

УДК 911.2:551.58(571.122)

ДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ГОРОДА ХАНТЫ-МАНСИЙСКА**Кузнецова Э.А., Соколов С.Н., Кушанова А.У., Прасина Ю.А.***ФГБОУ ВО «Нижневартровский государственный университет», Нижневартовск,
e-mail: elzanv07@yandex.ru*

Изменения климата, темпы которых в последние десятилетия существенно возросли, в той или иной степени оказывают влияние на все сферы человеческой деятельности, представляя собой новые условия, в которых эта деятельность должна осуществляться. Оценка таких изменений на региональном уровне является актуальной задачей, что и раскрыто в данной статье. Особую значимость климатические условия имеют в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, на территории которого идет интенсивная добыча нефти и газа, имеющих мировое значение. В этой ситуации географическая оценка климатических условий жизни людей и хозяйственного освоения приобретает особую актуальность. Поэтому необходимо рассмотреть продолжительность лета и зимы, а также изменение тепло- и влагообеспеченности территории путем расчета гидротермического коэффициента Селянинова и индекса биоклиматической эффективности климата Иванова. В г. Ханты-Мансийске начало зимы и конец зимы могут запаздывать или опережать средние сроки их наступления. За период с 2011 по 2020 г. продолжительность самой короткой зимы составляла 140 дней, а самой длинной – 188 дней. Величина среднего отклонения в продолжительности зимы – 18 дней. В рассматриваемый период чаще всего наблюдались длинные зимы, чем короткие. Ранее начало зимы неблагоприятно для хозяйственной деятельности человека, так как сокращается вегетационный период растений, увеличивается отопительный период. За рассматриваемый период гидротермический коэффициент в среднем составлял 1,415, т.е. в основном наблюдалась повышенная влагообеспеченность территории. Индекс биоклиматической эффективности климата составлял 22,15, что соответствует высокому уровню экологического потенциала и наиболее устойчивых геосистемах.

Ключевые слова: Ханты-Мансийск, климат, оценка, биоклиматические условия, особенности погодно-климатического режима

DYNAMIC FEATURES OF THE WEATHER AND CLIMATE REGIME IN THE CITY OF KHANTY-MANSIYSK**Kuznetsova E.A., Sokolov S.N., Kushanova A.U., Prasina Yu.A.***Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, e-mail: elzanv07@yandex.ru*

Climate change, the pace of which has increased significantly in recent decades, to varying degrees affects all spheres of human activity and creates a new environment in which these activities should be carried out. Assessment of these changes at the regional level is an urgent task which is dwelt upon in this article. Climatic conditions in Khanty-Mansiysk Autonomous Area-Yugra are of particular importance due to the region's intensive oil and gas production of global importance. Given this context, geographical assessment of climatic conditions of human life and economic development becomes particularly relevant. Therefore, it is necessary to consider the duration of summer and winter, as well as changes in the heat and moisture supply of the territory by calculating the Selyaninov's hydrothermal coefficient and the climate biological efficiency index of N.N. Ivanov. In Khanty-Mansiysk, the beginning of winter and the end of winter may be late or ahead of the average time of their onset. For the period 2011-2020, the shortest winter was 140 days, and the longest was 188 days. The average deviation in the duration of winter is 18 days. During the period under review, long winters were more common than the short ones. The early winter has a negative impact on human economic activity, as the growing season of plants is shortened, and the heating period increases. During the period under review, the average hydrothermal coefficient was 1.415 (± 0.403), i.e., the increased moisture supply of the territory was mainly observed. The climate biological efficiency index was 22.15 (± 4.04), which corresponds to a high level of ecological potential and geosystems of high stability.

Keywords: Khanty-Mansiysk, climate, assessment, bioclimatic conditions, dynamic features of the weather and climate regime

Климатические условия представляют собой совокупность динамики основных метеорологических элементов в нижней атмосфере, определяющих деятельность человека. Охлаждение или потепление, связанные с изменением климата, могут происходить в течение различных длительных периодов времени. Важным отличительным признаком является различие между теми погодными процессами, которые происходят в рамках климатической зоны, и самим изменением климата, которое увеличивает

или снижает вероятность возникновения определенных погодных условий. Таким образом, можно исследовать динамические особенности погодно-климатического режима территории г. Ханты-Мансийска за период с 2011 по 2020 г., что говорит о наличии тенденций к ряду климатических колебаний.

