УДК 911.2
https://doi.org/10.17816/edgcc33996

THE REACTION OF THE ENVIRONMENT TO CLIMATE CHANGE IN NORTHERN LATITUDES (ON THE EXAMPLE OF THE TAIGA ZONE OF THE KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG – YUGRA)

Kuznetsova V.P.[1]

[1] Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia

Corresponding authors: Ver597@yandex.ru

Citation: Kuznetsova V.P. 2020. The reaction of the environment to climate change in the Northern latitudes (on the example of the taiga zone of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Yugra) // Environmental dynamics and global climate change. V. 11. N. 2. P. 24-36.

DOI: 10.17816/edgcc21261

Text of the article in English: https://edgccjournal.org/EDGCC/article/view/33996

The article presents some results of the study of the impact of modern climate change on the natural environment in the taiga zone of the Khanty-Mansiysk Autonomous Area-Yugra. Multi-year indicators of annual average air temperature and duration of stable snow cover are given according to the data of some meteorological stations of the region. Phenological processes under conditions of climate change of the investigated territory are analyzed. Dangerous hydrometeorological phenomena observed in the territory of Khanty-Mansiysk Autonomous Area-Yugra are presented.

Key words: climate change, phenology, taiga zone, northern regions, dangerous hydrometeorological phenomena

В статье изложены некоторые результаты исследования влияния современного изменения климата на природную среду в условиях таежной зоны Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. Приведены многолетние показатели средней годовой температуры воздуха и продолжительности залегания устойчивого снежного покрова по данным некоторых метеорологических станций региона. Определена реакция природной среды на основе анализа фенологических процессов в условиях изменения климата исследуемой территории. Представлены опасные гидрометеорологические явления, наблюдаемые на территории в ХМАО-Югры.

Ключевые слова: изменение климата, фенология, зона тайги, северные регионы, опасные гидрометеорологические явления.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно результатам мониторинга состояния приземной атмосферы, в последние годы сохраняется тенденция к потеплению в различных регионах земного шара и, особенно, в высоких широтах. В течение 1936-2018 гг. наблюдается статистически значимый (на 5-% уровне значимости) положительный линейный тренд средней годовой температуры для широтных зон 60-70 и 70-85° с.ш. и в целом для Северной полярной области [Доклад об особенностях климата на территории РФ, 2018].

Изменение климата и его воздействие на условия функционирования ландшафтов, фенологические процессы и структуру сезонных ритмов, а также на хозяйственную деятельность населения, в настоящее время отчетливо проявляются в северных регионах, в том числе на территории Западно-Сибирской равнины, что находит свое отражение в трудах ряда ученых [Гашев С.Н. 2012, Бахмутов В.А. и др., 2011, Евсеева Н.С., Филандышева Л.Б., 2016, Евсеева Н.С. и др., 2015, Земцов В.А., Филандышева Л.Б., 2012, Кузнецова В.П., 2016, Окишева Л.Н., 2010, Окишева Л.Н., 1984, Окишева Л.Н., Филандышева Л.Б., 2015, Филандышева Л.Б., Окишева Л.Н. 2002, Ширяев А.Г. 2009].

Исследования ученых подтверждают, что на территории Западной Сибири потепление вызывает реакцию природной среды и может привести к смещению границ природных зон, вследствие чего необходимо пересматривать условия функционирования геосистем различных природных зон и провинций и уточнять их рубежи (например, южную границу северной тайги следует проводить севернее на западе и востоке, по сравнению с предлагаемыми схемами природного районирования; северную границу северной тайги на востоке можно проводить также несколько севернее (выше Игарки); южную границу тундры – севернее Тазовского (обычно южнее); южную границу арктической

тундры проводить на западе значительно южнее (через Марре-Сале, а не через Тамбей) [Окишева Л.Н., Филандышева Л.Б. 2015].

На Урале зафиксированы факты смещения на север границ ареалов многих видов грибов (*Clavaria incarnata* Weinm., *Clavariadelphus truncatus* (Quél.) Donk, *Polyporus alveolaris* (DC.) Bondartsev & Singer, *Polyporus rhizophilus* (Pat.) Sacc., *Sarcodontia crocea* (Schwein.) Kotl. и другие), ранее встречавшихся исключительно в широколиственных и смешанных лесах, в степях Урало-Сибирского региона, а в настоящее время распространенными в лесах юга Свердловской и Тюменской областей [Ширяев А.Г. 2009]. Кроме этого, с глобальным потеплением ученые связывают продвижение северной границы леса по Ямалу и повышение верхней границы леса в горах Приполярного и Полярного Урала. Климатическими изменениями объясняется появление одного из исчезающих видов грибов (*Clavulina amethystina* (Bull.) Donk) в среднетаежных лесах Свердловской области и западной части Ханты-Мансийского автономного округа-Югры [Ширяев А.Г. 2009].

Средняя скорость роста средней годовой температуры воздуха на территории России за 1976- 2018 гг. составила 0,47оС/10 лет [Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации, 2018], что приводит к интенсивному таянию многолетней мерзлоты и имеет большое значение для природы северных регионов [Евсеева Н.С. и др., 2015]. За период систематических наблюдений (примерно с середины 1990-х годов) на площадках мониторинга отмечается увеличение средней глубины сезонного протаивания многолетнемерзлых пород на 1-2 см в Западной Сибири. Значительное влияние на это оказывает внутригодовая изменчивость температуры воздуха и количества осадков [Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории РФ]. Ученые связывают повышение средней многолетней температуры воздуха, обусловленное глобальным потеплением климата с изменениями площадей термокарстовых озер криолитозоны в зонах распространения мерзлоты Западной Сибири, что требует разработки методических вопросов для выявления озерно-термокарстовых ландшафтов [Брыксина Н.А и др, 2009, Брыксина Н.А и др. 2012, Полищук Ю.М., Богданов А.Н. 2015].

Современное изменение климата сопровождается увеличением роста опасных гидрометеорологических явлений, среди которых отмечаются наводнения, сильные ветры, ливневые дожди, град, засухи, наносящие серьезный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения, что также отмечается и на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры [Доклад об особенностях климата на территории РФ, 2018]. Вопрос об изменении климата и его влиянии на характер природных процессов, следствием которых является и увеличение числа опасных гидрометеорологических явлений, весьма актуален. В этой связи, важное значение приобретает исследование неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений, представляющих угрозу для природной среды, хозяйства, жизни и здоровья населения, которые способны привести к экологическому и экономическому ущербам.

Ханты-Мансийский автономный округ-Югра относится к территориям с дискомфортными и экстремальными условиями для проживания, с умеренным, суровым континентальным климатом и приравнен к районам Крайнего Севера. Характерными чертами климата являются разнообразие и быстрая смена погоды во все сезоны, особенно при переходе от осени к зиме и от весны к лету. Суточные и сезонные колебания температуры воздуха, долгая продолжительная и холодная зима, короткое холодное лето, так же характеризуют климат территории [Зуевский В.П., 2000].

