ}\text{C}$ на острове Белом до $21-22^{\circ}\text{C}$ в районе Павлодара. Абсолютный максимум температуры — от 21°C на севере (остров Белый) до 40°C в крайних южных районах (Рубцовск). Высокие летние температуры в южной половине Западной Сибири объясняются поступлением сюда прогретого континентального воздуха с юга — из Казахстана и Средней Азии. Осень наступает поздно.

В связи с интенсивной деятельностью на арктическом и полярном атмосферных фронтах большая часть осадков выпадает летом, в июле и августе, и приносится воздушными массами, приходящими с запада, со стороны Атлантики. С мая по октябрь выпадает до 70-80% годовой суммы осадков. Количество зимних осадков сравнительно невелико и составляет от 5 до 20-30 мм/мес. На юге в некоторые зимние месяцы снег иногда совсем не выпадает. Характерны значительные колебания количества осадков в разные годы. Наибольшие различия наблюдаются в лесостепной зоне, где при средней многолетней сумме осадков около 300-350 мм/год во влажные годы выпадает до 550-600 мм/год, а в сухие — всего 170-180 мм/год. Значительны также зональные различия величин испарения, которые зависят от количества осадков, температуры воздуха и испаряющих свойств подстилающей поверхности. Для крайних южных районов Западной Сибири характерны засухи, случающиеся главным образом в мае и июне. Они наблюдаются в среднем через три-четыре года в периоды с антициклональной циркуляцией и повышенной повторяемостью вторжений арктического воздуха.

Суровый климат северных районов Западной Сибири, где тепла, поступающего в почву, недостаточно для поддержания положительной температуры горных пород, способствует промерзанию грунтов и широкому распространению многолетней мерзлоты. На полуостровах Ямал, Тазовском и Гыданском мерзлота встречается повсеместно. В этих районах сплошного (слитного) ее распространения мощность мерзлого слоя весьма значительна (до 300-600 м), а температуры его низкие (на водораздельных пространствах -4 , -9° , в долинах -2 , -8°). Южнее, в пределах северной тайги до широты примерно 64° , мерзлота встречается уже в виде разобщенных островов, перемежающихся с таликами. Мощность ее уменьшается, температуры повышаются до $0,5 - 1^{\circ}$, возрастает и глубина летнего протаивания, особенно на участках, сложенных минеральными горными породами [11].

Воды

Реки Западной Сибири принадлежат бассейну Карского моря. Самая крупная водная артерия — Обь с притоком Иртыш — относится к числу величайших рек земного шара. Площадь ее бассейна составляет почти 3 млн км², а длина — 3676 км. Это одна из самых многоводных рек Сибири; она приносит за год в Обскую губу в среднем 414 км³ воды. Бассейн Оби располагается в пределах нескольких географических зон; в каждой из них характер и густота речной сети различны. В лесной зоне, до устья Иртыша, Обь принимает свои основные притоки: справа — реки Томь, Чулым, Кеть, Тым, Вах; слева — реки Парабель, Васюган, Большой Юган и Иртыш. Наиболее крупные реки севера Западной Сибири — Надым, Пур и Таз — берут свое начало на Сибирских Увалах. Шесть рек бассейна Оби (Иртыш, Чулым, Ишим, Тобол, Кеть и Конда) имеют длину более 1000 км; протяженность даже некоторых притоков второго порядка иногда превышает 500 км. Наиболее крупный из притоков р. Иртыш (4248) км. Истоки его лежат в горах Монгольского Алтая. На значительной части своего течения Иртыш пересекает степи Северного Казахстана и вплоть до Омска почти не имеет притоков. Лишь в низовьях, уже в пределах тайги, в него впадает несколько крупных рек: Ишим, Тобол и др. Кроме основных рек поверхность Западно-Сибирской равнины дренируется многими тысячами рек, общая длина которых превышает 250 тыс. км. Эти реки выносят в Карское море ежегодно около 1200 км³ воды. Густота речной сети невелика и меняется в разных местах в зависимости от рельефа и климатических особенностей: в бассейне Тавды она достигает 350 км, а в Барабинской лесостепи — всего 29 км на 1000 км². Некоторые южные районы страны общей площадью более 445 тыс. км² относятся к территориям замкнутого стока и отличаются обилием бессточных озер. Основные источники питания большинства рек — талые снеговые воды и летне-осенние дожди. В соответствии с характером источников питания сток по сезонам неравномерен: примерно 70-80% его годовой суммы приходится на весну и лето. Особенно много воды стекает в период весеннего половодья, когда уровень крупных рек поднимается на 7-12 м (в низовьях Енисея даже до 15-18 м). В течение длительного времени (на юге — пяти, и на севере — восьми месяцев) западносибирские реки скованы льдом. Поэтому на зимние месяцы приходится не более 10% годового стока. Для рек Западной Сибири, в том числе самых крупных — Оби, Иртыша и Енисея, характерны незначительные уклоны и малая скорость течения. В пределах равнины насчитывается около одного миллиона озер, общая площадь которых составляет более 100 тыс. км² [3]. По генезису котловин можно выделить несколько групп:

занимающие первичные неровности равнинного рельефа, термокарстовые, флювиальные (пойменные и старичные), ледниковые и водно-ледниковые, эоловые, дистрофные. В широких долинах приуральской части равнины, встречаются озера — «туманы» которые весной разливаются, летом резко сокращают свои размеры, а осенью многие вообще исчезают. В лесостепных и степных районах Западной Сибири имеются озера, заполняющие суффозионные или тектонические котловины, а также озера, образовавшиеся на месте древней мерзлоты или в пределах реликтовых речных долин.

