

Содержание

1. Введение.	3
2. Гидрометеорологические условия озера Имандра.	
2.1. Физико-географическое описание озера Имандра и его водосбора.	4
2.2. Особенности климата.	8
2.3. Краткая характеристика гидрографической сети и гидрологическая изученность озера Имандра и его водосбора.	16
3. Характеристика используемого в работе материала и методика их обработки.	22
4. Пространственно-временная изменчивость температуры воды озера Имандра.	29
4.1. Внутригодовая изменчивость.	38
4.2. Межгодовая изменчивость.	
5. Пространственно-временная изменчивость температуры воздуха на озере Имандра.	39
5.1. Внутригодовая изменчивость.	
5.2. Межгодовая изменчивость.	47
6. Пространственно-временная изменчивость уровня воды озера Имандра.	
6.1. Внутригодовая изменчивость.	48
6.2. Межгодовая изменчивость.	49
7. Пространственно-временная изменчивость осенне-зимних явлений на озере Имандра.	50
7.1. Внутригодовая изменчивость.	51
7.2. Межгодовая изменчивость.	57
8. Выводы.	59
9. Литература.	61

1. Введение.

В настоящее время гидрометеорологические наблюдения на водосборе озера Имандра проводятся на трех станциях: ГМС Мончегорск, ГМС Апатиты, ГМС Зашеек. За период их функционирования с начала прошлого века по настоящее время выполнен большой объем регулярных измерений гидрометеорологических параметров, в состав которых входят длительные ряды наблюдений за температурами воды на поверхности и воздуха, уровня воды, ледового режима и т. п.

На базе данных гидрометеостанций во всем мире составляются прогнозы погоды, с их помощью изучается климат как отдельных регионов, так и планеты в целом, исследуется его изменчивость. Значения гидрологических параметров огромно и определяется ролью воды в природе и в экономическом и в социальном развитии общества. Вода — ничем не заменимый вид природных ресурсов, неотъемлемый и важнейший элемент окружающей среды, иногда приносящая человечеству и огромные бедствия. В отличие от других природных ресурсов, водные ресурсы постоянно восстанавливаются и обновляются, поэтому представляют особую ценность для человечества. Экономика района — горнодобывающая промышленность: железная руда, слюда, апатито-нефелиновые руды, пегматит; обрабатывающая и цветная металлургия, машиностроение, химическая промышленность, производство строительных материалов, деревообрабатывающая, легкая и пищевая. Водопотребление различают: питьевое — для питья, в состав пищевых продуктов; хозяйственно-бытовое — стирка, мойка, уборка помещений; коммунальное — отопительная сеть; торговая сеть, учебные, культурные и медицинские учреждения, для полива улиц, потребление воды городскими промышленными, транспортными и строительными организациями. Удельное водопотребление среднее по стране 180 л/чел сутки, в г. Мончегорске, например, 300 л/чел сутки. Естественно, что в таком районе нужно иметь большие водные ресурсы и хорошо организованное водоснабжение.

Главной причиной курирование озера Имандры станциями остается наличие Кольской АЭС. Охлаждение атомных реакторов является важным фактором влияния на экологию, так как чаще всего для охлаждения используется вода, которая повышает температуру окружающей среды, что ведет к тепловому загрязнению акватории. Для обеспечения экологической безопасности требуется достоверная, полная и своевременная информация о состоянии природных ресурсов, качестве окружающей среды и уровне ее загрязнения в районах расположения АЭС.

Целью работы является изучение гидрометеорологического режима озера Имандры и его оценки. *Задачи исследования* следующие:

- сбор данных за многолетний период;
- приведение их к единому формату;
- обработка и анализ собранных данных;
- выявление особенностей гидрометеорологического режима исследуемой акватории.

Приведены характеристики средних многолетних значений температуры воды и воздуха, уровней, параметров ледового режима. Выявлены особенности распределения средних месячных температур внутри года, подробно исследована пространственно-временная изменчивость: внутригодовая и межгодовая, наличие трендов и определена их значимость.

2. Гидрометеорологические условия озера Имандра.

2.1. Физико-географическая характеристика территории.

Геологическое строение и рельеф.

Озеро Имандра географически располагается в центре Кольского полуострова, на крайнем северо-западе Европейской территории РФ и входит в Имандро-Пиренгское водохранилище. Район, общей площадью около 6000 км², на территории которого проводится гидрометеорологическое обслуживание

народнохозяйственных организаций расположенных в пределах районов, подчиненных Мончегорскому, Кировскому, Апатитскому и Полярно Зоринским горсоветам. Этот район простирается от г. Оленегорска на севере, г.

Мончегорска, пос. Ена и г. Кандалакша на юге Мурманской области.

Территория Кольского полуострова занимает восточную часть Балтийского

щита, сложенного породами кристаллического фундамента и рыхлыми

четвертичными отложениями. Распространенные здесь дочетвертичные кристаллические породы относятся к образованиям архейского,

протерозойского и частично палеозойского возраста. Представлены они

метаморфическими и эффузивными комплексами, прорезанными на больших площадях интрузиями, главным образом гранитов. С ними связаны Хибинь -

расслоенный интрузив с месторождениями апатита, редких элементов,

нефелина и т.п. На Хибинах найдено огромное число новых и редчайших

минералов. Остатки коры выветривания сохранились только на отдельных

участках водохранилища - в долине р. Туломы, в Печенгском и Ено-Ковдорском

районах. В бассейне р. Ены, например, кристаллические породы сохранили на

отдельных вершинах древнюю кору выветривания в виде супесчано-

суглинистых «рухляков» мощностью до 5-20 м. А иногда до 40 м.

Четвертичные отложения представлены комплексом ледниковых образований

верхнечетвертичного возраста: основной мореной, песчаными водно-

ледниковыми отложениями (зандры, озы, флювиогляциальные дельты),

торфяниками, крупнообломочными элювиальными и делювиальными

образованиями горных районов, песчано-глинистыми морскими и озерными

отложениями. Наибольшее распространение имеют валунные пески и супеси основной морены.

Формирование современной поверхности района тесно связана с геологической историей Балтийского щита. Выделяют два основных периода:

- 1) Доледниковый, в течение которого были созданы основные формы поверхности кристаллических пород, котловины больших озер и крупные возвышенности.

2) Ледниковый и послеледниковый, главными рельефообразующими факторами которого являлись ледниковая эрозия, аккумуляция и последующая деятельность поздне- и послеледниковых озер и морей.

Большое количество разломов и трещин на данной территории формирует рельеф в первый период. К местам пересечения основных тектонических линий приурочены наиболее пониженные участки суши, заполненные чаще всего озерами, а так же наиболее глубокие впадины в окружающих морях. Неоднократное оледенение территории во второй период несколько сгладило резко выступающие формы.

Важную роль играют процессы выветривания, в результате которых поверхностный слой горных пород толщиной до 1-2 м разбивается трещинами и превращается в россыпи крупных глыб. Крупными глыбистыми россыпями, например, покрыты склоны плато Монче-тундры.

Таким образом, основные черты современного рельефа сформированы под влиянием трех основных рельефообразующих факторов: тектоники, денудации и эрозионно-аккумулятивной деятельности ледника и талых ледниковых вод. Такие факторы, как аккумулятивная и амбразионная деятельность поздне- и послеледниковых озер и морей, послеледниковые процессы денудации, деятельность рек, ветра и процессы заболачивания, сказались в создании более мелких черт рельефа, наносившихся на ранее созданные формы.

Таким образом территория водохранилища представляет собой холмистую равнину с абсолютными отметками 200-300 м. Гряды наиболее крупных возвышенностей, представляющих собой тектонические формы рельефа, наблюдается в Хибинских, Чунских и Монче тундрах). Хребты чередуются с глубокими впадинами, большей частью грабены, в которых расположено оз. Имандра. В пределах Южно-Кольской депрессии, простирающейся на восток, расположены большие болотные массивы и многочисленные крупные и мелкие озера, вытянутые в юго-восточном направлении (Бабинская и Иокостровская Имандра). Для этой части территории характерно наличие большого аккумулятивных образований (озов, друмлинов и конечных морен).

Почвенный покров.

Наиболее распространенными почвами являются подзолистые, наблюдающиеся в зоне тайги, в подзоне лесотундры и даже в умеренно увлажненной тундре.

Болотные почвы распространены на очень больших площадях, образуя массивы в несколько сотен квадратных километров. Они занимают не только впадины, но и широкие плоские равнины, встречаются и на пологих склонах. Большая часть болотных почв территории характеризуется слаборазложившимся торфом, очень кислым, низко насыщенным основаниями. Небольшая площадь долины р.Ены и в низовьях р.Печенги занята дерновыми почвами естественного происхождения, связанными с особенностями речных отложений, богатых питательными веществами. В предгорьях Хибин, Мончетундры и Чунатундры распространены горно-подзолистые, а в горах — горно-тундровые почвы. По механическому составу преобладают супесчаные завалуненные почвы, местами встречаются на плотных породах.

Растительный покров.

Основная растительность района — елово-березовые или сосново-березовые леса. Подлесок состоит из можжевельника. Лишайниками покрыто до 40-70% поверхности пространств между деревьями в лесотундровой зоне, где среди тундры встречаются березовые островки. В горной тундре — кустарничково-лишайниковая растительность. Болота занимают в бассейне р.Нивы более 600 км², 5% от площади водосбора. Растительность болот представлена очень большим числом разнообразных сообществ, составляющих сложные комплексы. Наибольшее распространение имеют грядово-мочажинные комплексные болота. На болотах различного вида произрастают мхи, осока, хвоци, пушица, небольшими группами или одиночно — ивы, ерник. На болотных грядах встречается пухonos прицветничковый, ерник, вороника, багульник, морошка, брусника, голубика. По обочинам и на вершинах гряд всегда растут зеленые мхи, а нередко лишайники.

Луговая растительность занимает очень небольшие площади. Естественные луга встречаются преимущественно в долинах крупных рек. Луга представлены вейниковыми, щучковыми, овсянническими, полевицевыми, мятликовыми, канареечными, злаково-разнотравными, осоковыми и некоторыми другими ассоциациями.

2.2. Особенности климата.

Климат Кольского полуострова находится под смягчающим влиянием окружающих его морей и особенно запасов тепла, приносимых северной ветвью теплого течения Гольфстрим.

Для широт Мурманской области характерно низкое стояние солнца, круглосуточные полярные дни летом, продолжительные ночи с короткими полуденными сумерками зимой. Число круглосуточных полярных дней колеблется от 50 на севере (Мончегорск) до 40 на юге (Кандалакша) в период примерно с 28 июля. Этот период еще увеличивается за счет летних полярных сумерек, т. н. «белые ночи» и за счет увеличения абсолютной высоты месторасположения интересующего района. Полярная ночь приходит примерно с 6 декабря и продолжается до 1 января. В г. Мончегорск составляет 30 суток, в г. Кировск — 25 суток, в пос. Зашеек — 19 суток.

Характерной особенностью погоды является ее неустойчивость и резкая изменчивость, обусловленная частой сменой воздушных масс, а также перемещением циклонов и фронтов.

Надежным признаком весны являются массовые радиационные оттепели, наблюдаемые чаще всего со второй половины апреля. Первым характерным признаком лета является окончательный сход снежного покрова в низинах, оттаивание почвы и таяние льда на водоемах, а также большее повышение средней месячной температуры воздуха от мая к июню, чем от апреля к маю или даже от июня к июлю. Вторым характерным признаком лета является грозная деятельность — растет повторяемость гроз.

В начале осени заметно увеличивается повторяемость штормов, массовых радиационных заморозков, осадков «зарядами».

Начало зимы совпадает с окончательным установлением снежного покрова, с увеличением характерных для нее явлений метели, изморози, тумана, гололеда.

Осадки.

Осадки могут быть четырех типов: обложные, орографические, ливневые при адвекции с материка и ливневые осадки с моря (зарядами).

Орографические — на юго-западных и западных склонах гор, в предгорьях удельный вес этих осадков в общей месячной сумме увеличивается в холодную часть года.

Ливневые с материка — наблюдаются летом, сопровождаются грозами и могут достигать большой интенсивности в течение нескольких минут.

Осадки зарядами (с моря) — наиболее интенсивные в холодную часть года, хотя и наблюдаются реже, чем летом. Зимой могут быть грозы. Часть сопровождаются сильными метелями, вызывают снежные заносы, затрудняя работу транспорта.

Среднее количество осадков с поправками на испарение, смачивание, ветер по территории деятельности станции в мм представлено таблицей:

Станци и	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII I	IX	X	XI	XII	XI- III	IV- X	Год
1	38	34	30	36	44	55	68	72	55	47	44	43	189	377	566
2	42	38	36	40	45	57	66	71	67	65	63	50	229	411	640
3	37	30	30	33	39	52	64	72	60	53	44	42	183	373	556

1 — Мончегорск

2 — Хибины

3 — Зашеек

Кроме количества осадков для различных отраслей сельского хозяйства представляет интерес их вид, число дней с осадками различной величины и продолжительности. Как видно из приведенной таблицы количество жидких осадков в 1,5-2 раза больше, чем твердых, хотя число дней с осадками твердыми превышает число дней с жидкими осадками (за счет большой интенсивности жидких). Число дней с осадками $\geq 0,1$ мм в Мончегорске и Хибинах от 13 до 21 в месяц и около 200 в году, в горах соответственно 16-26 и за год до 266. Число дней с осадками $\leq 0,1$ мм от 4 до 8 в месяц.