При исследовании изменений климата становится все более актуальным изучение фенологических явлений, которые отражают сезонную ритмику природы. Целью работы является исследование реакции природной среды на современное изменение климата с применением анализа фенологических явлений, а также анализ опасных гидрометеорологических явлений на территории ХМАО-Югры.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выявления реакции природной среды на изменения климата на территории таежной зоны Ханты-Мансийского автономного округа-Югры нами проведены сбор, обработка и сопряженный анализ многолетних рядов климатической и фенологической информации по исследуемой территории. Анализ многолетних рядов метеорологических параметров проводился по данным за отдельные месяцы специализированных массивов для климатических исследований Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации (ВНИИГМИ-МЦД). По данным авиационной метеорологической станции Нижневартовска автором вычисле-

ны значения отдельных за месяц и средних годовых климатических показателей. Источниками фенологических сведений послужили летописи природы особо охраняемых природных территорий, данные фенологического архива Русского географического общества, а также собственные наблюдения, на основе которых нами составлен календарь природы города Нижневартовска и его окрестностей за 2007-2019 гг.

В качестве основных методов в исследовании применялись: исторический, картографический, математический, статистический, информационный анализ и синтез, фенологический мониторинг. Анализ сроков наступления фенологических явлений позволил получить выводы о временных границах и тенденциях изменения сроков наступления фенологических сезонов по некоторым пунктам на территории таежной зоны ХМАО-Югры.

К настоящему моменту, по результатам наших наблюдений, накоплены сведения о сроках наступления фенологических явлений на территории города Нижневартовска за период 2007-2019 гг. и проведен анализ метеорологических рядов за соответствующие годы (таблица 1).

Для определения пространственно-временной изменчивости климатических условий региона нами выполнен анализ многолетних средних годовых показателей температуры воздуха, суммы атмосферных осадков и высоты снежного покрова по метеостанциям Березово, Октябрьское, Ханты- Мансийск, Угут и Нижневартовск (таблица 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Явления природы, периодически повторяющиеся через определенные сроки, способны отразить воздействие изменения климата на природную среду, поскольку они являются комплексными показателями местных физико-географических условий. В связи с этим, сведения о фенологических процессах позволяют определить особенности реакции природной среды на наблюдаемые климатические изменения в определенном регионе. Предыдущие исследования [Кузнецова В.П. 2016] дополнены новыми аналитическими сведениями, что позволяет нам выявлять особенности влияния основных метеорологических факторов на динамику фенологических процессов в условиях изменения климата на территории таежной зоны Ханты-Мансийского автономного округа-Югры.

Анализ многолетнего хода основных метеорологических показателей – температуры воздуха, атмосферных осадков и высоты снежного покрова на метеорологических станциях Березово, Октябрьское, Ханты-Мансийск, Угут, Нижневартовск, позволяет сделать определенные выводы об особенностях климата и погодных условий таежной зоны округа и необходим для изучения фенологической реакции на климатические условия. Указанные пункты метеорологических наблюдений располагаются в различных природно-климатических условиях, определяющих особенности и различия метеоусловий на локальном уровне в пределах Ханты-Мансийского автономного округа-Югры (таблица 2).

Таблица 1. **Анализируемые данные метеорологических станций и пунктов фенологических наблюдений по территории ХМАО-Югры**

Метеостанция, координаты	Период наблюдения			Пункты фенологических наблюдений	Период наблюдения
	Температура воздуха	Сумма атмосферных осадков	Высота снежного покрова		
Березово 63°93' с. ш. 65°05' в. д.	32 (1988-2019)	31 (1983-2013)	29 (1983-2012)	Заказник «Березовский»	17 (1997-2013)
				Заказник «Вогулка»	16 (1997-2012)
Октябрьское 62°45' с. ш. 66°05' в. д.	32 (1988-2019)	31 (1983-2013)	29 (1983-2012)	Заказник «Унторский»	12 (2002-2013)
Ханты-Мансийск 61°02' с. ш. 69°03' в. д	32 (1988-2019)	31 (1983-2013)	нет данных		
Угут 60°50' с. ш. 74°02' в. д.	29 (1988-1995; 1997; 1999-2018)	29 (1983-1995; 1997; 1999-2013)	30 (1983-2013)	Заповедник «Юганский»	26 (1988-2013)
Нижневартовск 60°57' с. ш. 76°32' в. д.	32 (1988-2019)	32 (1988-2019)	31 (1988-2019)	г. Нижневартовск и его окрестности	13 (2007-2019)

Таблица 2. **Климатические характеристики**

Метеорологическая станция	Средняя годовая температура воздуха, °С			Годовая сумма атмосферных осадков, мм			Средняя высота устойчивого снежного покрова, см		
	n	$X_{ср.}$	σ	n	$X_{ср.}$	σ	n	$X_{ср.}$	σ
Березово	32 (1988-2019)	-2,7	1,35	31 (1983-2013)	526,9	77,89	29 (1983-2012)	35	10,1
Октябрьское	32 (1988-2019)	-1,5	1,13	31 (1983-2013)	605,8	89,71	29 (1983-2012)	44	11,06
Ханты-Мансийск	32 (1988-2019)	-0,5	1,06	31 (1983-2013)	525,5	84,6	нет данных		
Угут	29 (1988-1995; 1997; 1999-2018)	-0,7	0,99	29 (1988-1995; 1997; 1999-2018)	588,5	88,8	30 (1983-2013)	37	6,15
Нижневартовск	32 (1988-2019)	-1,4	1,20	32 (1988-2019)	546,4	108,22	31 (1988-2019)	40	7,94

Примечание: n – количество лет наблюдений; Хср. – среднее многолетнее значение климатической характеристики; σ – среднее квадратическое отклонение.