Вся территория страны расположена в пределах большого Западно-Сибирского артезианского бассейна, в котором гидрогеологами выделяется несколько бассейнов второго порядка: Тобольский, Иртышский, Кулундинско-Барнаульский, Чулымский, Обский и др. Для артезианских бассейнов характерно значительное количество водоносных горизонтов, приуроченных к свитам различного возраста — юрским, меловым, палеогеновым и четвертичным. Качество подземных вод этих горизонтов весьма различно. В большинстве случаев артезианские воды глубоких горизонтов минерализованы сильнее, чем залегающие ближе к поверхности. В некоторых водоносных горизонтах Обского и Иртышского артезианских бассейнов на глубине 1000-3000 м встречаются горячие соленые воды, чаще всего хлоридного кальциево-натриевого состава. Их температура от 40 до 120С°, суточный дебит скважин достигает 1-1,5 тыс. м³, а общие запасы — 65 000 км³.

Ландшафтная зональность

Равнинный рельеф Западной Сибири способствует ярко выраженной зональности в распределении почв и растительного покрова. Здесь располагаются постепенно сменяющие одна другую тундровая, лесотундровая, лесоболотная, лесостепная и степная зоны. Типичные зональные ландшафты располагаются здесь на расчлененных и лучше дренируемых плакорных и приречных участках. Большую роль играют характер и густота расчленения рельефа, обуславливающие существенные различия в режиме увлажнения почв. На слабодренированных междуречных пространствах, сток с которых затруднен, а почвы обычно сильно увлажнены, на севере преобладают болотные ландшафты, на юге — ландшафты, формирующиеся под влиянием засоленных грунтовых вод. Поэтому здесь существуют как бы две самостоятельные системы широтной зональности: зональность дренированных участков и зональность недренированных междуречий [3]. Наиболее отчетливо эти различия проявляются в характере почв. На дренированных участках лесоболотной зоны формируются главным образом сильно оподзоленные почвы под хвойной тайгой и дерново-подзолистые под березовыми лесами, а на соседних недренированных местах - мощные подзолы, болотные и лугово-болотные почвы. Дренированные пространства лесостепной зоны заняты чаще всего выщелоченными и деградированными черноземами или темно-серыми оподзоленными почвами под березовыми колками; на недренированных участках они сменяются болотными, солончаковатыми или лугово-черноземными почвами. На плакорных участках степной зоны преобладают обыкновенные черноземы, отличающиеся повышенной тучностью, небольшой мощностью и языковатостью (неоднородностью) почвенных горизонтов, или каштановые почвы; на плохо дренированных участках среди них обычны пятна солодей и осолоделых солонцов или солонцеватых лугово-степных почв.

Зона тундр занимает самую северную часть Тюменской области (п-ова Ямал и Гыданский) и имеет площадь около 160 тыс. км². Она простирается значительно севернее, чем на Русской равнине, большие площади заняты арктическими тундрами, которые отсутствуют в материковых районах Европейской части России. Большую роль играют лишайниковые и моховые тундры, которые встречаются в сочетании с гипново-травяными, лишайниково-сфагновыми, а также крупнобугристыми болотными массивами.

Зона лесотундры простирается к югу от тундры полосой примерно 100-150 км. Как переходная зона между тундрой и тайгой она представляет собой мозаичное сочетание участков редколесий, болот, зарослей кустарников. Северный предел древесной растительности представлен главным образом редкостойными криволесями сибирской лиственницы, занимающими участки по долинам речек, а не ели, как в районах, лежащих западнее Урала.