Годовое количество дней с осадками ≥ 10 мм за сутки 7-8, в горах 19, а осадки ≥ 30 мм за сутки ежегодно наблюдаются только в горных районах (в Зашейке 7 лет из 14). Наблюденный суточный максимум осадков в Зашейке составлял 51 мм 31/VII-1927 г. и 52 мм в VII-1971 г., а расчетный 1% - 54 мм.

Средняя продолжительность выпадения осадков за день с осадками составляет от 5 до 12 час, в горах несколько больше, причем летом меньше, чем зимой. Максимальная интенсивность осадков, определяемая по самописцам дождя, наблюдается при летних грозовых ливнях. Для района п.Зашеек при ливне 29/VII-1961 г. за 5 минут интенсивность составляла 0,8 мм/мин; 10 минут — 0,6 мм/мин; 20 минут — 0,4 мм/мин. Максимальная интенсивность ливня обычно не более 0,2 — 0,4 мм/час или 0,03 мм/сут.

Испарение.

На ОС Зашеек наблюдение за испарением для водного баланса производится через наблюдение за ветром, используя формулу для расчетов принятой ГГИ

$$E=0,14*n*(e_0-e_{200})*(1+0,72*U_{200})$$

где E — слой испарения в мм;

n — число дней периода;

e_0 — максимальная упругость водяного пара, определяемая по температуре

поверхностного слоя воды;

e_{200} – абсолютная влажность воздуха на высоте 200 см над водной поверхностью;

U_{200} — скорость ветра на той же высоте над водохранилищем в м/с

Максимальная упругость водяного пара (e_0) вычисляется по температуре поверхностного слоя воды оз. Имандры.

На Имандро-Пиренгском водохранилище нет метеорологических пунктов, отвечающих условиям открытого водоема, поэтому используются параметры e_{200} и U_{200} по береговым метеостанциям, с предварительным приведением их к условиям открытого водоема, согласно рекомендациям работы от ГГИ.

Средняя скорость ветра над водоемом (U_{200}) на высоте 200 см определяется по формуле:

$$U_{200} = K_1 K_2 K_3 * U_{\phi}$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий степень защищенности метеостанции на суше;

K_2 — коэффициент, учитывающий характер рельефа в пункте наблюдений;

K_3 — коэффициент, учитывающий среднюю длину разгона воздушного потока над водоемом;

U_{ϕ} — скорость ветра на высоте флюгера за декаду (месяц) в м/с.

Средняя длина разгона на оз. Имандра равна 3,4 км (над Большой Имандрой — 2,9 км; над Иокостровской — 4,6 км; над Бабинской — 3,1 км).

Принятые значения коэффициентов (K_1 , K_2 , K_3) для метеостанций, расположенных вблизи водохранилища, приведены в табл. ниже:

№ п/п	Метеостанция	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁ *K ₂ *K ₃
1	Зашеек	1,1	1,0	1,0	1,1
2	Мончегорск	1,1	0,9	0,9	0,9

Расхождение в полученных средних значениях скорости ветра не превысили 29%.

Средняя скорость ветра над оз. Имандра вычисляется как среднее арифметическое из приведенных значений скорости ветра метеостанций Зашеек и Мончегорск.

В таблицах представлены ветры средние и наибольшие за период с 1936-60гг., а пункт Зашеек за 1936-76гг.

Станци я	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Раз в 20 лет м/с
Мончег орск	4,3	4,6	4,6	4,2	4,0	3,9	3,3	3,4	3,6	4,2	4,1	4,5	4,1	32 м/с
Зашеек	3,2	3,3	3,5	3,5	3,8	3,9	3,6	3,6	3,6	4,0	3,5	3,3	3,6	27 м\с- в 1977г
Макс м/с	20	20	24	16	14	14	14	20	16	18	20	16		

Влажность воздуха.

Характеризуется тремя параметрами: упругостью водяного пара (мб), относительной влажностью (%) и недостатком насыщения (мб), изменяющимися в течение года и суток, а также по территории.

Упругость водяного пара — в прямой зависимости от температуры воздуха и очень незначительно изменяется по территории контролируемой ОС Зашеек:

Средняя месячная и годовая упругость водяного пара, мб.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Зашеек	2,5	2,5	2,8	4,0	5,6	8,4	11,1	11,2	8,3	5,6	4,0	3,2	5,8

Суточный ход в зимние месяцы выражен слабо (XII-II), весной и осенью амплитуда 0,3-0,6 мб, а летом — наибольшая 0,5-1,0 мб в VII-VIII.

Относительная влажность воздуха изменяется на равнинах на 18-23%, а в горах и на возвышенностях — в меньшей степени 18%, из-за закрытости облаками.

Изменение ее в годовом разрезе видно на примере ОС Зашеек:

Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, %

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Зашеек	89	89	83	74	70	67	71	78	81	86	98	89	81

Суточный ход относительной влажности в зимнее время выражен слабо (XI-II) или отсутствует, летом же достигает максимума амплитуды 30% и даже более наибольшая — около восхода солнца, наименьшая — около 14-15 час. Число «сухих» дней (влажность 30%) в Зашейке не более 1-2 в месяц (V-VII).

Число «влажных» дней (80%) в XI-II 22-27, в III, X-13-17 и IV-IX 5-10.

Недостаток насыщения достигает минимума в I, II и составляет 0,2-0,5 мб, а максимума достигает в VI — 4-6 мб. В суточном разрезе максимум в околополуденное время, минимум перед восходом солнца.

Температура воздуха.

Средняя годовая температура воздуха изменяется от $-0,6^{\circ}$ до $-4,0^{\circ}$, температура июля от $13,5-14,0^{\circ}$ до $8,8^{\circ}$, самый жаркий июль 1972г. - $23,0^{\circ}$, температура

февраля -12,4-12,8° и самая холодная пятидневка в январе 1985г. -35,4° в пос.Зашеек. В силу особенностей радиационного режима Крайнего Севера перепад дневных и ночных температур не превышает 3-4°, а в декабре и январе часто и 0,2-0,6°.

Зашеек	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура воздуха	-13,2	-12,8	-8,3	-2,3	3,8	10,3	13,8	11,7	6,5	0,1	-5,6	-	-0,5
Абсолютный макс	7	7	13	15	26	31	32	28	20	13	10	6	32
Абсолютный мин	-41	-44	-37	-32	-17	-4	1	-5	-8	-20	-33	-39	-44

Характерные даты перехода средней суточной температуры воздуха 50% вероятности через 0;5;7° весной и осенью по району пос.Зашеек представлены табл.:

+7° и выше	+5° и выше	0° и выше	+7° и ниже	+5° и ниже	0° и ниже
15/VI	11/VI	11/V	1/IX	10/IX	11/X

Температура почвы.

Среднемесячная и среднегодовая:

Глубина, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
0,2 супесчан	-4,2	-4,5	-3,6	-2,0	2,5	10,3	15,2	13,0	7,2	1,5	-1,2	-3,0	2,6

ая

3,2 2,3 1,8 1,5 1,3 1,1 1,2 2,6 4,6 5,3 4,9 3,9 2,5 2,8

песчаная

Глубина промерзания почвы различна: на болотах до 56 см, на полевых участках до 130-140 см и даже более (215 см ГМС Ена).

Интенсивность проникновения и отступления нулевой температуры в почве под естественным покровом представлена табл:

Средняя глубина	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Хибины	0	23	51	64	79	100	109	111	91	<20	0

Средняя дата первого заморозка осенью 25/VIII, последнего весной 12/VI.

Средняя продолжительность безморозного периода 74 дня.

Снежный покров.

Как правило выпадение первого снега к осенней дате перехода температуры воздуха через 0°. В среднем 8/X, ранняя 24 сентября, поздняя 7 ноября. Ранний снег неустойчив и сходит в оттепели. Устойчивый снежный покров образуется в районе п.Зашеек в среднем 1 ноября, ранняя 3 октября 1966г., поздняя 20 декабря 1938г. С момента установления снежного покрова высота его в течение зимы непрерывно увеличивается, временами уменьшается при оттепелях или после низовых метелей. В третьей декаде марта — максимум высоты. Для Зашейка средняя высота при этом 34 см, а 5% обеспеченности — 63 см, для Юкспора средняя 131 см, 5% обеспеченности 220 см. Имеется в виду открытый участок. Для защищенных участков — Ена, Хибины — средняя высота 50-60 см, 5% обеспеченности 84-98 см. Наибольшая высота снега в Зашейке за 1964-1976гг. Составила 65 см в 1974г. И наименьшая 22 см, расчетная 95% обеспеченности 20 см, в зиму 1975-76гг.

Разрушение снежного покрова в районе Зашейка начинается в среднем 11/V,

ранняя 11 апреля, поздняя 20 мая, в горах же на месяц позже. Окончательно снег сходит на равнинных местах в среднем 15/V, ранняя 26 апреля, поздняя 8 июня, в горах — на 15-45 дней позже.

Число дней со снежным покровом от 192 до 213. Зим с неустойчивым снежным покровом не наблюдается.

Плотность снега изменяется в пределах 0,22-0,25 — открытые участки, и 0,19-0,22 — защищенные участки. В начале зимы она 0,15, в конце зимы при снеготаянии до 0,32. Наиболее показательной величиной запаса воды в снежном покрове является средняя из наибольших за зиму. На открытых участках 90-120 мм, в лесу 150-170 мм, в горах до 230 мм.

Снеготаяние, характеристика зависящая от характера весны. Дата окончательного схода снежного покрова может отодвигаться в ту или другую сторону на 2-3 недели. Так для района пгт. Зашеек средняя продолжительность 28 дней, наибольшая 41 (1965г.), наименьшая 9 дней (1968г.)

2.3. Краткая характеристика гидрографической сети и гидрологическая изученность бассейнов реки и озера.

Имандро-Пиренгское водохранилище образовано в 1936г. подпором оз.

Имандра в результате перекрытия плотиной р. Нивы в ее истоке и подпором озер Верхняя Пиренга и Нижняя Пиренга плотиной,, построенной в 1938г.

Вблизи истока р. Пиренги. Здесь весьма развита речная сеть, низменные и слаборасчлененные участки территории нередко представляют собой крупные заболоченные пространства.

Водораздел бассейна Белого моря, к которому относится вдхр, проходит от границы Финляндии через Сальные, Хибинские, Ловозерские тундры и горную гряду Кейвы, занимая южную часть Кольского полуострова. Занимая срединное положение, водораздел обуславливает небольшую длину стекающих с него рек, сбросовый характер их продольных профилей и небольшие площади

водосборов. В широтном направлении текут лишь реки Иоканьга и Поной, которые не входят в рассматриваемое водохранилище.

Для большинства рек типичны узкие, слаборазработанные, врезаные в твердые кристаллические породы долины. Следуя направлениям горных разломов, они имеют резкие коленчатые изгибы, многочисленные перепады (стремнины, пороги, водопады), чередующиеся с тихими спокойными участками (плесами).

Все реки на территории можно разделить на три группы:

- Полуравнинные
- Озерного типа
- Горные

К полуравнинным рекам, протекающим в пределах большей части своего течения по плоским слаборасчлененным равнинным участкам, относятся Ена, Ковдора и др.

Наибольшее распространение имеют реки озерного типа. На своем пути они пересекают ряд озер, образуют перепады, пороги, водопады. Озерные реки собирают воду с обширных территорий и отличаются большой водностью. Из рек такого типа выделяются реки-каналы, которые имеют малую протяженность и почти не имеют боковых притоков, сбрасывая главным образом воды крупных озер водохранилищ. К озерным можно отнести р.Тумча, к рекам-каналам Толва, Нива, Пиренга.

Горные реки представляют собой небольшие стремительные водные потоки, бегущие с узких скалистых долинах, с многочисленными порогами и водопадами. Типичная такая река это р.Малая Белая, р.Гольцовка.

СВЕДЕНИЯ О ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ БАССЕЙНА ИМАНДРО-ПИРЕНГСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.