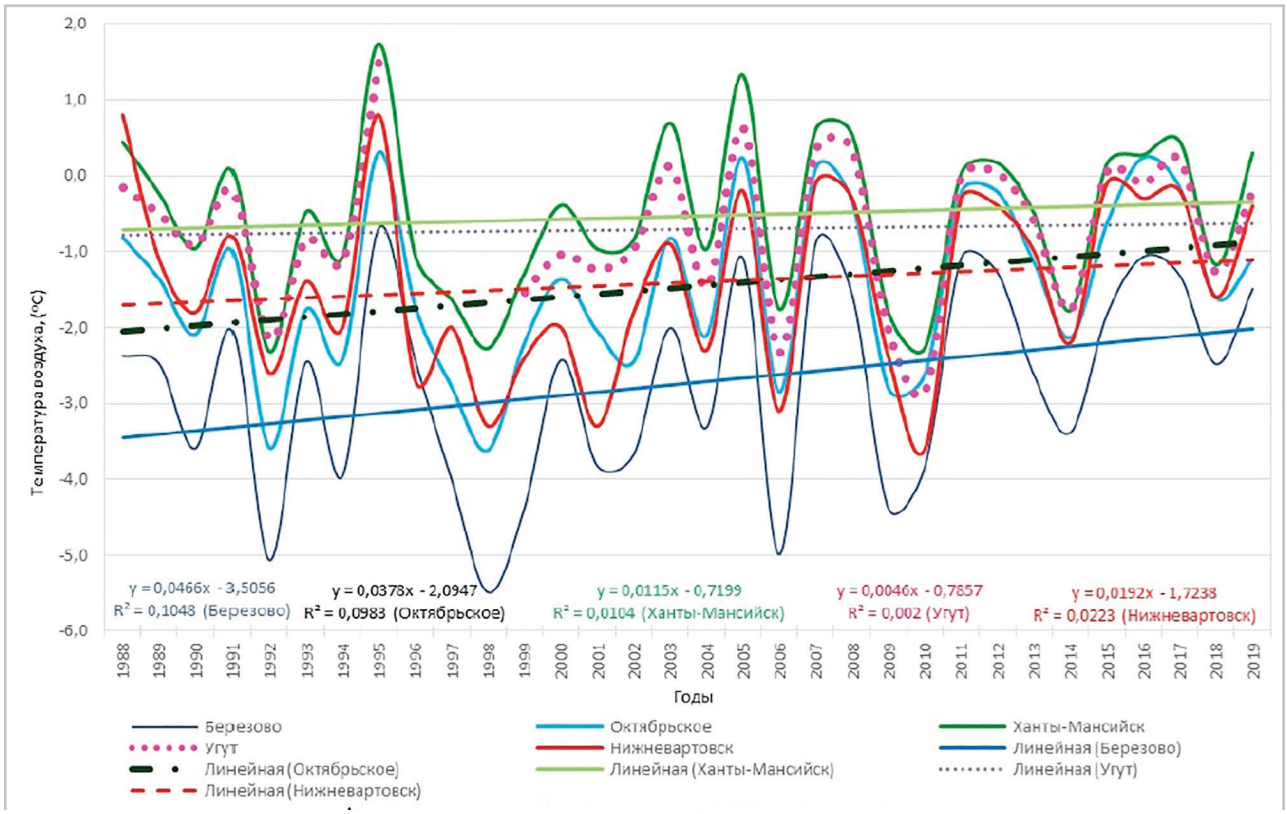
В ходе исследования установлено, что для указанных пунктов характерны общие черты в многолетней изменчивости температуры воздуха. Так, на широтах метеостанций Березово, Октябрьское, Ханты-Мансийск, Угут, Нижневартовск, за исследуемый временной интервал отчетливо выделяются периоды потепления, сменяющиеся похолоданием. Определены соответствующие временным интервалам во всех обозначенных пунктах и циклы похолодания с наименьшими средними годовыми температурами воздуха в 1992, 1998, 2006, 2009, 2010, 2014 и 2018 гг. По данным метеостанций, выявляются годы с наибольшей средней температурой воздуха за периоды потепления, характерные для каждого пункта наблюдений: 1991, 1995, 2005, 2007, 2008, 2011 и 2016 гг. Особенно ярко выражено повышение средней годовой температуры воздуха за многолетний период на территории ХМАО-Югры в 1995 и 2005 годах. Средняя периодичность колебаний температуры воздуха 5 лет (рис. 1).

Графический анализ многолетних рядов температуры воздуха по данным метеорологических станций свидетельствует о тенденции повышения средней годовой температуры воздуха в таежной зоне Ханты-Мансийского автономного округа-Югры за последние 32 года (рис. 1).

Средняя годовая температура воздуха в г. Нижневартовске за последние 10 лет (период 2010-2019 гг.) составляет -1°С. За период 1988-2019 гг. 2010 год характеризуется самой низкой температурой воздуха (-3,6°С), что на 0,3°С ниже значений в 1998 и 2001 гг. При анализе показателей динамики средней годовой температуры воздуха в г. Нижневартовске за три последних десятилетия выявлено, что наиболее теплым стало последнее десятилетие. Для периодов 1990-1999 гг. и 2000- 2009 гг. выявлены наибольшие темпы роста средней годовой температуры воздуха (таблица 3).

Таблица 3. **Климатические характеристики**

Период	Средняя годовая, °С	Минимум за период, °С	Максимум за период, °С	Средний темп роста температуры воздуха за указанный период, %	Изменение температуры воздуха в среднем за указанный период, °С	Коэффициент тренда b
10 лет (2010-2019)	-1,0	-3,6	-0,1	0,78	+0,36	0,15 (статистически не значим)
10 лет (2000-2009)	-1,6	-3,3	-0,1	1,02	-0,04	0,13 (статистически не значим)
10 лет (1990-1999)	-1,8	-3,3	+0,8	1,03	-0,06	-0,12 (статистически не значим)
30 лет (1990-2019)	-1,5	-3,6	+0,8	0,94	+0,04	0,15 (статистически не значим)



Метеостанция	Статистическая значимость (при уровне значимости 0,05)	
	коэффициент a	коэффициент b
Березово	не подтверждается	подтверждается
Октябрьское	не подтверждается	подтверждается
Ханты-Мансийск	не подтверждается	не подтверждается
Угут	не подтверждается	не подтверждается
Нижневартовск	не подтверждается	подтверждается

Рис.1. График многолетнего хода средней годовой температуры воздуха (°С) по данным метеорологических станций Березово, Октябрьское, Ханты-Мансийск, Угут, Нижневартовск за период 1988-2019 гг.

Средняя многолетняя сумма атмосферных осадков за указанные годы в пунктах наблюдений (таблица 2) составляет 558,6 мм. В работе [Кузнецова, 2016] выявлены периоды увеличения количества осадков: 1985-1986 гг., 1990-1991 гг., 1994-1995 гг., 1998-2003 гг., 2006-2008 гг., 2011-2013 гг. Наиболее выраженные интервалы с низким значением годовой суммой осадков, наблюдались в 1987-1989 гг., 1992-1993 гг., 1996-1997 гг., 2004-2005 и 2009-2010 гг. [Кузнецова, 2016]. На протяжении исследуемого периода в пунктах наблюдения Нижневартовск, Угут, Березово прослеживается устойчивая тенденция роста средней высоты снежного покрова [Кузнецова, 2016].

Одним из важных индикаторов реакции природной среды на изменения климатических условий территорий северных широт являются сроки образования и схода снежного покрова, характеризующие продолжительность морозного периода. Для территории таежной зоны на востоке Ханты-Мансийского автономного округа-Югры (г. Нижневартовск) свойственно заметное уменьшение продолжительности периода с устойчивым снежным покровом, что определяет фенологические границы зимнего сезона. В результате анализа продолжительности залегания снежного покрова на территории города Нижневартовска, определена тенденция сокращения периода с устойчивым снежным покровом за период 1988-2019 гг. (рис. 2).