Изменения климата также являются результатом деятельности человека на планете, такой как массовое использование ископаемого топлива, в то время как есте-

ственное изменение климата происходит в течение очень длительных периодов времени, что влечет за собой определенную адаптацию видов животных и растений, антропогенные изменения (т.е. связанные с деятельностью человека) происходят очень быстро и, следовательно, угрожают часто хрупким экосистемам.

Нынешнее глобальное потепление – это повышение средней температуры околоземной атмосферы и морей с начала индустриализации. Это антропогенное изменение климата, поскольку оно в основном связано с деятельностью энергетического, сельского и лесного хозяйства, промышленности, в транспортном и строительном секторах, выделяющих парниковые газы [1].

При антропогенном глобальном потеплении, без ужесточения мер по защите климата, ожидается, что температура поднимется на 4–5°C с конца XX по конец XXI в.; таким образом, потепление происходит примерно в 100 раз быстрее, чем при исторических природных изменениях климата [2].

Отдельного внимания заслуживает вопрос климатических условий города, которые обычно изменены по сравнению с окружающими районами [3]. Географическую оценку региона следует начинать с климата [4]. Для этого необходимо проанализировать средние статистические показатели климата [5]. Изменения климата происходят в быстром темпе, так что экосистемы и их компоненты не успевают адаптироваться. Поэтому оценка таких изменений особенно важна на региональном уровне. Изменение климата указывает на необходимость заблаговременного формирования разностороннего подхода к проблемам климата [6].

Оценка климатических условий имеет особую значимость в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, где экосистемы наиболее чувствительны к происходящим изменениям климата. Поэтому необходимо рассмотреть изменение перехода температур воздуха через 0°C осенью и весной, т.е. продолжительность лета и зимы, а также изменение влагообеспеченности территории путем расчета показателей балансового подхода за 2011–2020 гг.

Материалы и методы исследования

Нами для исследования была выбрана территория ХМАО-Югры, северное географическое положение которого накладывает отпечаток на развитие отраслей

экономики [7]. Город Ханты-Мансийск располагается в центральной части Западной Сибири [8]. Современное местоположение метеостанции г. Ханты-Мансийска – 61°03' с.ш. и 69°12' в.д., высота над уровнем моря 44 м. По классификации климатов А.А. Григорьева и М.И. Будыко город расположен в умеренном климатическом поясе, с умеренно теплым летом и умеренно суровой снежной зимой. Радиационный баланс составляет здесь 1100–1200 МДЖ/м², суммарная солнечная составляющая – 3400–3600 МДЖ/м². Продолжительность солнечного сияния изменяется с 1700 до 1800 ч, число дней без солнца – с 100 до 120. Средняя температура воздуха в январе равна -20°C, в июле 18°C, абсолютный минимум января – 49°C, абсолютный максимум июля – +37°C, годовая амплитуда 37–38°C. Здесь достаточно продолжительны устойчивые морозы (150–160 дней), средняя продолжительность безморозного периода на почве колеблется от 90 до 100 дней. Снежный покров наблюдается от 190 до 200 дней при средней из наибольших декадных высот от 50 до 60 см. Относительная влажность составляет 75%, месяцы с высокой относительной влажностью – это январь, ноябрь и декабрь. Средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха за холодный период (ноябрь – март) изменяется от 4,5 до 5°C. Среднее количество осадков не превышает 550 мм в год, 170–180 дней в году в г. Ханты-Мансийске фиксируются осадки. Скорость ветра не превышает 3–4 м/с, зимой наблюдаются ветры преимущественно южного и юго-западного направлений, летом – северные.