Реки, Площадь Уклон Сред Сред озер забо леси Густ

межбассейновые пространства
 водосбора, км²
 реки, промоили
 ная ний ност лоче стос ота
 высокая водосборная
 уклон водосборная
 сеть речной сети

общая До Ниж сред Сред
 я замы е ний ний
 каю гидр взве
 щего оств шен
 ство ора ный
 ра

Бассейн вдхр Пиренга

р.Пиренга- р.Толва	107										
р.Толва	3080	3080	0	2,5	-	270	-	5	5	85	0,53
р.Толва- р.Мавра	127										
р.Мавра	182										
р.Мавра- р.Нявка	16										
р.Нявка	418	408	10	4,5	3,7	330	110	3	5	65	0,41
р.Нявка- р.Пиренга	92										

S островов	11											
Зеркало	227											
вдхр												
р.Пиренга	4260	4260	0	2,1	-	260	-	8	5	80	0,47	

Бассейн оз.Имандра

р.Нива-	87,6	-	-									
р.Пасма												
р.Пасма	762	733	29,0	3,4	1,3	250	89	7	5	80	0,63	
Пасма-	43,8											
Вандас												
Вандас	227	220	7,0	4,6	4,8	220	76	8	5	80	0,60	
Вандас-	63,9											
Пиренга												
р.Пиренга	4260	4260	0	2,1	-	260	-	8	5	80	0,47	
р.Пиренга-	109											
р.Без												
названия												
№1006												
р.Без	23,8											
названия												
Без	0,9											
названия-												
р.Чуна												
р.Чуна	571	569	2,0	4,7	3,6	350	115	4	<5	65	0,52	
Чуна-	75,3											

Куркен-йок

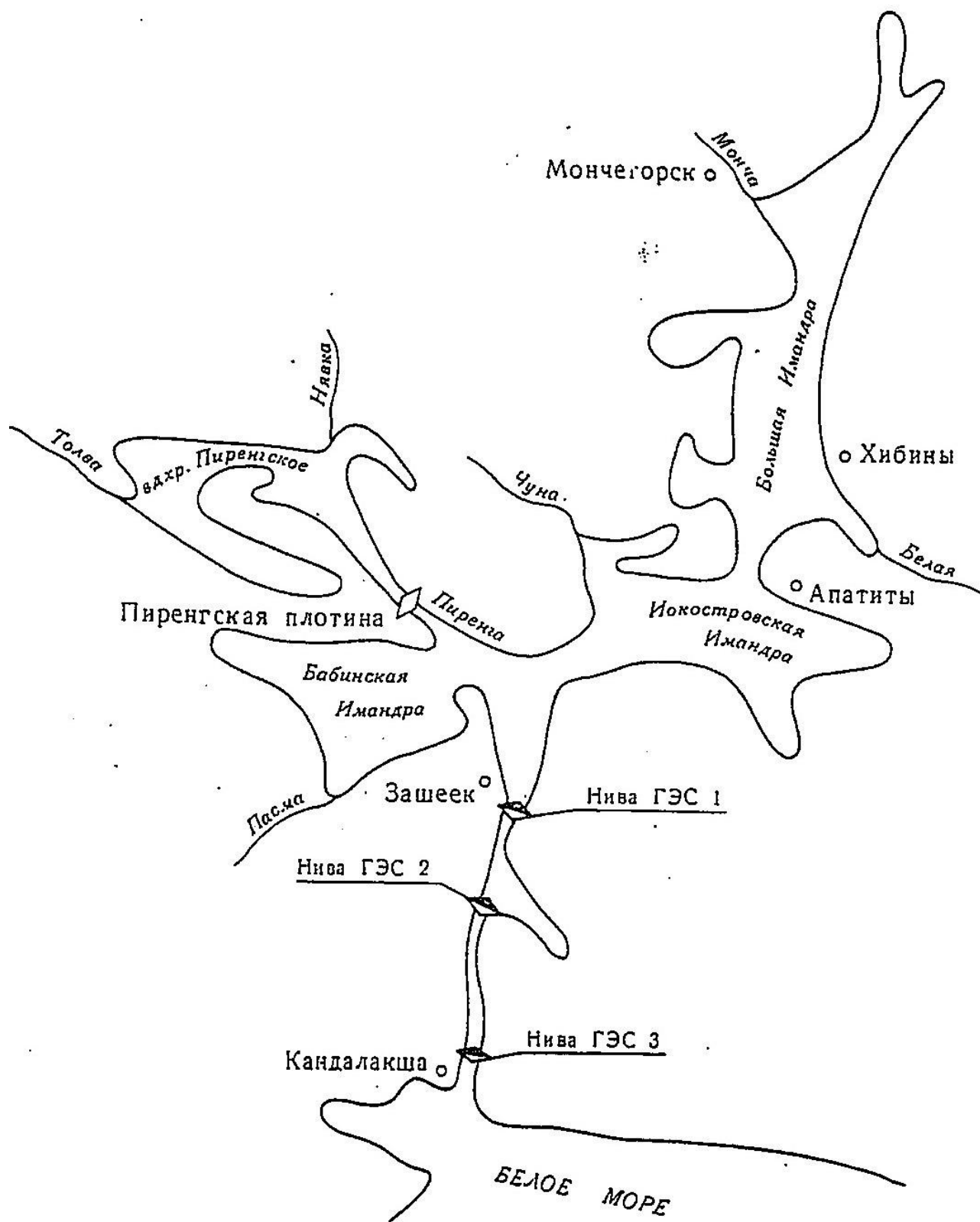
Куркен-йок	183	182	1,0	14,4	11,0	350	123	3	5	55	0,61
Куркен-йок-Вите	88,2										
Вите	222	222	0	24,4	12,2	410	167	4	<5	40	0,61
Вите-Нюдуай	115										
Нюдуай	88,6										
Нюдуай-р.Монча	1,8										
р.Монча	1580	1480	100	3,9	0,9	290	-	9	5	70	0,48
р.Монча-Без названия №1031	93,7										
р.Без названия 1031	73,6										
р.Без названия-р.Куреньга	1,1										
р.Куреньга	524	509	15	4,2	2,8	220	60	7	10	50	0,39
р.Куреньга-р.Печа	21,9										
р.Печа	687	685	2,0	3,8	2,6	260	63	7	5	75	0,42
р.Печа-р.Куна	42,9										

р.Куна	341	341	0	16,5	7,1	430	221	3	<5	50	0,59
р.Куна-	33,4										
р.Гольцовк											
а											
р.Гольцовк	89,9	89,8	0,1	44,3	31,5	600	275	<1	0	15	0,92
а											
р.Гольцовк	60,4										
а-р.Малая											
Белая											
р.Малая	82,8	79,9	2,9	44,9	30,1	650	307	1	0	10	0,76
Белая											
р.Малая	29,8										
Белая-											
р.Тахтарка											
р.Тахтарка	18,5	17,5	1,0	69,6	70,6	560	233	<1	0	20	0,98
р.Тахтарка-	0,2										
р.Белая											
р.Белая	239	227	12,0	16,5	11,9	500	240	2	<5	10	0,67
р.Белая-	56,9										
р.Жемчужн											
ая											
р.Жемчужн	40,1	37,1	3,0	4,7	3,7	200	49	<1	15	40	0,70
ая											
р.Жемчужн	2,6										
ая-Без											
названия											
№1051											

р.Без названия №1051	28,6											
р.Без названия- р.Черная	84,1											
р.Черная	37,6	37,2	0,4	5,1	4,4	180	26	5	20	75	0,66	
р.Черная- р.Снежная	11,4											
р.Снежная	32,6											
р.Снежная- руч.Никит ин	156											
Руч.Никит ин	49,3	49,2	0,1	9,8	8,8	220	47	<1	15	80	0,63	
Руч.Никит ин-р.Нива Зеркало оз.Имандр ы	21,9											
Площадь островов	60,8											
р.Нива	1230	1230	0	1,8	-	260	-	13	5	70		
	0	0										

3. Характеристика используемого в работе материала и методика их обработки.

Исходная информация. Измерение гидрометеорологических характеристик на озере Имандра проводят три гидрометеорологические станции Государственной сети гидрометеорологической службы: Мончегорск, Апатиты, Зашеек. В настоящей работе были проанализированы многолетние ряды данных наблюдений над температурой воды и воздуха, уровня воды, ледовых явлений и осадков по ГМС Зашеек.



Озерная станция Зашеек.

В состав озерной станции входят метеорологическая площадка, озерный пост.

Метеорологическая площадка расположена на северо-западной окраине

поселке, в 1985 г. перенесена в 0,8 км от озера. Прилегающая местность открытая со слабыми уклонами к озеру, с редкими островками леса. В непосредственной близости от площадки-дома и строения высотой до 6 м. Площадка оснащена стандартным оборудованием, флюгером с легкой доской, установленным на высоте 10,8 м, анеморумбометр на высоте 10,2 м. Высота площадки над уровнем 139 м БС.

Озерный пост расположен в южной части озера Иокостровская Имандра, в 2,7 км от плотины Нива ГЭС — I. Прилегающая местность — крупнохолмистая, высота сопков 200-250 м, наибольшая до 400 м. Понижение рельефа заполнены болотами, проточными озерами, мелкими ручьями. Растительность — смешанный лес. Грунты — скальные, с моренными отложениями. На участке поста берег скалистый, обрывистый. Прибрежная полоса отмеляя, каменистая. Дно в районе поста устойчивое с глубинами при наполнении озера 51 м. Ход уровня зависит от поверхности стока и регулирующей плотины ГЭС — Нива I.

Водомерный пост состоит из свай и реперов, отметка водомерных устройств получены нивелированием IV класса, выполнен МУГМ в 1993 г. Нуль поста 125,64 м БС, по результатам повторной привязке к госсети в 1992 г.

На посту ведутся наблюдения за уровнем — ежедневные, двухсрочные. Проводятся рейкой с успокоителем ГР-23, в период ледостава — круглой металлической. Точность - ± 1 см.

За волнением — визуальные, согласно Наставления вып.7, ч.I. Сектор подхода волны — С, СВ, В. Наибольшая высота волны от С и ССЗ ветров 1,75-2 м, продолжительность в среднем 1-2 дня. В период ветрового искажения колебания уровня за сутки до 6-10 см.

Температура воды измеряется ртутным термометром в оправе 2 м от берега в месте с глубиной 1 м, двухсрочные (IV-XI мес.). Весной при сработанных уровнях иногда измерение температуры воды ведется вброд с малыми глубинами 0,3-0,5 м в месте измерения, что влияет на точность.

Толщина льда измеряется ледомерной рейкой в 20 и в 500 м от берега.

Пункт наблюдения за ледовыми явлениями расположен около здания бывшего клуба пос.Зашеек, в 500 м на запад от водпоста. Высота площадки для наблюдений 20 м над уровнем озера, имеет хороший обзор открытой части озера до 4-5 км. В периоды установления и разрушения ледяного покрова ведется картирование. Наблюдения проводятся пентадно при толщине льда менее 30 см и весной при разрушении ледового покрова. В остальное время — подекадно.

Наблюдения за опасными и особо опасными явлениями. Критическая отметка уровней озера 195 см над нулем поста — критическая отметка плотины ГЭС Нива — I. При перенаполнении озера идет сброс воды в старое русло и размывается насыпь дороги полностью г.Полярные Зори-п.Африканда, а так же, в связи с ремонтом основной дороги, размывается временная объездная дорога пгт.Зашеек-г.Полярные Зори. При сбросе воды в русло на ГЭС Нива — II и ГЭС Нива — III в г. Кандалакше идет подтопление огородов, жилых частных домов.

Используемые в работе данные наблюдений приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Исходные данные гидрометеонаблюдений, используемых в работе

Параметр	Дискретность измерений	Точность измерений	Используемая в работе длина выборки
Температура воды, °С	10 сут	0,1°С	1984-2015 гг — 31 год
Температура воздуха, °С	6 ч	0,1°С	1988-2015 гг — 27 лет
Уровень воды, см абс. отм.	12 ч	Три значащие цифры	1985-2015 гг — 30 лет
Толщина льда, см	10 сут/ 5 сут	0,1 см	1984-2015 гг — 31 год
Ледовые явления, дата	-	1 день	1984-2015 гг — 31 год

Основные статистические характеристики. Методика обработки исходной информации определялась конкретными целями исследований. Для оценки временной изменчивости исходных рядов гидрометеорологических параметров были рассчитаны основные числовые характеристики выборок: максимальное

(max) и минимальное (min) значения; выборочное среднее многолетнее (\bar{X}), среднее квадратическое отклонение (σ), дисперсия (σ^2), медиана (Me), мода (Mo); коэффициент детерминации (R^2).

Минимум (min) и максимум (max) — это минимальное и максимальное значение переменной.

Выборочное среднее, или оценка среднего, рассчитывалась как средняя арифметическая всей выборки X за исследуемое число лет по формуле:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$$

где X_i — элементы выборки; $i=1, 2, 3, \dots, n$ — номер года; n — длина выборки — здесь и далее в формулах.

Дисперсия (σ^2) выборки, или выборочная дисперсия, характеризует степень рассеяния значений случайной величины от своего среднего значения.

Дисперсия определяется от своего среднего значения и вычисляется по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1},$$

где \bar{X} — выборочная средняя величина — здесь и далее в формулах.

Дисперсия меняется от нуля до бесконечности. Крайнее значение 0 означает отсутствие изменчивости. Применяется при анализе факторов, обуславливающих рассеяние случайной переменной.

Среднее квадратическое отклонение, или стандартное отклонение (σ),

определяется как квадратный корень из дисперсии и вычисляется по формуле[^]

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}},$$

Среднее квадратическое отклонение означает абсолютное среднее отклонение случайной величины от своего среднего значения и определяет степень изменчивости случайной переменной.