Аномально теплая погода для ноября с максимальным значением температуры воздуха +4,6°С в 2008 г., +5,1°С в 2010 г., и +2,8°С в 2013 г. привела к позднему залеганию снежного покрова – в начале и во второй декаде этого месяца, в результате чего произошло нарушение биоритмов представителей фауны. В Нижневартовске сход снежного покрова происходит главным образом в первой декаде мая,

иногда – в апреле. Неблагоприятные погодные условия весной 2013 г., характеризующейся резкими перепадами температуры воздуха, близкой к норме, но относительно низкой средней температурой воздуха в мае (+3,8°С) способствовали относительно позднему сходу снежного покрова – в середине мая (таблица 4). За период 1988-2019 гг. для территории города Нижневартовска средняя продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет 204 дня.

ного сияния и повышения температуры воздуха, в окрестностях г. Нижневартовска, в самые ранние сроки за исследуемый период наблюдались процессы деградации снежного покрова и проявлялись признаки, характерные для раннего этапа весеннего фенологического сезона. В аномально теплый 2012 год в г. Нижневартовске происходил ранний сход снега. Кроме этого, метеорологическая обстановка способствовала раннему сходу снежного покрова (в апреле месяце) в 2016 и 2017 гг. (таблица 4).

Нижневартовск	Статистическая значимость (при уровне значимости 0,05)	
	коэффициент a	коэффициент b
Зимний сезон	подтверждается	подтверждается

Рис.2. График количества дней со снежным покровом в городе Нижневартовске за 1988-2019 гг.

Таблица 4. **Характеристика продолжительности залегания снежного покрова в окрестностях города Нижневартовска за 2007-2019 гг.**

Зимний сезон	Дата образования устойчивого снежного покрова	Дата схода снежного покрова	Длительность морозного периода (дни)
2018-2019	30 октября	06 мая	188
2017-2018	28 октября	09 мая	193
2016-2017	19 октября	29 апреля	192
2015-2016	20 октября	26 апреля	189
2014-2015	07 октября	05 мая	210
2013-2014	17 ноября	04 мая	168
2012-2013	21 октября	15 мая	206
2011-2012	30 октября	03 мая	186
2010-2011	16 ноября	07 мая	172
2009-2010	20 октября	09 мая	201
2008-2009	02 ноября	07 мая	186
2007-2008	21 октября	10 мая	202

Таким образом, метеорологические условия оказывают влияние на динамику процессов и зимнего сезона, например, в январе 2011 г. на фоне увеличения продолжительности солнеч-

Реакция природной среды на изменение климата сопровождается возникновением опасных гидрометеорологических явлений в условиях северного региона. На территории Ханты-

Мансийского автономного округа-Югры наблюдаются неблагоприятные и опасные гидрометеорологические явления, в том числе и обусловленные современным изменением климата, среди которых весенне- летнее половодье, приводящее к затоплению пониженных участков местности. Так, например, на последнее из масштабных наводнений в регионе оказал влияние и большой запас снега в зимний период 2014-2015 гг., а также интенсивные ливневые осадки летом 2015 года [Кузнецова В.П. 2016.]. Высокие уровни воды наносят серьезный ущерб экологической обстановке, селитебным территориям, транспортной и инженерной инфраструктуре, в результате чего пересматриваются установленные границы зон затопления и подтопления населенных пунктов [Kuznetsova V.et al, 2018]. Особенности метеорологических условий определяют функционирование природных комплексов и хозяйственной деятельности населения. Температурный режим, распределение атмосферных осадков, сроки схода и установления снежного покрова, уровни воды в реках и водоемах, оказывают значительное влияние на развитие пожароопасного сезона, как происходило, например, в 2012 году на территории региона [Кузнецова В.П. , 2016.].

Частые явления на территории округа – очень сильный ветер (скорость ветра 25 м/с и больше, отмечается круглый год), сильная метель (ухудшение видимости менее 500 м при скорости ветра 15 м/с, продолжающаяся более 12 часов, наблюдается в течение всего холодного периода года и весной, вплоть до начала июня), сильный мороз (в период с середины декабря до середины февраля в течение 3 суток и более сохраняется минимальная температура воздуха ниже -45°С) [Кузнецова В.П., 2016., Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды ХМАО-Югры]. Кроме этого, изменение климата сопровождается опасными гидрометеорологическими явлениями, которые не типичны для физико-географических условий территории Ханты-Мансийского автономного округа- Югры. Например, в последние годы наблюдались смерчи в окрестностях городов Нефтеюганска (лето 2010 г.), Ханты-Мансийска (июнь 2012 г.) и Сургута (июль 2016 г.). В городе Нижневартовске 28 февраля 2017 г. наблюдалась снежная гроза – редкое природное явление, ранее зафиксировано никогда не было в Югре.

В результате наблюдаемых изменений климата отмечается увеличение повторяемости экстремальных и катастрофических природных явлений за 2007-2019 гг. на территории ХМАО-Югры. Многие важнейшие характеристики климата, такие как продолжительность безморозного периода, сроки установления снежного покрова, наступление первых и последних заморозков и распределение осадков, стали более изменчивыми и изменение местного климата наиболее интенсивно проявляется в переходные сезоны года – весной и осенью. В уязвимых северных регионах необходимо продолжать исследования неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений, представляющих угрозу для природной среды, хозяйства, жизни и здоровья населения и приводящих к экологическому, а также экономическому ущербам.

Для указанных пунктов фенологических наблюдений (таблица 1) анализу подвергались сроки наступления явлений, принимаемые за начало весеннего, летнего, осеннего и зимнего фенологических сезонов, а также их продолжительность (по Т.Н. Буториной, 1974) на территории Западной Сибири (таблица 5) [Кузнецова, 2016].

Для пунктов фенологических наблюдений выявлены средние даты и тенденции изменения сроков наступления фенологических сезонов, определяемые метеорологическими условиями местности (таблица 6).

На территории города Нижневартовска, расположенного на востоке ХМАО-Югры, ход фенологических процессов значительно отличается от других исследуемых территорий округа. Здесь определенное влияние на фенологические явления оказывают условия урбанизированной среды. В весенний сезон сроки наступления феноявлений в г. Нижневартовске заметно опережают развитие фенологических процессов в других исследуемых пунктах (появление проталин, разрушение снежного покрова). При переходе от весеннего к летнему периоду, разница в средних сроках наступления фенологических явлений уменьшается, а развитие большинства осенних и зимних событий в окрестностях Нижневартовска происходит позднее (таблица 6).

В результате анализа рядов многолетних фенологических сведений установлено, что в весенний сезон на территории заказников «Березовский», «Вогулка», города Нижневартовска наблюдается тенденция более раннего наступления фенологических событий. Летний сезон на территории заказников «Березовский», «Вогулка», Юганского заповедника и города Нижневартовска характеризуется тенденцией раннего наступления за анализируемый промежуток времени. Отчетливо выражено в определенные годы похолодание в весенне-летние периоды и потепление в осенне-зимние сезоны года на территории г. Нижневартовска, что отразилось на фенологических процессах (таблица 7).