При оценке биоклиматического потенциала наиболее существенным показателем является сумма температур воздуха за период с температурами выше 10°C, которые иначе называют суммой активных температур. Степень комфортности природной среды для жизнедеятельности человека, также хозяйственной деятельности определяется совокупностью количественных характеристик периода с температурой выше 10°C, температурой, осадками.

Данные некоторых показателей погодно-климатического режима для Ханты-Мансийска приведены в табл. 1.

Среднегодовая температура воздуха г. Ханты-Мансийска составляет -0,8°C, количество осадков за год составляет 532 мм, среднегодовая влажность воздуха равна 77%, скорость ветра 2,4 м/с [9].

Таблица 1

Показатели погодно-климатического режима г. Ханты-Мансийска

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура воздуха, °С	-18,9	-17,3	-8,1	-1,2	7,4	15,2	18,3	14,5	7,8	0,5	-10,4	-16,8
Количество осадков, мм	32	24	27	29	48	55	62	81	55	46	38	36

Таблица 2

Градации гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова [10]

Значение ГТК	Влагообеспеченность	Значение ГТК	Влагообеспеченность
более 2,00	переувлажненная	0,60–0,41	очень низкая (средняя засуха)
2,00–1,51	избыточная		
1,50–1,41	повышенная	0,40–0,21	исключительно низкая (сильная засуха)
1,40–1,11	достаточная (оптимальная)		
1,10–0,76	недостаточная	менее 0,20	катастрофически низкая (очень сильная засуха)
0,75–0,61	низкая (слабая засуха)		

Таблица 3

Уровень экологического потенциала и шкала устойчивости геосистем в зависимости от градации БЭК

Значение БЭК	Уровень экологического потенциала	Шкала устойчивости геосистем
0–8	очень низкий	наиболее неустойчивые
8–12	низкий	неустойчивые
12–16	средний	умеренно устойчивые
16–20	относительно высокий	устойчивые
20 и более	высокий	наиболее устойчивые

В качестве критериев для оценки климатических условий территории обычно выбирается несколько ведущих, которые существенным образом влияют на качество географической среды.

Среди показателей балансового подхода для оценки климатических условий территории используют разнообразные характеристики тепло- и влагообеспеченности территории, среди которых можно отметить: гидротермический коэффициент Селянинова и индекс биоклиматической эффективности климата Иванова.

Гидротермический коэффициент Селянинова рассчитывается по формуле

$$\text{ГТК} = 10 \cdot R_{10} / \sum T_{10}, \quad (1)$$

где R_{10} – сумма осадков (мм) за период с температурой воздуха выше 10 °С; $\sum T_{10}$ – сумма температур (°С) за период с температурой воздуха выше 10 °С.

ГТК по Селянину интерпретируется следующим образом (табл. 2).

Данный показатель характеризует общие условия увлажнения и теплообеспеченности. С его помощью можно определять степень увлажнения с точки зрения соотношения тепла и влаги.

Индекс биоклиматической эффективности климата Н.И. Иванова рассчитывается по формуле

$$\text{БЭК} = 0,01 K_y \sum T_{10}, \quad (2)$$

где K_y – коэффициент увлажнения Г.Н. Высоцкого – Н.И. Иванова, который определяется по формуле

$$K_y = \frac{R}{0,0018 \sum (t + 25)^2 \cdot (100 - f)}, \quad (3)$$

где R – годовое количество выпавших осадков (мм), t – среднемесячная температура воздуха (°С); f – среднемесячная относительная влажность воздуха (%).

Годовая тепло- и влагообеспеченность характеризуется индексом биоклиматической эффективности климата (БЭК), включающим температуру и относительную влажность воздуха, а также атмосферные осадки, что, в свою очередь, хорошо отражает устойчивость геосистем.

В зависимости от величины индекса БЭК существуют разные интерпретации экологических условий. Так, авторы [11, 12] выделили уровень экологического потенциала и шкалу устойчивости экосистем (табл. 3).

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Наряду с изменениями климата в глобальных масштабах значительный интерес представляет изучение региональных климатических изменений, так как они широко используются для решения практических задач и применяются в различных нормах и правилах, используемых в строительстве, сельском хозяйстве и других отраслях [13].