Дисперсия и стандартное отклонение — наиболее часто используемые меры

изменчивости переменной. Чем выше дисперсия или стандартное отклонение, тем сильнее разбросаны значения переменной относительно среднего. Часто стандартное отклонение — более удобная характеристика, так как измеряется в тех же единицах, что и исходная величина.

Медиана (Me) — показатель описательного характера. Медианой выборки является значение срединного элемента выборки. При нечетном объеме выборки n медиана — это действительное значение срединного элемента, а при n четном — среднее арифметическое двух срединных элементов упорядоченной по возрастанию, ранжированной выборки. Она разбивает выборку на две равные по вероятности части. Медиана дает общее представление о том, где сосредоточены значения переменной, иными словами, где находится ее центр. В некоторых случаях медиана более удобна, чем среднее.

Мода (Mo), так же, как и медиана, является непараметрической средней и характеризует наиболее типичное, часто встречающееся значение случайной величины. Если распределение имеет несколько мод, то оно мульти- или многомодально (имеет два и более «пика»). Мультимодальность также служит индикатором того, что выборка не является однородной.

Равномерное распределение не имеет моды, а его медиана совпадает со средним значением.

Коэффициент детерминации (R^2) показывает отношение объясненной дисперсии ($\sigma^2_{\text{ост}}$) к дисперсии временного ряда (σ^2) и является мерой качества подгонки:

$$R^2 = \frac{1 - \sigma^2_{\text{ост}}}{\sigma^2} .$$

Чем больше R^2 , тем лучше модель аппроксимирует исходный ряд: если $R^2 \rightarrow \pm 1$, то зависимость между трендом и исследуемым рядом детерминирована, если $R^2 \rightarrow 0$, то такая зависимость отсутствует, т. е. коэффициент детерминации характеризует тесноту группирования фактических значений параметров около линейного тренда.

Методы анализа временной изменчивости. Для анализа временной

изменчивости рядов гидрометеорологических наблюдений в работе были применены тренд-анализ. Для этого использовалась программа Microsoft Excel, построение линии тренда $y=ax+b$ и выведения R^2

Тренд-анализ. Для исследования пространственно-временной структуры и для выявления тенденции гидрометеорологических параметров был применен тренд анализ. С помощью этого анализа были получены тенденции роста или спада гидрометеорологических величин во времени и определена их надежность посредством коэффициента детерминации R^2 .

4. Пространственно-временная изменчивость температуры воды озера Имандра.

Тенденции в ходе температуры воды. При анализе изменчивости многолетнего хода гидрометеорологических величин важная роль отводится выявлению и оценке климатических трендов. Под трендом, или тенденцией, понимается постепенное изменение случайной переменной величины в течение всего конкретно рассматриваемого времени. Выделение трендов обычно производится путем различного рода сглаживания рядов и их выравнивания при помощи аналитических функций.

Для получения результатов были проанализированы данные по температуре воды за период наблюдений продолжительностью ряда 31 год, с 1984 по 2015 г. При этом были выявлены три ситуации — тренд положительный, тренд не выражен, тренд отрицательный.

Рассмотрим тенденцию изменчивости внутри года и между годами.

4.1. Внутригодовая изменчивость.

При решении многих народно-хозяйственных задач очень важным является знание изменчивости гидрометеорологических параметров от месяца к месяцу.

Для этого был исследован многолетний ряд средней месячной температуры воды на озере Имандра по гидрометеорологической станции Зашеек. Помещенные в таблицах и отображенные на графиках статистические характеристики получены за период с 1984 по 2015 г.

Сведения о средней месячной температуре воды приведены в табл. 2.1. Месяцы в которых отсутствуют температура воды — это периоды устойчивого ледостава на озере Имандра и измерения не проводятся, согласно программе озерной станции. Как следует из таблицы, положительные температуры наблюдаются в течении восьми месяцев, с апреля по ноябрь. Озеро Имандра относится к типу умеренно-холодных водоемов. После освобождения озера ото льда масса воды начинает быстро нагреваться, и устанавливается прямая температурная стратификация. В июле происходит дальнейшее прогревание водоема, несколько замедленное в открытых частях и более быстрое на мелководье и в прибрежных частях. Переход температуры через 10 °С отмечается обычно в третьей декаде июня. Наиболее ранний переход за последние 30 лет наблюдался в 2002 году 8 июня. Наибольшие среднемноголетние температуры воды наблюдаются в августе и не превышают 15°С . В сентябре водные массы под действием понижения температуры воздуха постепенно начинает терять накопленное тепло, равномерно охлаждаясь по всей акватории.

Таблица 2.1

**Многолетняя средняя месячная температура воды на озере Имандра-пгт
Зашеек (1984-2015 г.г.)**

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-	-	-	0,1	1,4	8,5	13,9	14,3	10,4	4,9	1,0	-

Годовой ход температуры воды представленный на рис.3.1 имеет один максимум, экстремальные значения положительной температуры воды приходится на июль-август. Лишь в редкие годы такая закономерность нарушается. Например в 1992 г. 13 июня и в 2001 г. 23 июня наблюдались

максимальные значения температуры воды.

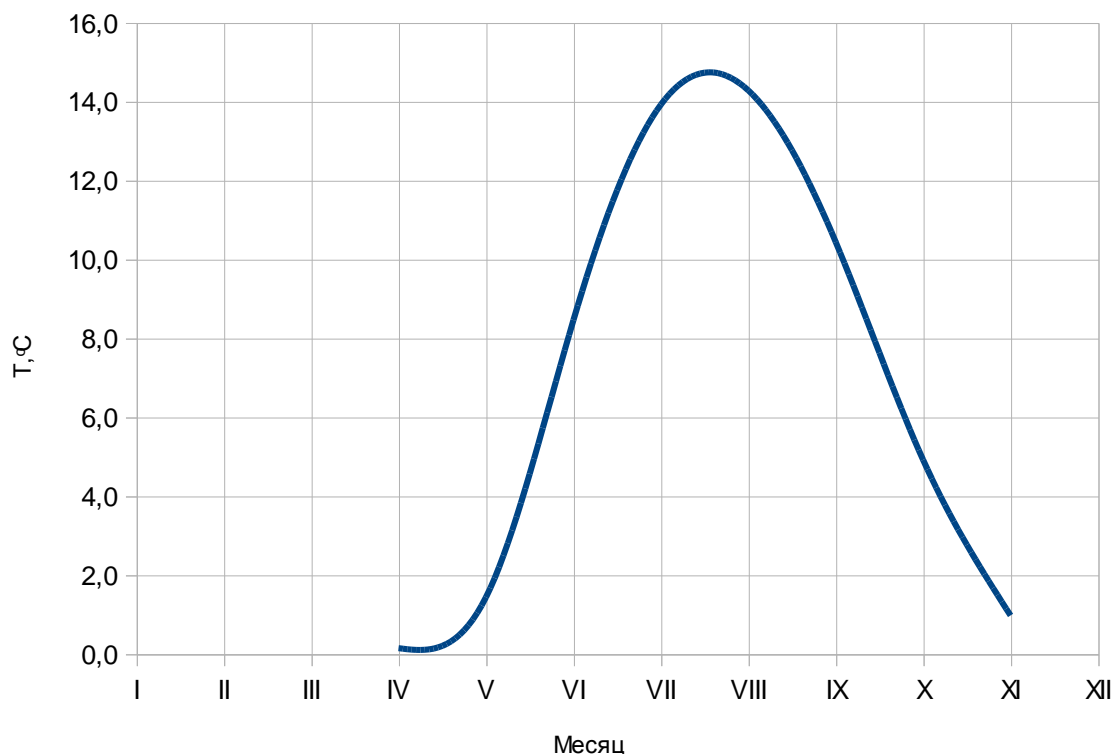


Рис.3.1. Годовой ход температуры о.Имандра-пгт Зашеек (1984-2015)

С целью выявления основных закономерностей выборки среднемесячных данных температуры воды было произведено их статистическое обследование, вычислены основные количественные показатели, такие как средние, средние квадратические отклонения, дисперсия, медиана, мода.

Таблица 2.2.

Многолетняя средняя месячная температура воды и ее статистические характеристики о.Имандра-пгт Зашеек (1984-2015).

Месяц	T_{max}	T_{min}	σ	σ^2	T	Me	Mo	Δ
Январь	-	-	-	-	-	-	-	-
Февраль	-	-	-	-	-	-	-	-
Март	-	-	-	-	-	-	-	-
Апрель	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
Май	6,3	0,1	1,6	2,5	1,4	0,6	0,3	1,1

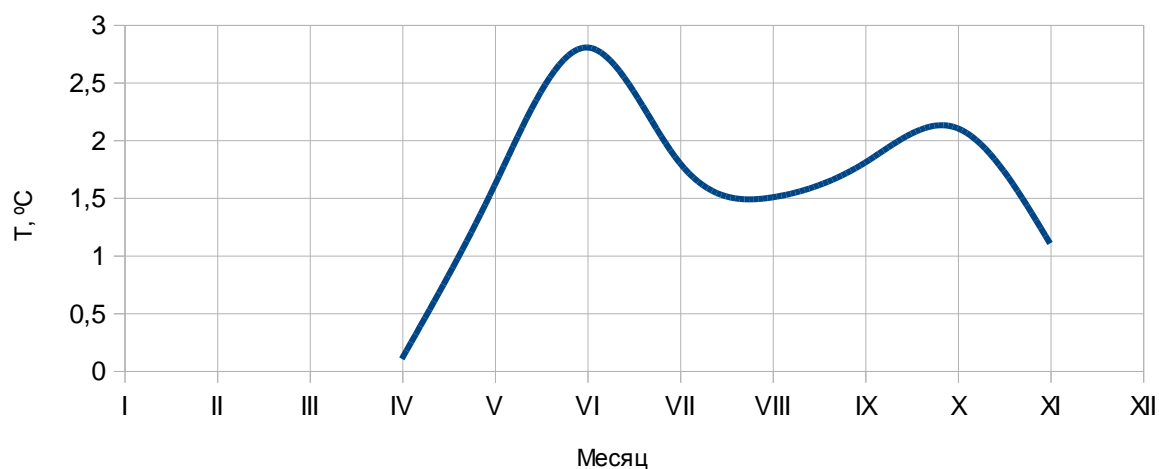
Июнь	13,9	1,2	2,8	7,9	8,5	8,7	8,2	0,5
Июль	18,2	8,5	1,8	3,2	13,9	14,2	12,9	1,3
Август	18,0	10,5	1,5	2,1	14,3	14,3	14,2	0,1
Сентябрь	14,5	5,6	1,8	3,3	10,4	10,3	9,6	0,8
Октябрь	9,2	0,3	2,1	4,5	4,9	5,0	5,1	0,2
Ноябрь	3,7	0,0	1,1	1,1	1,0	0,5	0,0	1,0
Декабрь	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. T_{\max} , T_{\min} , T — максимальная, минимальная и средняя температура воды, °С; σ — стандартное отклонение, °С; σ^2 — дисперсия, °С²; Me — медиана, °С; Mo — мода, °С; $\Delta = |T - Me - Mo|$ - абсолютная разность между средними.

В статистике известно, что длинные ряды данных натуральных наблюдений подчиняются нормальному закону распределения. Сопоставление таких статистических характеристик указанных выше, дает основание судить о близости закона распределения температуры к нормальному закону. Для нормального закона распределения разница между выборочными средними, медианой и модой стремится к нулю. Для проверки этого предположения было приведено сравнение средних характеристик температурного режима между собой. Наибольшие различия между выборочными средними, медианой и модой средней месячной температуры воды составили 1,1 °С в мае, 1,3 °С в июле и 1,0 °С в ноябре, причем отличие больше происходит по моде. Но так как мода характеризует наиболее типичное значение случайной величины, то в эти месяцы она значительно отличается от срединного и среднего выборочного значений. У месяцев апрель, август и октябрь эта разница составляет не более 0,2 °С, так как происходит перестройка температурного режима водных масс.

Внутригодовое варьирование среднего квадратического отклонения температу

о.Имандра-пгт Зашеек



На рис.1.2 показана картина распределения средних квадратических отклонений температуры воды. Варьирование температуры достигает значительной величины в месяцы начала и конца прогрева воды — июнь и октябрь соответственно, что связано с наибольшим диапазоном колебаний температуры воды в такой период.

Для более детального изучения изменчивости гидрометеорологического режима озера Имандра далее было проведено выявление климатических трендов декадных температур воды для каждого месяца года в пункте наблюдений пгт Зашеек. Результаты представлены на рис.2.1-2.8.

Анализируя линейные тренды, можно отметить следующие особенности. На всех рассматриваемых месяцах прослеживается тенденция увеличения температуры воды. При оценке тренда наиболее важным представляется оценка его значимости, т.е. насколько существен его вклад в изменчивость случайного процесса. Коэффициент детерминации R^2 - это квадрат множественного коэффициента корреляции. Он показывает, какая доля дисперсии результативного признака объясняется влиянием независимых переменных. На всех графиках коэффициент детерминации выражен слабо и мы можем не принимать во внимание такую зависимость. Но все же нельзя не заметить, что за последние годы максимальные показатели средней температуры воды

несколько выросли. Следовательно, мы можем сделать вывод что за наш имеющийся период, температуры становятся выше нежели 30 лет назад.