Таблица 5. **. Фенологическая периодизация таежной зоны Западной Сибири**

Сезоны	Субсезоны	Этапы	Фенологические границы	Термические границы
Весна	Предвегетационный	Начальный	От начала до полного разрушения снежного покрова.	Переход дневных температур через 0°С в сторону повышения до перехода их через + 5°С (что соответствует средним суточным температурам от -5 до 0°С).
		Основной	От разрушения снежного покрова до начала активной вегетации (начало сокодвижения у берез).	От перехода дневных, максимальных температур через +5°С в сторону повышения, до перехода ночных, минимальных через 0°С в сторону повышения (что соответствует средним суточным температурам 0 и +3°С).
	Весенний вегетационный	Начальный	От начала вегетации до начала зеленения (облиствения) деревьев и кустарников.	От перехода минимальных температур через 0°С в сторону повышения до перехода их через +5°С (суточных соответственно – выше +3 и +8°С).
		Основной («зеленая весна»)	От начала распускания листвы на березах до зацветания черемухи.	От перехода минимальных температур через +5°С в сторону повышения до перехода их через +10°С (соответственно – выше +8 и +12°С).
		Завершающий («предлетье»)	От начала зацветания черемухи и полного развертывания листвы осины до зацветания шиповника и малины.	От первого перехода минимальных температур через +10°С в сторону повышения до устойчивого их перехода через этот же рубеж.
Лето	Летний вегетационный	Не делится	От зацветания местных видов шиповника до начала пожелтения листвы берез.	Период с устойчивыми минимальными температурами через +10°С в сторону повышения (соответственно средним суточным – выше 15°С в начале и ниже 15°С в конце летнего сезона).
Осень	Осенний вегетационный	Начальный (предосенье)	Появление первых пятен осенней окраски у берез.	От перехода минимальных температур воздуха через +10°С в сторону понижения (соответственно переходу средних суточных температур ниже +15°С).
		Основной (золотая осень)	Массовое пожелтение листвы на березах.	От перехода минимальных температур через +5°С в сторону понижения (соответственно ниже +8°С средних суточных температур).
	Послевегетационный	Основной («глубокая осень»)	От полного пожелтения березы до конца ее листопада и временного снежного покрова.	От перехода минимальных температур воздуха через +5°С в сторону понижения и до перехода их ниже 0°С (соответственно средним суточным температурам ниже +8°С в начале и ниже +2°С в конце периода).
		Завершающий («предзимье»)	От конца листопада до залегания снежного покрова на зиму.	От перехода через 0°С в сторону понижения минимальных температур до перехода их ниже этого предела максимальных температур (соответственно средним суточным температурам – от +2 до -5°С).
Зима	Начальный зимний	Не делится	От залегания устойчивого снежного покрова до начала его разрушения – начала снеготаяния и появления первых проталин.	От перехода максимальных температур воздуха через 0°С в сторону понижения в начале до перехода их через 0°С в сторону повышения в конце сезона (соответственно средним суточным температурам ниже -5°С).
	Глубоко-зимний			
	Предвесенний			

На территории города Нижневартовска установлена тенденция проявления первых весенних признаков в более ранние сроки. Окончание предвегетационного субсезона, определяемое разрушением снежного покрова, за 2007-2019 гг. в окрестностях г. Нижневартовска приобретает тенденцию наступать в несколько ранние сроки. Многие из наблюдаемых фенологических явлений проявляют отчетливую реакцию (раннее наступление сроков) на потепление весенних периодов в 2009, 2011, 2012 и 2017 гг. После преодоления начальных фенологических этапов, отмечается возврат холодов и ухудшение погодных условий, например, в городе Нижневартовске полное разворачивание листьев на березах, полный цвет черемухи в некоторые годы наблюдаются относительно поздно в 2010, 2014 гг.

Сроки господства осеннего фенологического сезона в таежной зоне ХМАО-Югры разнообразны в многолетнем ряду. В зависимости от метеорологических условий и характера смены типов погод, осень на территории ХМАО-Югры может начаться относительно рано или поздно заканчиваться.

Таблица 6. **Средние многолетние сроки наступления феноиндикационных явлений на территории таежной зоны ХМАО-Югры**

Фенологические индикаторы	Средние даты наступления фенологического явления				
	Березовский заказник (1997-2013)	Заказник «Вогулка» (1997-2012)	Заказник «Унторский» (2002-2013)	Юганский заповедник (1988-2013)	Нижневартовск (2007-2019)
Географические координаты пунктов наблюдения	64° 10′ с. ш. 65° 38′ в. д.	63° 52′ с. ш. 64° 15′ в.д.	62 36′ с. ш. 65 5′ в.д.	59°39′ с. ш. 74°37′ в. д.	60°57′ с. ш. 76°32′ в. д.
Появление проталин на южных склонах	18.04	18.04	16.04	14.03	29.02
Сход снега в темнохвойном лесу	20.05	19.05	15.05	07.05	06.05
Начало сокодвижения у берез	11.05	08.05	20.04	20.04	02.05
Полное разворачивание листьев у березы	30.05	27.05	20.05	14.05	01.06
Полный цвет черемухи	11.06	08.06	04.06	29.05	06.06
Малина – начало цветения	22.06	20.06	17.06	18.06	16.06
Зацветание шиповника	20.06	22.06	18.06	16.06	18.06
Появление желтых прядей на березах	07.08	08.08	20.08	13.08	22.08
Полное пожелтение берез	24.08	23.08	12.09	09.09	23.09
Полное обнажение берез	24.09	23.09	03.10	18.10	08.10
Первый снег пролетает в воздухе	30.09	30.09	28.09	30.09	26.09
Установление постоянного снежного покрова	21.10	21.10	23.10	25.10	26.10

Таблица 7. **Выявленные особенности фенологических процессов таежной зоны**

Сезон	Фенологические индикаторы	Тенденции изменения сроков наступления фенологических сезонов				
		Березовский заказник (1997-2013)	Заказник «Вогулка» (1997-2012)	Унторский заказник (2002-2013)	Юганский заповедник (1988-2013)	Нижневар- товск (2007-2019)
ВЕСНА	Появление проталин на южных склонах					
	Сход снега в темнохвойном лесу					
	Начало сокодвижения у берез					
	Полное разворачивание листьев у березы					
	Полный цвет черемухи					
ЛЕТО	Малина – начало цветения					
	Зацветание шиповника					
ОСЕНЬ	Появление желтых прядей на березах					
	Полное пожелтение берез					
	Полное обнажение берез					
	Первый снег пролетает в воздухе					
ЗИМА	Установление постоянного снежного покрова					

Примечание.