Одним из ключевых климатических показателей является переход температур воздуха через 0 °С осенью и весной, его считают признаком начала и конца зимы. В XX в. эти даты приходились на 13 октября и 17 апреля в Ханты-Мансийске согласно Справочнику климата СССР [14]. Рассмотрим примеры флуктуаций гидрометеорологических показателей, наблюдающихся в пределах временного интервала с 2011 по 2020 г.

Если проанализировать данные за последнее десятилетие, то можно увидеть, что начало зимы и конец зимы может запаздывать или опережать средние сроки начала прошлого столетия. Величины отклонения могут достигать от нескольких дней до месяца, например осенью 2010 г. переход через 0 ° отмечался 15 ноября, в 2019 он регистрировался 17 октября. Таким образом, начало зимы за рассматриваемые годы наступало с первой декады октября по первую декаду ноября, но чаще в третью декаду октября. Конец зимы колебался от третьей

декады марта по первую декаду мая, чаще всего фиксировался в первой или третьей декаде апреля (табл. 4).

Продолжительность зимы в исследуемый период колебалась в следующих пределах: самая короткая – 140 дней (2010–2011 гг., 2015–2016 гг.), самая длинная – 188 дней (2017–2018 гг.). Очень короткой зима оказалась из-за раннего начала (15 ноября, 11 ноября) и раннего конца (4 апреля, 30 марта). Величина среднего отклонения в продолжительности зимы – 18 дней. В рассматриваемый период чаще всего наблюдались длинные зимы, чем короткие (табл. 5).

Раннее начало зимы неблагоприятно для хозяйственной деятельности человека, особенно если предшествующие лето и осень были холодными и дождливыми, так как сокращается вегетационный период растений, увеличивается отопительный период. Раннее окончание зимы и раннее начало весны хуже поздних, так как возможен возврат холодов, весны становятся затяжными.

Расчетные показатели гидротермического коэффициента и биоклиматической эффективности климата за 2011–2020 гг. приведены в табл. 6.

Для Ханты-Мансийска среднее многолетнее значение гидротермического коэффициента составляет 1,55, что говорит об избыточном увлажнении территории. За период 2011–2020 гг. ГТК в среднем составлял 1,415 (±0,403), т.е. наблюдалась повышенная влагообеспеченность, хотя в 2011, 2016 и 2020 гг. она была недостаточная.

Таблица 4

Даты перехода температур воздуха через 0 °С

Год	Даты перехода температур через 0 °		Год	Даты перехода температур через 0 °	
	весна	осень		весна	осень
2010	15 апреля	15 ноября	2016	30 марта	11 октября
2011	4 апреля	25 октября	2017	9 апреля	21 октября
2012	31 марта	22 октября	2018	27 апреля	28 октября
2013	20 апреля	15 октября	2019	1 мая	17 октября
2014	20 апреля	7 октября	2020	10 апреля	8 ноября
2015	2 апреля	11 ноября			

Таблица 5

Продолжительность зимы

Период	Продолжительность зимы	Период	Продолжительность зимы
2010–2011	140	2015–2016	140
2011–2012	158	2016–2017	180
2012–2013	180	2017–2018	188
2013–2014	186	2018–2019	185
2014–2015	176	2019–2020	176

Таблица 6

Показатели балансового подхода для оценки климатических условий

Годы	ГТК	Влагообеспеченность	БЭК	Экологический потенциал	Устойчивость геосистем
2011	0,86	недостаточная	12,29	средний	умеренно устойчивые
2012	0,91	недостаточная	26,13	высокий	наиболее устойчивые
2013	1,63	избыточная	23,57	высокий	наиболее устойчивые
2014	2,17	переувлажненная	28,81	высокий	наиболее устойчивые
2015	2,46	переувлажненная	30,26	высокий	наиболее устойчивые
2016	1,08	недостаточная	19,15	относительно	устойчивые
2017	1,37	достаточная	16,57	высокий	устойчивые
2018	1,41	повышенная	21,47	высокий	наиболее устойчивые
2019	1,16	достаточная	21,43	высокий	наиболее устойчивые
2020	1,10	недостаточная	21,80	высокий	наиболее устойчивые

Среднее многолетнее значение индекса биоклиматической эффективности климата в Ханты-Мансийске равно 19,68, что говорит об относительно высоком уровне экологического потенциала и устойчивых геосистемах. За период 2011–2020 гг. БЭК в среднем составлял 22,15 ($\pm 4,04$), что соответствует высокому уровню экологического потенциала в наиболее устойчивых геосистемах, в то время как в 2011 г. экологический потенциал был средним, устойчивость геосистем была умеренная.