Рис.2.1. Температура воды среднедекадная 1984-2015гг
Апрель

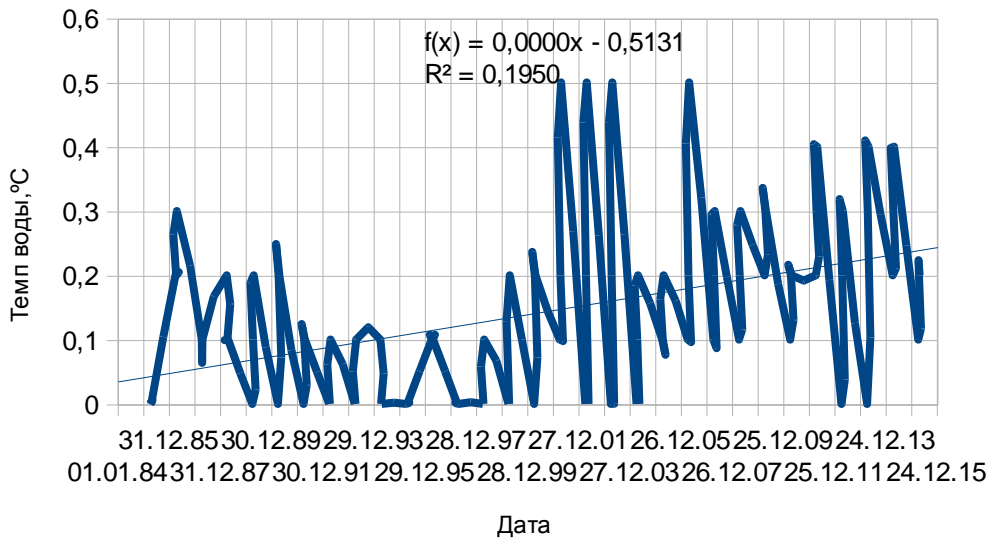


Рис.2.2. Температура воды среднедекадная 1984-2015гг
Май

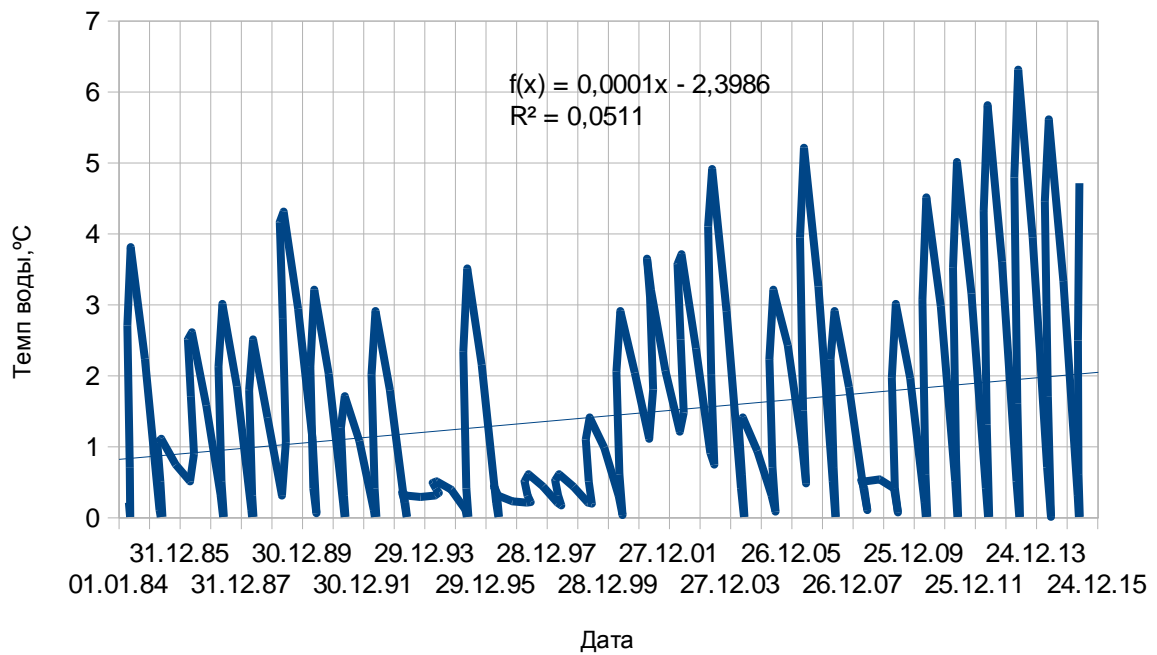


Рис.2.3. Температура воды среднедекадная 1984-2015гг
Июнь

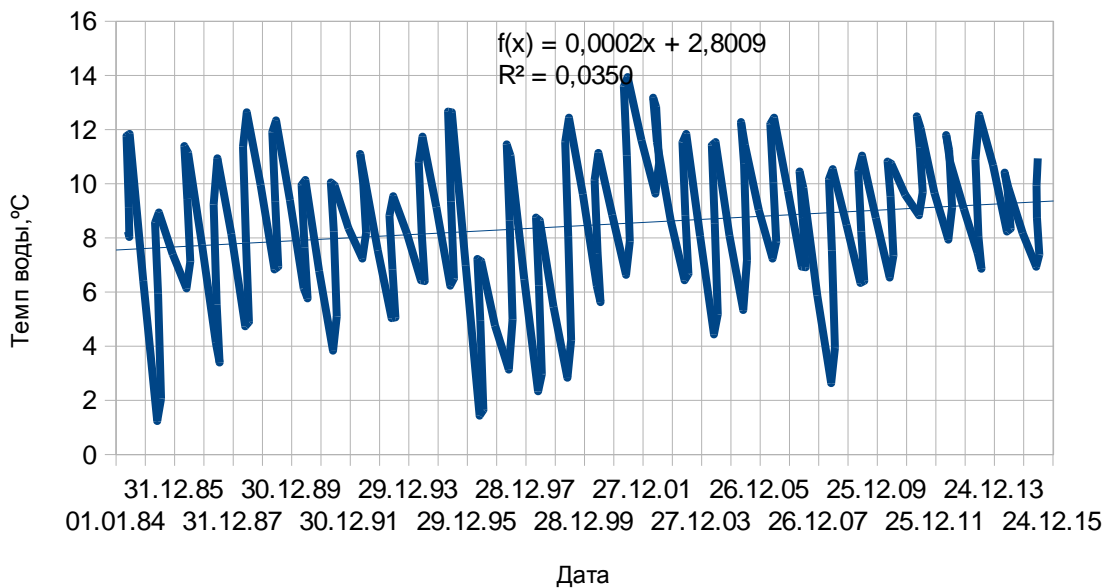


Рис.2.4. Температура воды среднедекадная 1984-2015гг
Июль

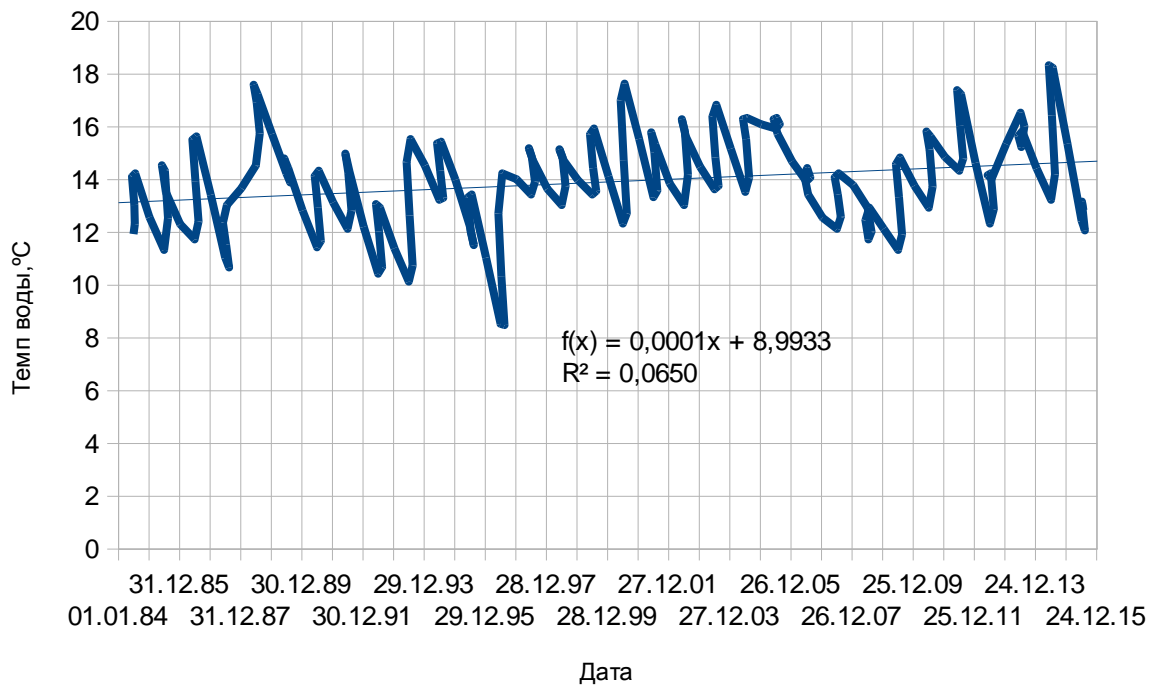


Рис.2.5. Температура воды среднедекадная 1984-2015гг
Август

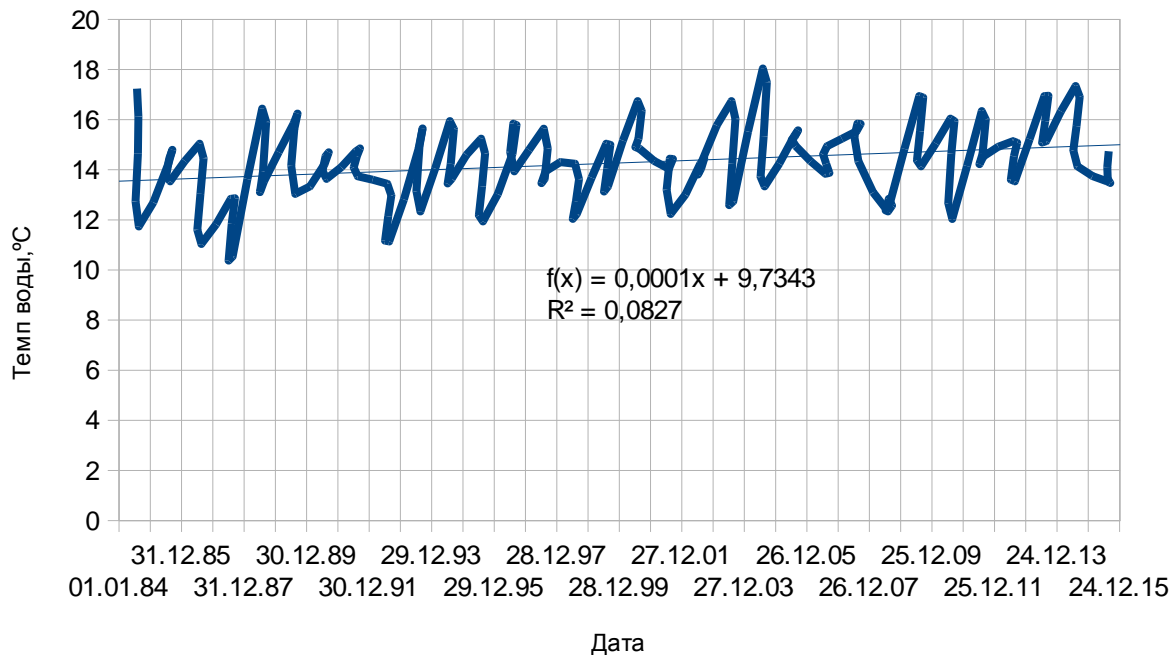


Рис.2.6. Температура воды среднедекадная 1984-2015гг
Сентябрь

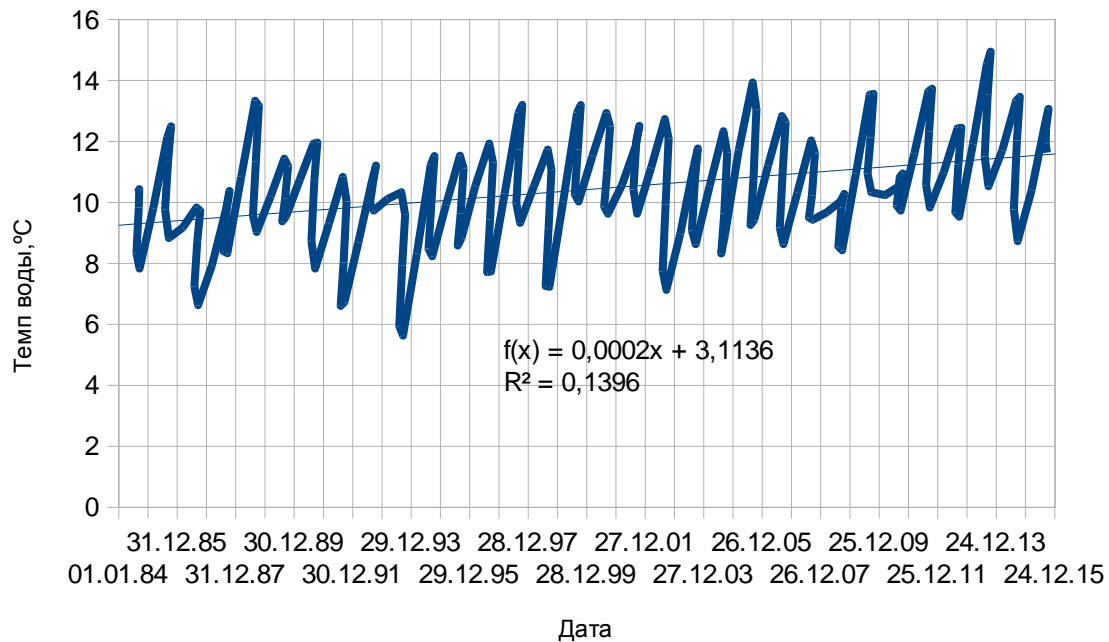


Рис.2.7. Температура воды среднедекадная 1984-2015гг
Октябрь

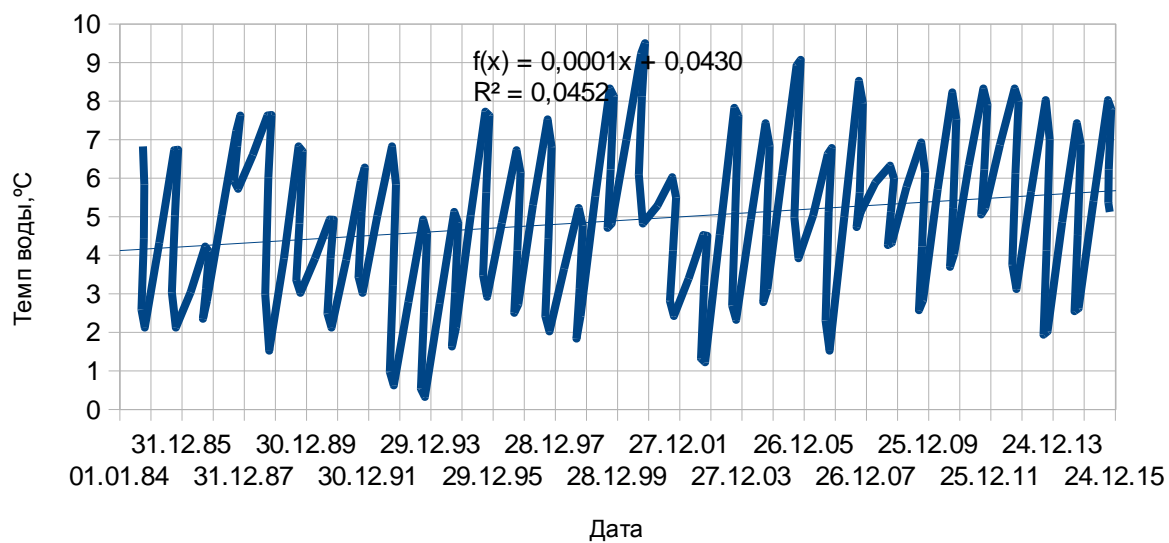
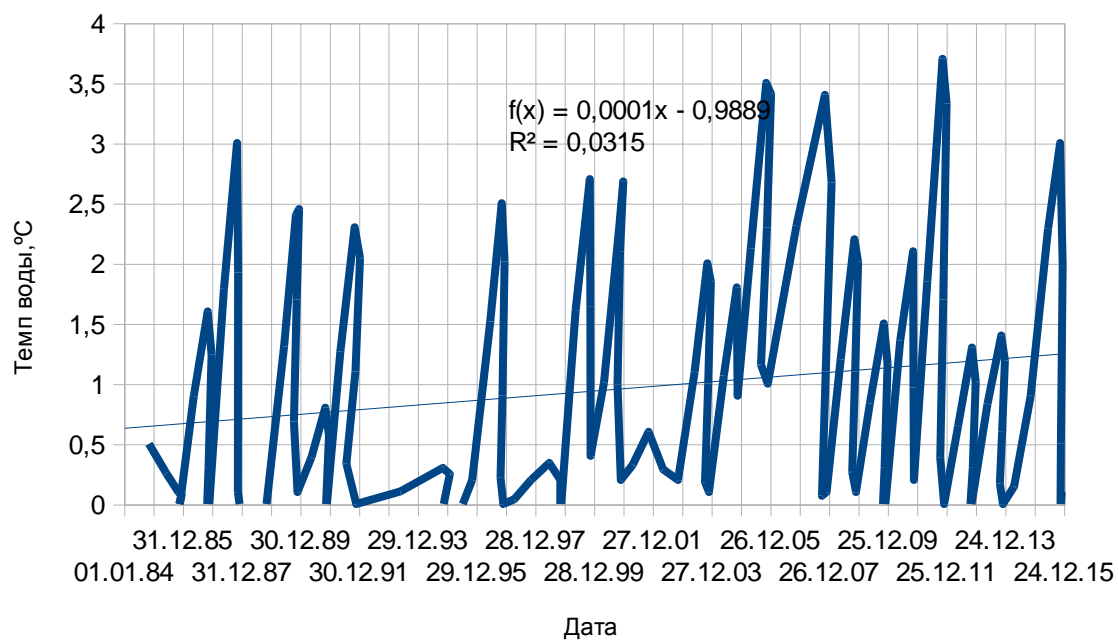


Рис.2.8. Температура воды среднедекадная 1984-2015гг
Ноябрь

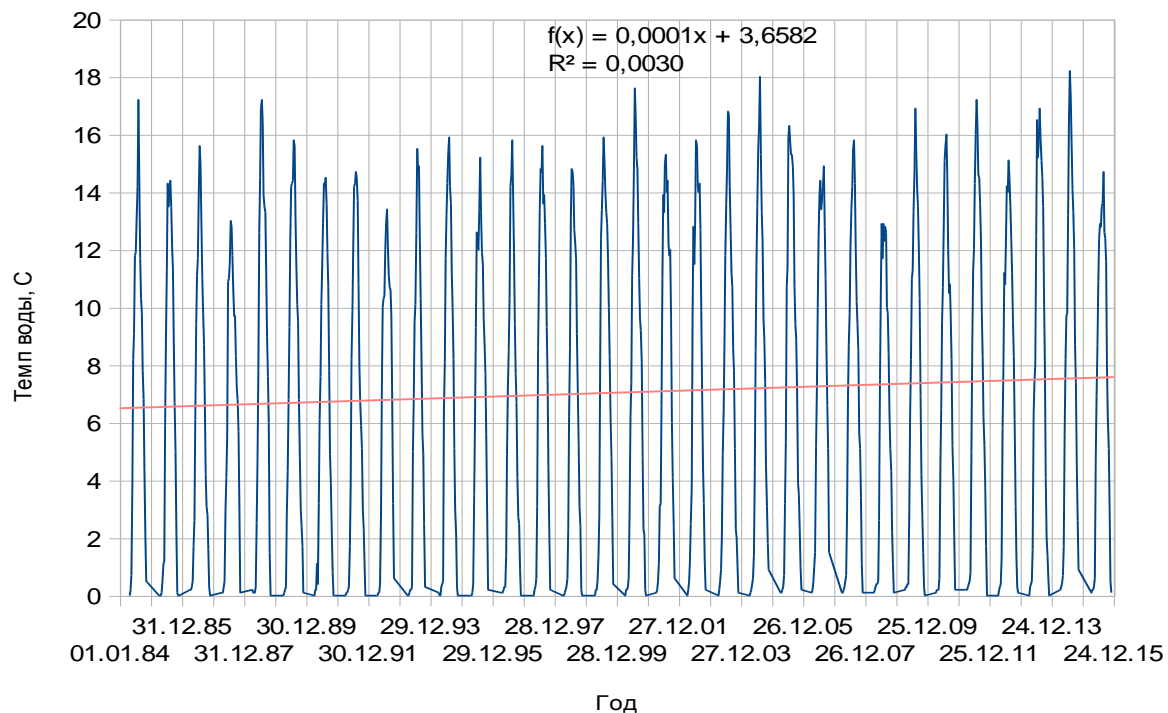


4.2. Межгодовая изменчивость.

Межгодовая изменчивость температуры воды озера Имандра представлена на рис. 2. за многолетний период с 1984 по 2015 год. Как видно из рисунка, средняя годовая температура воды колеблется из года в год весьма с ярко выраженной синхронностью. Амплитуда колебаний составляет до 18,2 °С среднесуточного значения за многолетний ряд в 31 год.

Уравнение тренда на рис.2 показывает увеличение температур воды на озере Имандра за последний 30-летний период, но так как коэффициент детерминации объясняет только 3%, тренд не значим. Из рисунка мы видим что начиная с 1999 года, средние максимальные значения стали чаще превышать 16°C. Так же выделим наиболее аномально холодные периоды максимальных значений температуры воды — 1986, 1992 и 2007 года, не достигшие 14°C.

Рис.2 Темпераутра воды оз.Имандра 1984-2015гг