раннее наступление

нет определенной тенденции

позднее наступление

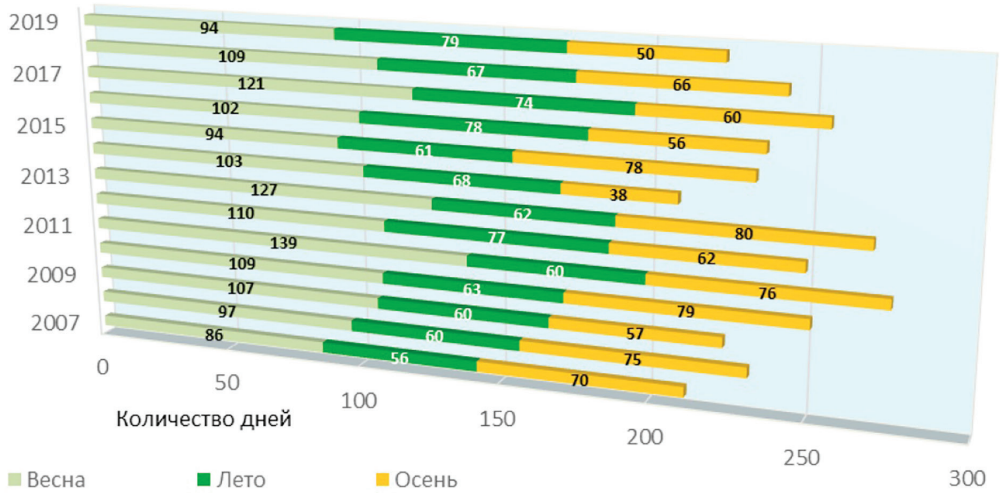


Рис.3. Длительность (в днях) весеннего, летнего и осеннего фенологических сезонов в городе Нижневартовске и его окрестностях за период 2007-2019 гг.

В 2010 г., когда было отмечено похолодание, на всей территории округа наблюдалась неблагоприятная метеорологическая обстановка, повлекшая за собой раннее наступление признаков осеннего сезона. В некоторые годы, продолжительность осени сокращается за счет раннего установления постоянного снежного покрова – фенологического индикатора начала зимы. На протяжении исследуемого периода на территории таежной зоны Ханты-Мансийского автономного округа-Югры, наиболее четко прослеживается сдвиг сроков наступления фенологических явлений в осенний период в сторону опоздания.

За исследуемый многолетний период установление постоянного снежного покрова в некоторые годы в г. Нижневартовске происходило значительно позже средних многолетних сроков – в начале и во второй половине ноября (2008, 2010 и 2013 гг.) [Кузнецова, 2016]. Наблюдаемые процессы потепления в осенние и зимние сезоны проявляются и в запаздывании образования ледостава на реках и озерах, возникновении оттепелей, выпадении атмосферных осадков в виде дождя в зимний период. Многолетние сроки установления снежного покрова на территории Березовского заказника, заказника «Вогулка» и Унторского заказника характеризуются положительной тенденцией (таблица 7).

Между исследуемыми пунктами нами установлены различия в длительности сезонов года, что можно объяснить физико-географическими особенностями конкретной местности в зоне тайги. В частности, для города Нижневартовска и его окрестностей, расположенных в восточной части округа, весенний сезон отличается наибольшей продолжительностью, по сравнению с другими исследуемыми участками. В окрестностях Нижневартовска самый продолжительный весенний сезон (139 дней) наблюдался в 2011 г., а самый короткий (86 дней) – в 2007 г. Таким образом, средняя продолжительность весны на востоке округа составляет 107 дней. Как во всем регионе, летний период является самым коротким и, в окрестностях г. Нижневартовска длится в среднем 66 дней. Средняя продолжительность фенологической осени составляет около 65 дней. В 2014 г. непродолжительный фенологический осенний сезон составил всего 38 дней (рис. 3).

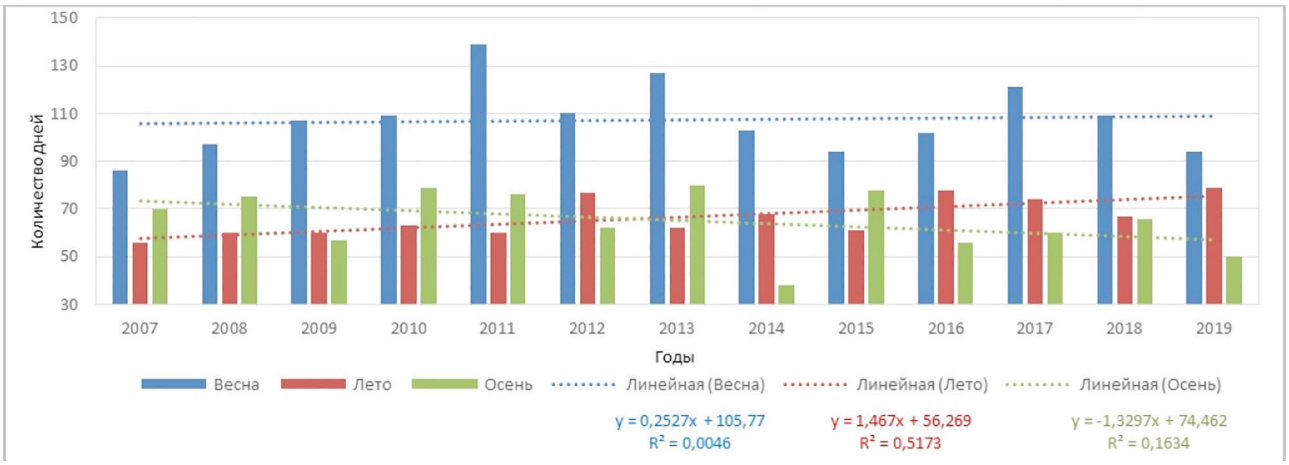
Средняя продолжительность зимнего фенологического сезона за 2007-2019 гг., в окрестностях Нижневартовска учитывая самые первые признаки разрушения снежного покрова (например, в январе 2011 г. и в феврале 2012, 2013 гг.), составляет всего 123 дня, поскольку в условиях урбанизированной среды фенологические явления начального этапа весеннего сезона в некоторые годы наблюдаются раньше (таблица 8).

Для интервала с 2007 по 2019 годы для территории города Нижневартовска и его окрестностей характерно увеличение продолжительности весеннего периода, по сравнению со средним многолетним значением: в 2010 г. (+ 2 дня), в 2011 г. (+ 32 дня), 2012 г. (+ 3 дня), 2013 г. (+ 20 дней), в 2017 г. (+ 14 дней) и в 2018 г. (+2 дня). Также наблюдается устойчивая тенденция увеличения периода летнего сезона, превышающая среднее многолетнее значение, особенно в 2012 г. (+11 дней), 2016 г. (+12 дней), 2017 г. (+ 8 дней) и в 2019 г. (+ 13 дней). Осенний сезон приобрел тенденцию к уменьшению продолжительности, о чем свидетельствует отрицательный линейный тренд (рис. 4).