Лесная (таежная, лесоболотная) зона охватывает пространство между 66° и 56° с.ш. полосой около 1000 км, занимая около 62% территории Западной Сибири. Лесную зону подразделяют на подзоны северной, средней, южной тайги и березово-осиновых лесов. Основным типом лесов зоны являются темнохвойные леса с преобладанием ели (*Picea obovata*), пихты (*Abies sibirica*) и сосны сибирской (кедра) (*Pinus sibirica*). Темнохвойные леса встречаются почти всегда лентами по долинам рек, где они находят условия необходимого для них дренажа. На водоразделах они приурочены только к холмистым, возвышенным местам. Важнейший элемент ландшафтов тайги — болота низинного, переходного и верхового типа. Лесистость Западной Сибири составляет всего 30,5% и является следствием слабой расчлененности и связанной с ней слабой дренированности всей территории региона, что способствует развитию не лесообразовательных, а болотообразовательных процессов на всей площади таежной зоны. Западно-Сибирская равнина характеризуется исключительной обводненностью и заболоченностью, ее средняя и северная части относятся к одним из самых переувлажненных пространств на земной поверхности. Самые крупные в мире болотные массивы (Васюганский) расположены в южной тайге. Наряду с темнохвойной тайгой на Западно-Сибирской равнине встречаются сосновые леса, приуроченные чаще всего к песчаным отложениям древних аллювиальных равнин и к песчаным террасам вдоль речных долин. Кроме того, в пределах лесной зоны сосна является характерным деревом сфагновых болот и образует своеобразные ассоциации сфагновых сосняков на заболоченных почвах. Широколиственные породы (за исключением липы, изредка встречающейся в южных районах) в лесах Западной Сибири отсутствуют, в связи с чем здесь нет зоны широколиственных лесов. Увеличение континентальности климата обуславливает относительно резкий переход от лесоболотных ландшафтов к сухим степным пространствам южных районов равнины. Поэтому ширина лесостепной зоны в Западной Сибири невелика. Она характеризуется присутствием как лесных, так и степных растительных сообществ, а также болот (рямов), солончаков и лугов. Древесная растительность представлена березовыми и осиново-березовыми лесами, которые встречаются островками или в виде колков, приуроченных обычно к блюдцеобразным понижениям; основной фон образует луговая и разнотравно-злаковая степь. Только в Притоболье и Приобье этой зоны распространены естественные островные сосновые леса. Характерной чертой лесостепи Западной Сибири является гривно-лощинный рельеф и обилие соленых бессточных озер. Степная зона

охватывает южную часть Омской и юго-западную часть Новосибирской областей, а также западную часть Алтайского края. В нее входят Кулундинская, Алейская и Бийская степи. В пределах зоны по древним ложбинам стока ледниковых вод произрастают ленточные сосновые боры.

Наименьшим биоразнообразием на всех зональных участках Западной Сибири отличаются высшие сосудистые растения. В среднем флора Западной Сибири беднее по сравнению со смежными регионами примерно в 1,5 раза, особенно велик разрыв для таежной и тундровой зон. Более высоким относительным разнообразием характеризуется фауна Западной Сибири. В четырех основных отрядах млекопитающих Западной Сибири насчитывается 80 видов, для Восточной Сибири и Европейской России — соответственно 94 и 90. Видов, общих с Восточной Сибирью — 13, с Европейской Россией — 16, общих для всех трех регионов — 51; встречающихся только в Западной Сибири — нет. Наибольшим разнообразием отличается фауна птиц, основная часть видов которых в Западной Сибири — перелетные. По общему количеству видов птиц Западная Сибирь ни в одном зональном участке существенно не уступает смежным регионам, а по водоплавающим и околоводным превосходит их [3].

Западная Сибирь, как ни один другой в мире регион, изобилует реками, озерами и болотами. Они способствуют активной миграции химических загрязнений, поступающих в реку Обь из многочисленных источников, которая выносит их в Обскую губу и далее в Ледовитый океан, подвергая опасности разрушения экосистемы, удаленные от районов активного хозяйственного освоения, в том числе нефтегазового комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суслов С.П. Западная Сибирь (физико-географическая характеристика). М.: ОГИЗ, Государственное изд-во географической литературы, 1947. 176 с.
2. Абрамович Д.И., Крылов Г.В., Николаев В.А., Терновский Д.В. Западно-Сибирская низменность. Очерк природы. М.: Государственное изд-во географической литературы, 1963. 254с.
3. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть: Учеб. для студ. геогр. спец. вузов. 4-е изд., исправ. и доп. М.: Высшая школа, 1987. 448 с.
4. Западная Сибирь. М., 1963
5. Физико-географическое районирование Тюменской области, М., 1973
6. Атлас Тюменской области. Вып.1. М., Тюмень: ГУГК, 1971. 27 л.
7. Атлас Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. Т. 2. Природа. Экология. Ханты-Мансийск—Москва, 2004. 152 с.
8. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа. ФГУП «Омская картографическая фабрика», 2004. 303 с.
9. Лупинович И.С. Страна Западно-Сибирской низменности // Естественно-историческое районирование СССР. М.-Л., 1947.
10. Помус М.И. Западная Сибирь (экономико-географическая характеристика). М., 1956.
11. Рельеф Западно-Сибирской равнины / Земцов А.А., Мизеров Б.В., Николаев В.А. и др. Новосибирск: Наука. Сиб.отд-ние, 1988. 192с.
12. Архипов С.А., Вдовин В.В., Мизеров Б.В., Николаев В.А. Западно-Сибирская равнина. Сер. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1970. 279 с.
13. Величко А.А., Тимирева С.Н. Западная Сибирь — великая позднеледниковая пустыня // Природа. 2005. №5. С. 54-62.