5. Пространственно-временная изменчивость температуры воздуха на озере Имандра.

В данной главе приведен материал внутригодовой и межгодовой изменчивости температуры воздуха в течении многолетнего периода за 1988-2015гг.

5.1. Внутригодовая изменчивость.

Сведения о средней месячной температуре воздуха за период инструментальных наблюдений приведены в табл. 3.1.

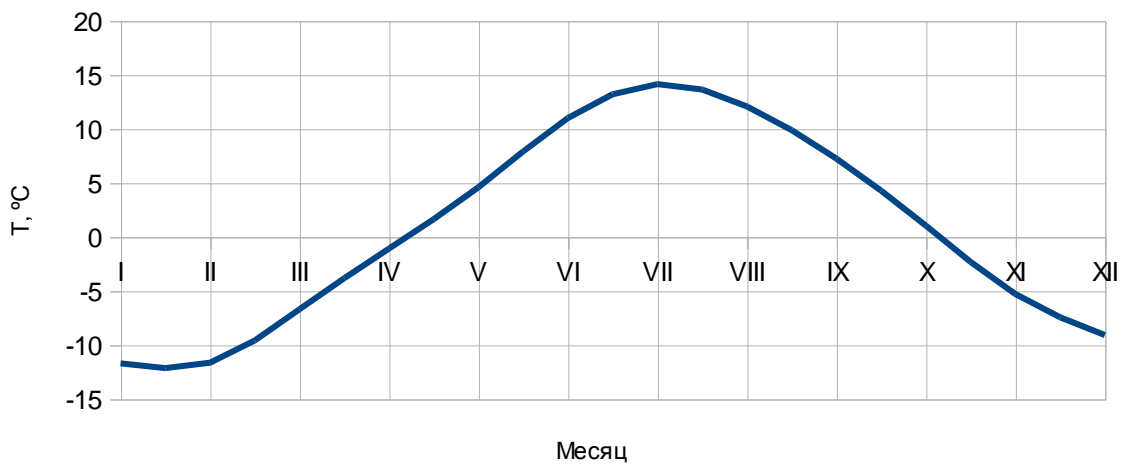
Таблица 3.1

Многолетняя средняя месячная температура воздуха на озере Имандра-пгт

Зашеек (1988-2015 г.г.)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-11,7	-11,6	-6,7	-1,1	4,6	11	14,1	12,1	7,2	1,0	-5,3	-9,1

Рис.3.1 Годовой ход температуры воздуха о.Имандра-пгт Зашеек
(1988-2015)



Годовой ход температуры воздуха имеет один максимум и один минимум. Минимальные температуры наблюдаются в январе-феврале, максимальные — июль. Внутригодовая изменчивость средней месячной температуры воды представлена на рис.3.1.

Начало весны, характеризуемое переходом температур через 0° , обычно приходится на третью декаду апреля, но на фоне общего потепления в течении весны часто наблюдаются возвраты холодов, иногда с выпадением снега. Период с температурой воздуха превышающий порог в 10°C можно наблюдать в течении трех месяцев — июнь, июль, август. В теплый период года вторжение холодных воздушных масс арктического происхождения понижают температуру до заморозков. Слабые заморозки могут быть в любом летнем месяце. Уже в середине августа начинается понижение температуры воздуха. Во второй половине сентября мы уже можем наблюдать устойчивое понижение температуры ниже 5°C . Заморозки в сентябре считаются нормальным явлением. Осень обычно затяжная, сырая, ветреная. Переход температуры воздуха через 0°C происходит как правило в первой декаде октября.