По срокам наступления фенологических явлений отмечается снижение продолжительности зимы на территории Березовского заказника (тренд статистически не значим), заказника «Вогулка» (тренд статистически не значим) и Унторского заказника (тренд статистически значим). Для территории Юганского заповедника свойственно увеличение зимнего периода за 1988-2013 гг. (тренд статистически значим). Для города Нижневартовска и его окрестностей средняя многолетняя продолжитель-

Таблица 8. **Характеристика средней многолетней продолжительности фенологических сезонов за определенные периоды наблюдений на территории таежной зоны ХМАО-Югры**

Местоположение	Среднее многолетнее количество дней фенологических сезонов				Период наблюдений
	Весна	Лето	Осень	Зима	
Березовский заказник	63	48	75	179	17 лет (1997-2013)
Заказник «Вогулка»	63	49	75	180	16 лет (1997-2012)
Унторский заказник	63	63	65	176	12 лет (2002-2013)
Юганский заповедник	93	57	74	140	26 лет (1988-2013)
Нижневартовск	107	66	65	123	13 лет (2007-2019)



Анализ точности определения оценок параметров уравнения тренда

Нижневартовск	Статистическая значимость (при уровне значимости 0,05)	
	коэффициент a	коэффициент b
Весна	не подтверждается	подтверждается
Лето	подтверждается	подтверждается
Осень	не подтверждается	подтверждается

Рис. 4. Длительность (в днях) весенних, летних и осенних фенологических сезонов в городе Нижневартовске и его окрестностях за 2007-2019 гг.

ность дней фенологической зимы характеризуется отсутствием отчетливого сокращения или увеличения. За 2007-2019 гг. на территории г. Нижневартовска и его окрестностей выявлен ровный ход продолжительности зимнего периода. Зимние сезоны 2007-2008, 2009-2010 и, особенно 2014-2015 гг., оказались наиболее продолжительными (рис. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Отчетливая реакция природной среды на современные климатические процессы проявляется на территории северных регионов, к которым относится и территория Ханты-Мансийского автономного округа-Югры, расположенная в зоне тайги центральной части Западно-Сибирской равнины.

Проведенное исследование позволило сформулировать некоторые выводы:

1. За многолетний период 1988-2019 гг. на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры выявлена тенденция повышения средней годовой температуры воздуха. Установлено, что наиболее теплым за исследуемый интервал времени стало последнее десятилетие (2010-2019 гг.). Наблюдаемое изменение климата характеризуются возникновением сезонных погодных аномалий, увеличением атмосферных осадков в некоторые

Анализ точности определения оценок параметров уравнения тренда

Нижневартовск	Статистическая значимость (при уровне значимости 0,05)	
	коэффициент a	коэффициент b
Зима	не подтверждается	подтверждается

Рис. 5. Длительность (дни) зимнего фенологического сезона в городе Нижневартовске и его окрестностях за 2007-2019 гг.

сезоны года. Прослеживается увеличение средней высоты снежного покрова и сокращение продолжительности периода с его устойчивым залеганием.

2. В условиях современного изменения климата наблюдаются опасные гидрометеорологические явления на территории региона: наводнения, природные пожары, сильные ветры, интенсивные ливневые осадки, сильные морозы, наносящие существенный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения. Кроме этого, отмечено возникновение нетипичных метеорологических явлений для физико-географических условий северного региона.

3. Установлена отчетливая реакция природной среды на современное изменение климата, проявляющаяся в изменении сроков наступления фенологических явлений на территории таежной зоны Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. Наиболее интенсивно проявляется изменение местного климата в переходные сезоны года — весной и осенью, что подтверждается реакцией фенологических процессов. В таежных условиях округа определено смещение фенологических рубежей осеннего сезона в сторону более поздних сроков.

Наблюдаемое изменение климатических условий в северных широтах приводит к неблагоприятной реакции природной среды, что отразиться на функционировании ландшафтов таежной зоны, сезонной ритмике, может повлиять на режим рек, усугубить пожароопасную обстановку, привести к таянию многолетнемерзлых пород, вызвать аномальные погодные условия и экологические катастрофы. Исследование ответной реакции природной среды на современное изменение климатических условий северных регионов необходимо для предупреждения неблагоприятных экологических и экономических последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брыксина Н.А., Полищук В.Ю., Полищук Ю.М. 2009. Изучение взаимосвязи изменений климатических и термокарстовых процессов в зонах сплошной и прерывистой мерзлоты Западной Сибири // Вестник Югорского государственного университета. Т. 3. № 14. С. 3-12. [Bryksina N.A., Polishchuk V.Yu, Polishchuk Yu.M. 2009. Study of the relationship between climatic and thermokarst processes in continuous and discontinuous permafrost zones of Western Siberia // Yugra State University Bulletin. V. 3. No. 14. P. 3–12 (In Russian)].
2. Брыксина Н.А., Полищук Ю.М., Булатов В.И. 2012. Ландшафтно-космический анализ динамики полей термокарстовых озер в зоне многолетней мерзлоты Западной Сибири // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). Т. 7. №. 122. С. 167-170. [Bryksina N.A., Polishchuk Yu.M., Bulatov V.I. 2012. Landscape-Space Analysis of Dynamics Thermokarst Lakes Fields in Zone Permafrost of West Siberia // Tomsk State Pedagogical University Bulletin. V. 7. No. 3. P. 167–170. (In Russian)].
3. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. 2014. М.: Росгидромет. 58 с. [Vtoroy otsenochnyy doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii. Obshchee rezyume. 2014. Moscow: Rosgidromet. (In Russian)].
4. Гашев С.Н. 2012. Население птиц Западно-Сибирской равнины в условиях глобального изменения климата // Вестник Тюменского государственного университета. № 6. С. 6-15. [Gashev S.N. 2012. Naselenie ptits Zapadno-Sibirskoy ravniny v usloviyakh global'nogo izmeneniya klimat // Tyumen State University Herald. V. 6. P. 6–15. (In Russian)].
5. Бахмутов В.А., Прокопьев В.И., Редикульцев А.Г., Дробышевский В.П., Гашев С.Н. 2011. Расширение ареала и состояние популяции красноносого нырка (NETTA UFINA (PALLAS, 1773)) в Тюменской области: факты и возможные причины // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. № 11. С. 50-54. [Bakhmutov V.A., Prokop'ev V.I., Redikul'tsev A.G., Drobyshevskiy V.P., Gashev S.N. 2011. Rasshirenie areala i sostoyanie populyatsii krasnonosogo nyrka (NETTA UFINA (PALLAS, 1773)) v Tyumenskoy oblasti: fakty i vozmozhnye prichiny // Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya. V. 11. P. 50–54. (In Russian)].