По показателям тепло- и влагообеспеченности можно судить о недостатке или избытке тепла или влаги на той или иной территории.

Заключение

Изменение климата является одной из важнейших международных проблем XXI в., которая выходит за рамки научной дискуссии и представляет собой комплексную междисциплинарную проблему, охватывающую экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития как России, так и всего мирового сообщества.

Проблемы современного изменения климата в наши дни являются общепризнанными. Изменения климата являются частью планетарных изменений природной среды и проявляются на различных уровнях – от глобального до регионального. Основная идея заключается в том, что изменение климата на региональном уровне (например, ландшафтные зоны, бассейны рек, страны и их регионы) имеет индивидуальный характер. Наблюдаемые в настоящее время изменчивость и изменение климата и адаптация к ним на региональном и локальном уровнях стали повседневной

реальностью. Причины выявленных флуктуаций погодно-климатического режима в пределах г. Ханты-Мансийска, как и особенности его микроклимата, представляют собой существенный научный интерес и требуют своего изучения.

Последствия изменения климата заключаются в повышении средней температуры у поверхности Земли, изменении количества осадков, гидрологического режима водоемов. Изменения климата отражаются на водных ресурсах озер и водохранилищ, на их качестве, а также на ледово-термическом режиме водоемов.

Список литературы / References

1. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: анализ ситуаций и прогнозные оценки. М.: ЛЕНАНД, 2011. 208 с.

Revich B.A., Maleev V.V. Climate change and public health in Russia: situation analysis and forward-looking estimates. М.: LENAND, 2011. 208 p. (in Russian).

2. Филандышева Л.Б., Ромашова Т.В. Тенденции изменения сезонных ритмов климата и условий функционирования ландшафтов в подтайге Западно-Сибирской равнины // Ландшафтная география в XXI веке: материалы Международной научной конференции (г. Симферополь, 11–14 сентября 2018 г.). Симферополь: Изд-во ИТ «АРИАЛ», 2018. С. 189–192.

Filandysheva L.B., Romashova T.V. Trends in seasonal rhythms of climate and conditions of functioning of landscapes in the sub-taiga of the West Siberian plain // Landshaftnaya geografiya v XXI veke: Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (g. Simferopol, 11–14 sentyabrya 2018 g.). Simferopol: Izd-vo IT «ARIAL», 2018. P. 189–192 (in Russian).

3. Густокашина Н.Н. Многолетние изменения основных элементов климата на территории Предбайкалья. Иркутск: Издательство Института географии СО РАН, 2003. 107 с.

Gustokashina N.N. Long-term changes in the main elements of the climate in the territory of the Pre-Baikal region. Irkutsk: Izdatel'stvo Instituta geografii SO RAN, 2003. 107 p. (in Russian).

4. Кузнецова Э.А., Соколов С.Н. Оценка условий жизни населения ХМАО-Югры по биоклиматическим индексам // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы: материалы Международной научно-практической конференции (г. Воронеж,

3–5 октября 2019 г.). Воронеж: Изд-во «Цифровая полиграфия», 2019, Т. 2. С. 390–394.

Kuznetsova E.A., Sokolov S.N. Assessment of the living conditions of the population of the KhMAO-Yugra by bioclimatic indices // Global'nye klimaticheskie izmeneniya: regional'nye e'ffekty, modeli, prognozy: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Voronezh, 3–5 oktyabrya 2019 g.). Voronezh: Izd-vo «Cifrovaya poligrafija». 2019. Vol. 2. P. 390–394 (in Russian).