Произведенный помесячный анализ трендов температуры воздуха на рис.4.1-4.12 позволил выявить следующие особенности: Январь и февраль имеют отрицательную тенденцию, март — тренд не выражен, в апрель-май мы наблюдаем повышение тренда, как раз в этот период идет сход льда с акватории о.Имандра. В летние месяцы так же наблюдаются положительные тренды, но более равномерного характера. Сентябрь- ярко выраженная положительная тенденция к увеличению температуры воздуха, как раз в этот месяц появляются первые холода и понижение температуры воздуха. Октябрь, ноябрь и декабрь тренды положительные.

Из выше написанного следует, что характер изменения климата в период с 1988 по 2015 год в основном имеют положительную тенденцию роста температуры воздуха на озере Имандра, особенно в переходные сезоны — весна, осень. Но так как значимость тренда определяется коэффициентом детерминации, указанных на рис.4.1-4.12. и R^2 не превышают 0,2 , делаем вывод что связь слабая в своем роде.

Рис.4.1. Температура воздуха за 1988-2015гг.

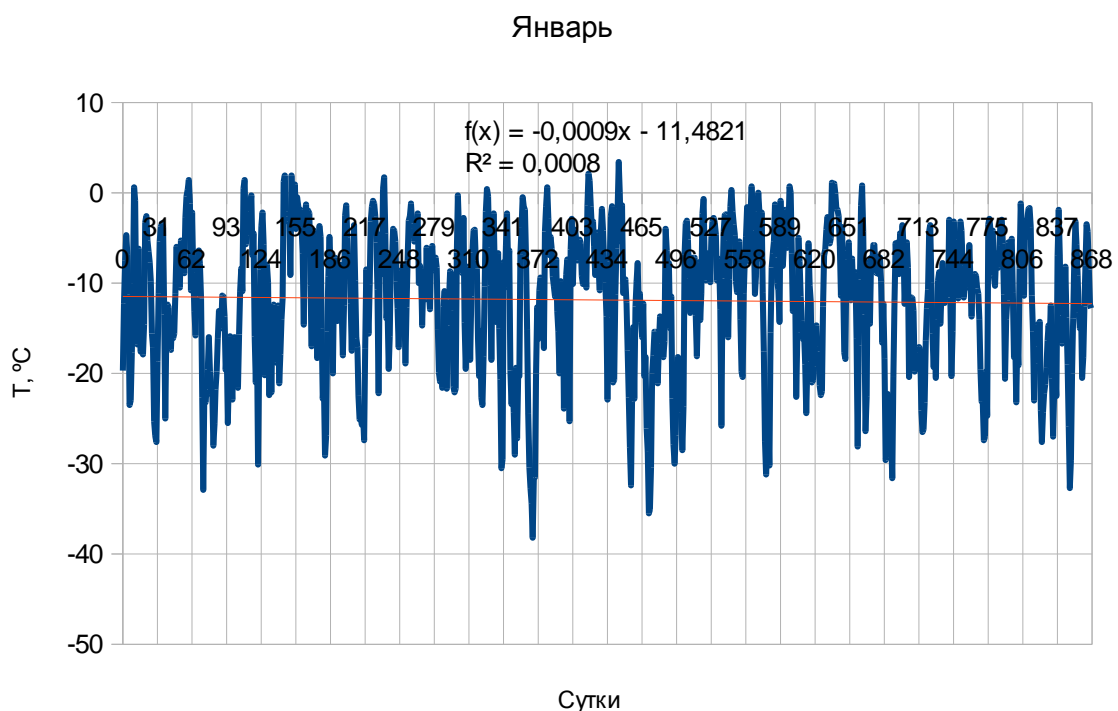


Рис. 4.2. Температура воздуха за 1988-2015 гг.

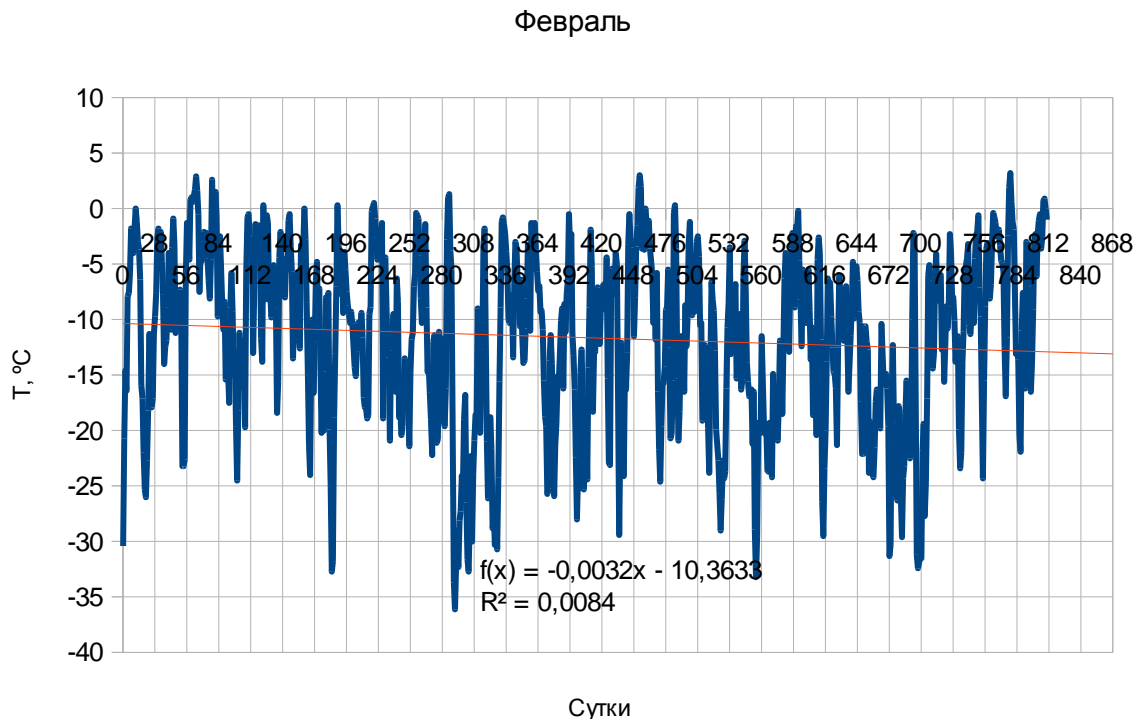


Рис. 4.3. Температура воздуха за 1988-2015 гг.

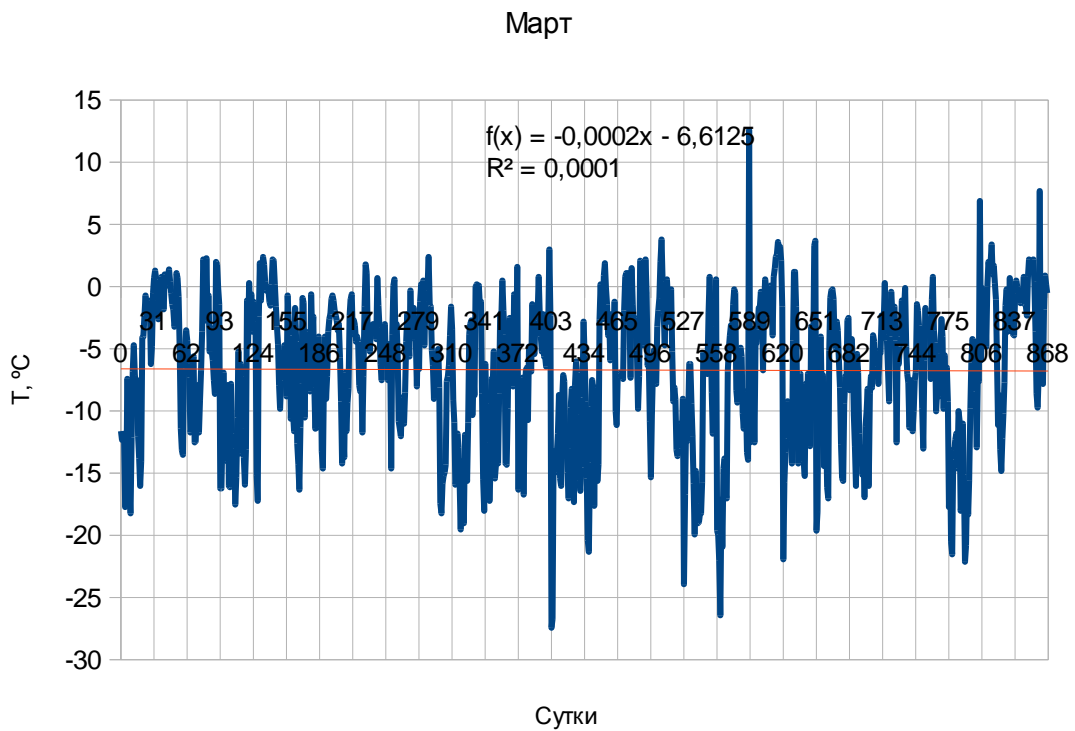


Рис. 4.4. Температура воздуха за 1988-2015 гг.

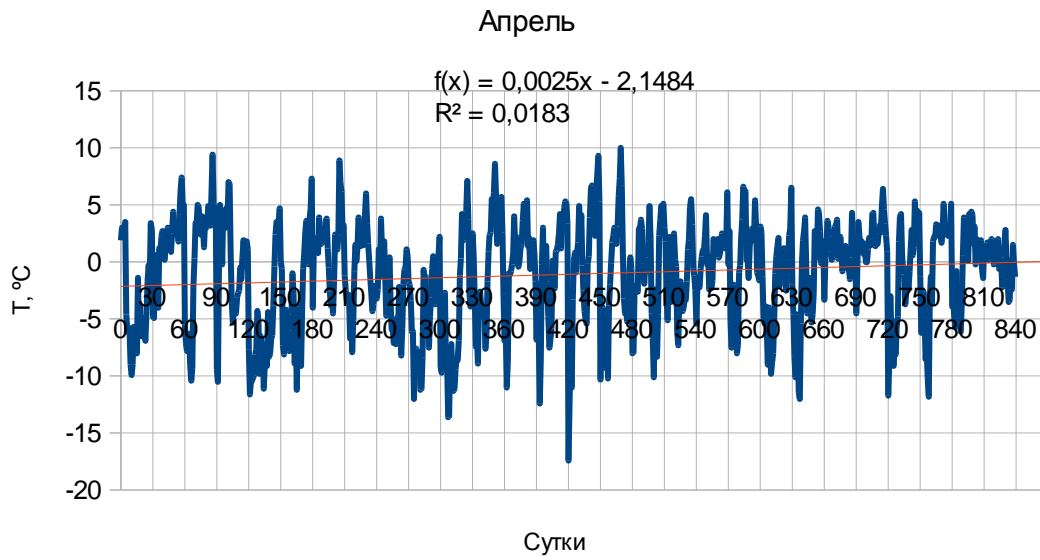


Рис. 4.5. Температура воздуха за 1988-2015 гг.

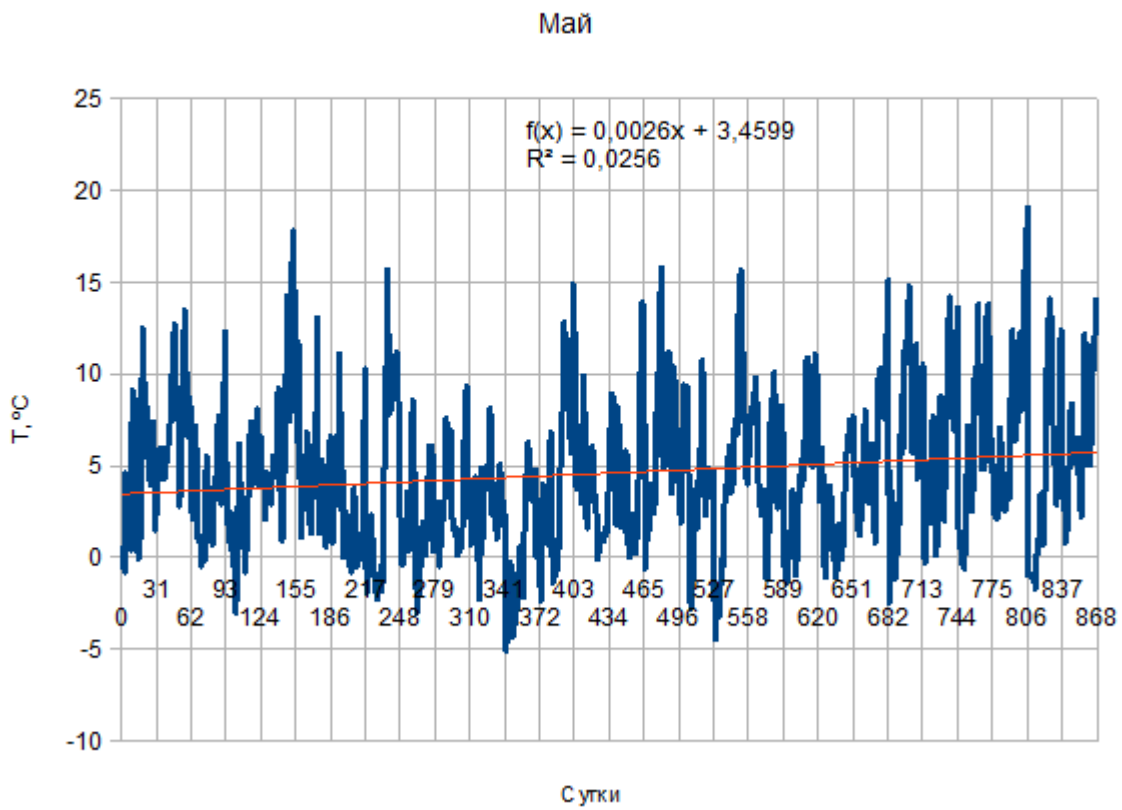


Рис. 4.6. Температура воздуха за 1988-2015 гг.