6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. 2019. М.: 79 с. [Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2018 god. 2019. Moscow. (In Russian)].
7. Евсеева Н.С., Филандышева Л.Б. 2016. О современных тенденциях изменения климата на территории Западно- Сибирской равнины // Пути эволюционной географии: материалы Всероссийской научной конференции посвященной памяти профессора А.А. Величко (Москва, 23-25 ноября 2016 г.). Москва. С. 463-467. [Evseeva N.S., Filandysheva L.B. 2016. O sovremennykh tendentsiyakh izmeneniya klimata na territorii Zapadno-Sibirskoy ravniny // Proceedings of the Russian Scientific Conference after professor A.A. Velichko «Puti evolyutsionnoy geografii» (Moscow, November 23-25, 2016). Moscow. P. 463-467. (In Russian)].
8. Евсеева Н.С., Филандышева Л.Б., Жилина Т.Н., Квасникова З.Н., Сапьян Е.С. 2015. Циклические изменения климата Западно-Сибирской равнины и их влияние на функционирование геосистем // Международный научно- технический и производственный журнал «Науки о Земле». №2. С. 84-100. [Evseeva N.S., Filandysheva L.B., Zhilina T.N., Kvasnikova Z.N., Sapyan E.S. 2015. Cyclic climate changes in the West Siberian plain and their impact on geological systems functionality // The Scientific Journal Geoscience. V. 2. P. 84–99. (In Russian)].
9. Земцов В.А., Филандышева Л.Б. 2012.Изменение ритмов зимнего сезона в условиях меняющегося климата (на примере лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины) // Материалы международного конгресса «Экология северных территорий». Новосибирск: ЗАО ИПП «Офсет». С. 23-28. [Zemtsov V.A., Filandysheva L.B. 2013. Izmenenie ritmov zimnego sezona v usloviyakh menyayushchegosya klimata (na primere lesostepnoy zony Zapadno-Sibirskoy ravniny) // Proceedings of international Congress «Ekologiya severnykh territoriy». Novosibirsk: Ofset. P. 23-28. (In Russian)].
10. Зуевский В.П. 2000. Экологическая ситуация и медицинские проблемы в Ханты-Мансийском автономном округе // материалы Всероссийской научно-практической конференции «Медико-биологические и экологические проблемы здоровья человека на Севере». Сургут: СурГУ. С. 59–64. [Zuevskiy V.P. 2000. Ekologicheskaya situatsiya i meditsinskie problemy v Khanty-Mansiyskom avtonomnom okruge // Proceedings of Russian Scientific-practical conference “Mediko- biologicheskie i ekologicheskie problemy zdorov’ya cheloveka na Severe”. Surgut: SurGU. P. 59-64. (In Russian)].
11. Кузнецова В.П. 2016. Локальные проявления современного изменения климата в условиях северных регионов (на примере города Нижневартовска) // Международный научно-исследовательский журнал. Т. 2. № 2 (44). С. 95-98. [Kuznetsova V.P. 2016. Local manifestations of modern climate change in the conditions of northern regions (on the example of the city of nizhnevartovsk) // International Research Journal. V. 2. No. 2 (44). P. 95–98 (In Russian)]. doi: 10.18454/IRJ.2016.44.095
12. Кузнецова В.П. 2016. Фенологические процессы в условиях изменения климата северных территорий (на примере таежной зоны Ханты-Мансийского автономного округа-Югры): дис. … канд. геогр. наук. Томск. [Kuznetsova V.P. 2016. Fenologicheskie protsessy v usloviyakh izmeneniya klimata severnykh territoriy (na primere taezhnoy zony Khanty-Mansiyskogo Avtonomnogo Okruga-Yugry): Ph.D. dissertation, Tomsk: Tomsk State University. (In Russian)].
13. Окишева Л.Н. 2010. Временная динамика ландшафтов Обь-Енисейского Севера. Томск: Томский государственный университет. 170 с. [Okisheva L.N. 2010. Vremennaya Dinamika Landshaftov Ob’-Eniseyskogo Severa. Tomsk: Tomsk State University. (In Russian)].
14. 14. Окишева Л.Н. 1984. Пространственно-временной анализ климатических условий сезонной ритмики геосистем Обь-Енисейского Севера: дис. … канд. геогр. наук. Томск. [Okisheva L.N. 1984. Prostranstvenno-Vremennoy Analiz Klimaticheskikh Usloviy Sezonnoy Ritmiki Geosistem Ob’-Eniseyskogo Severa: Ph.D. dissertation, Tomsk, Russia: Tomsk State University. (In Russian)].
15. Окишева Л.Н., Филандышева Л.Б. 2015. Временная динамика и функционирование ландшафтов Западной Сибири / под ред. П.А. Окишева. Томск: Издательский Дом ТГУ. 328 с. [Okisheva L.N., Filandysheva L.B., 2015. Vremennaya Dinamika i Funktsionirovanie Landshaftov Zapadnoy Sibiri. Tomsk: Publishing house of Tomsk University. (In Russian)].
16. Полищук Ю.М., Богданов А.Н. 2015. Зоны активного термокарста на территории многолетней мерзлоты и их выявление по космическим снимкам // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. Т. 326. № 12. С. 104-114. [Polishchuk Y.M., Bogdanov A.N. 2015. Active thermokarst zones on permafrost territory and their detecting on space images // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. V. 326. No. 12. P. 104–114. (In Russian)].
17. Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. Доклады об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре за 2014-2018 гг. [Электронный ресурс]. URL:https://prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety (дата обращения: 03.03.2020). [Sluzhba po kontrolyu i nadzoru v sfere okhrany okruzhayushchey sredy, ob"ektov zhivotnogo mira i lesnykh otnosheniy Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga-Yugry. Doklady ob ekologicheskoy situatsii v Khanty- Mansiyskom avtonomnom okruge – Yugre za 2014-2018 [Electronic resource]. URL: https://prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety (the date of access: 03.03.2020). (In Russian)].
18. Филандышева Л.Б., Окишева Л.Н. 2002. Сезонные ритмы природы Западно-Сибирской равнины. Томск: Пеленг. 404 с. [Filandysheva L.B., Okisheva L.N., 2002. Sezonnye Ritmy Prirody Zapadno-Sibirskoy Ravniny. Tomsk: Peleng. 402 pp. (In Russian)].
19. Ширяев А.Г. 2009. Изменения микобиоты Урало-Сибирского региона в условиях глобального потепления и антропогенного воздействия // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. № 9. С. 37-47. [Shiryayev A.G. 2009. Changes in mycobiota of ural-and-siberian region under global warming and anthropogenic impact // Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya. V. 9. P. 37–47. (In Russian)].
20. Kuznetsova V., Kuznetsova E., Kushanova A. 2018. Geographic information mapping of flood zones for sustainable development and urban landscape planning // 18th International Multidisciplinary Scientific Conference on Earth & GeoSciences SGEM «Informatics, geoinformatics and remote sensing: photogrammetry and sensing. Cartography and GIS» (Albena, Bulgaria, June30 - July 9, 2018). Albena. P. 393-400.