5. Оганесян В.В. Климатические изменения периодов засух и избыточного увлажнения на территории России // Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. 2011. Т. XXIV. С. 307–316.

Oganesyan V.V. Climatic changes of periods of droughts and excessive moisture in the territory of Russia // Problemy e'kologicheskogo monitoringa i modelirovanie e'kosistem. 2011. Vol. XXIV. P. 307–316 (in Russian).

6. Бедрицкий А.И., Куролап С.А., Вильфанд Р.М., Дмитриева В.А. Стратегические направления обеспечения экологической и гидрометеорологической безопасности России в условиях современных климатических изменений // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2019. № 4. С. 5–14. DOI: 10.17308/geo.2019.4/2706.

Bedritsky A.I., Kurolap S.A., Vilfand R.M., Dmitrieva V.A. Strategic directions of ensuring ecological and hydrometeorological safety of Russia in the conditions of modern climatic changes // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoe'kologiya. 2019. № 4. P. 5–14. DOI: 10.17308/geo.2019.4/2706 (in Russian).

7. Кузнецова Э.А., Соколов С.Н. Континентальность климата Сибирского региона // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2020. № 4. С. 44–52. DOI: 10.17308/geo.2020.4/3064.

Kuznetsova E.A., Sokolov S.N. Continentality of the climate of the Siberian region // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoe'kologiya. 2020. № 4. P. 44–52. DOI: 10.17308/geo.2020.4/3064 (in Russian).

8. Кузнецова Э.А., Соколов С.Н. Гидрология, метеорология и климатология: климатические расчеты: учебное пособие. Нижневартовск: НВГУ, 2019. 86 с.

Kuznetsova E.A., Sokolov S.N. Hydrology, meteorology and climatology: climate calculations: textbook. Nizhnevartovsk: NVGU, 2019. 86 p. (in Russian).

9. Климат Ханты-Мансийска. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/23933.htm> (дата обращения: 12.05.2021).

Climate of Khanty-Mansiysk. [Electronic resource]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/23933.htm> (date of access: 12.05.2021) (in Russian).

10. Переведенцев Ю.П., Шарипова Р.Б., Важнова Н.А. Агроклиматические ресурсы Ульяновской области и их влияние на урожайность зерновых культур // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2012. Вып. 2. С. 120–126.

Perevedentsev Yu.P., Sharipova R.B., Vazhnova N.A. Agro-climatic resources of the Ulyanovsk region and their impact on the yield of grain crops // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle. 2012. Vyp. 2. P. 120–126 (in Russian).

11. Абалаков А.Д., Лопаткин Д.А. Устойчивость ландшафтов и ее картографирование // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2014. Т. 8. С. 2–14.

Abalakov A.D., Lopatkin D.A. Landscape stability and its mapping // Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Nauki o Zemle. 2014. Vol. 8. P. 2–14 (in Russian).

12. Исаченко А.Г. Теория и методология географической науки. М.: Академия, 2004. 400 с.

Isachenko A.G. Theory and methodology of geographical science. M.: Akademiya, 2004. 400 p. (in Russian).

13. Лазарев О.Е., Мартянова И.А. Изучение температурного режима осадков территории Волговерховья с использованием современных метеорологических данных // Вестник ТвГУ. Серия География и геоэкология. 2012. Вып. 1 (10). № 30. С. 65–83.

Lazarev O.E., Martyanova I.A. Study of the temperature regime of precipitation in the Volga-Verkhovye region using modern meteorological data // Vestnik TvGU. Seriya Geografiya i geoe'kologiya. 2012. Vyp. 1 (10). № 30. P. 65–83 (in Russian).

14. Справочник по климату СССР: температура воздуха и почвы Тюменской и Омской области / Отв. ред. А.А. Шумакова. Ч. 2. Вып. 17. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 276 с.

Reference book on the climate of the USSR: air and soil temperature of the Tyumen and Omsk regions / Ed. by A.A. Shumakov. Ch. 2. Vyp. 17. L.: Gidrometeoizdat, 1965. 276 p. (in Russian).