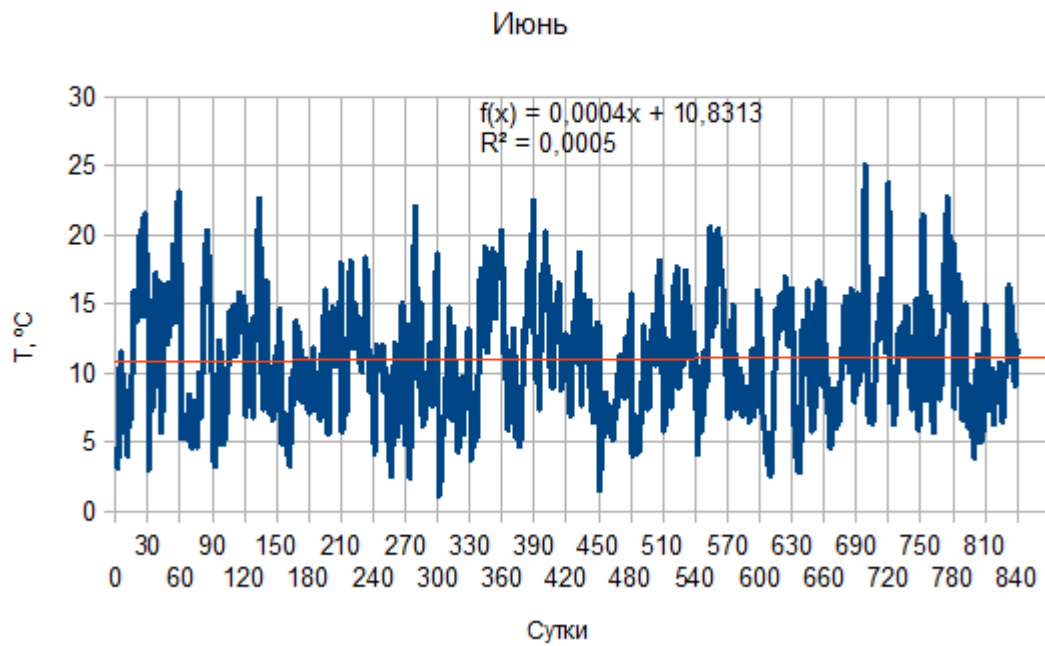


Рис. 4.7. Температура воздуха за 1988-2015 гг.

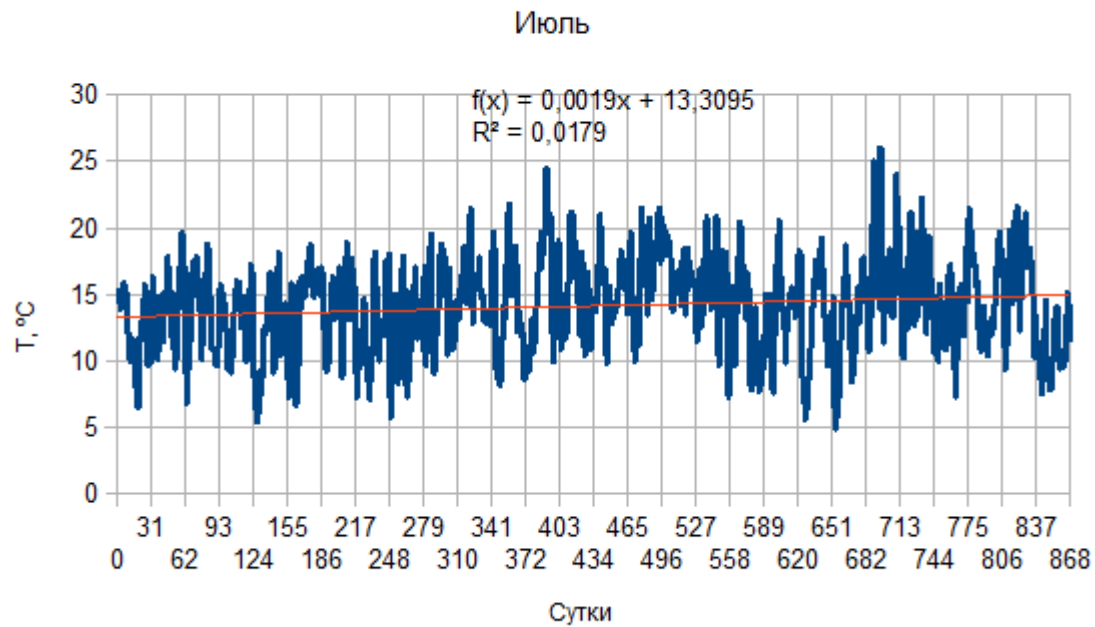


Рис. 4.8. Температура воздуха за 1988-2015 гг.

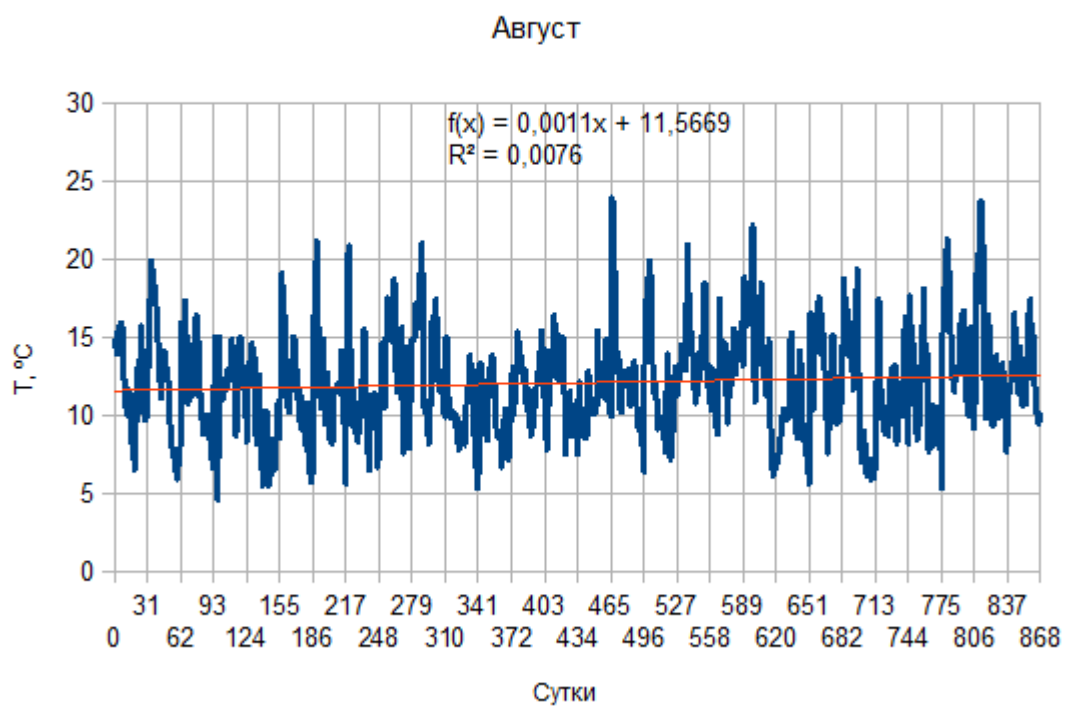


Рис. 4.9 Температура воздуха за 1988-2015 гг.

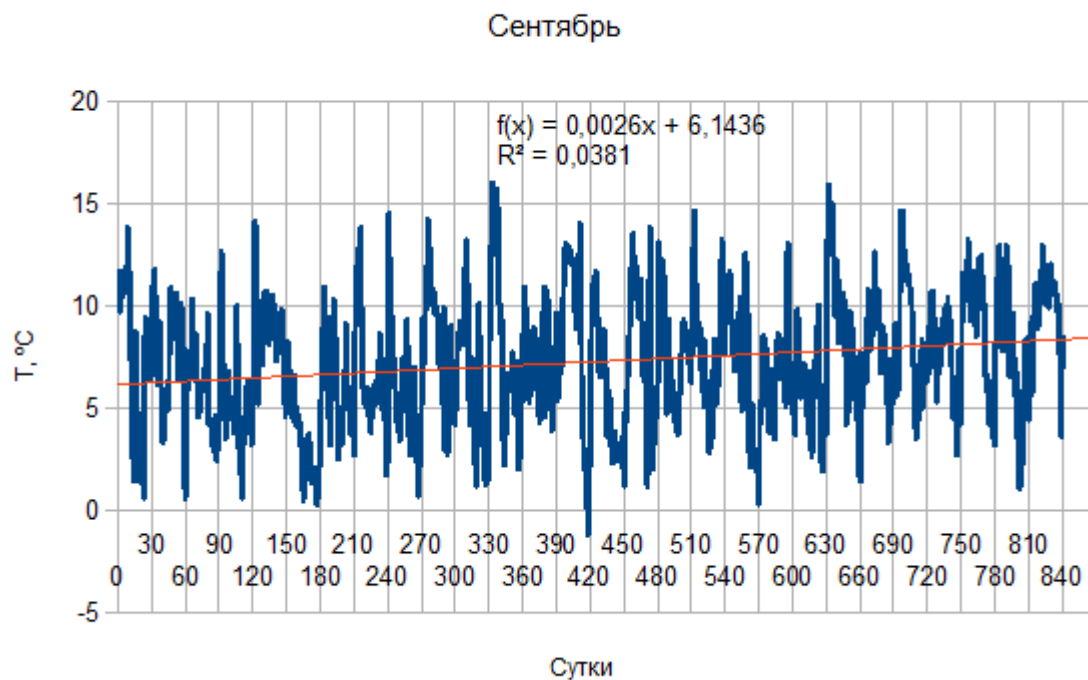


Рис. 4.10 Температура воздуха за 1988-2015 гг.

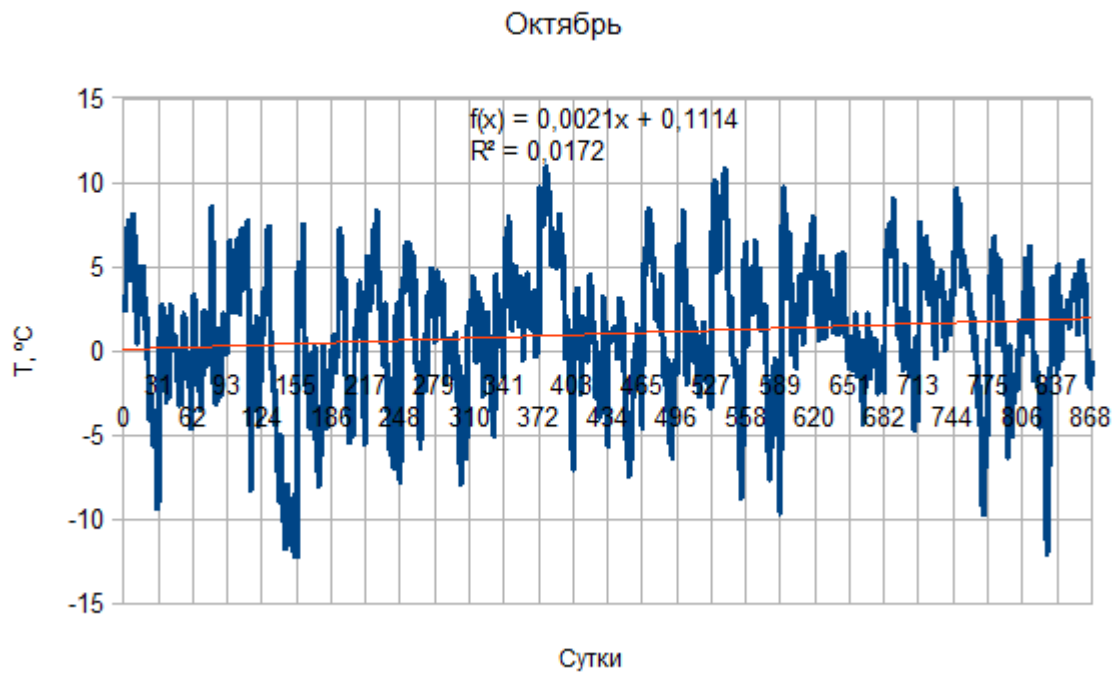


Рис. 4.11 Температура воздуха за 1988-2015 гг.

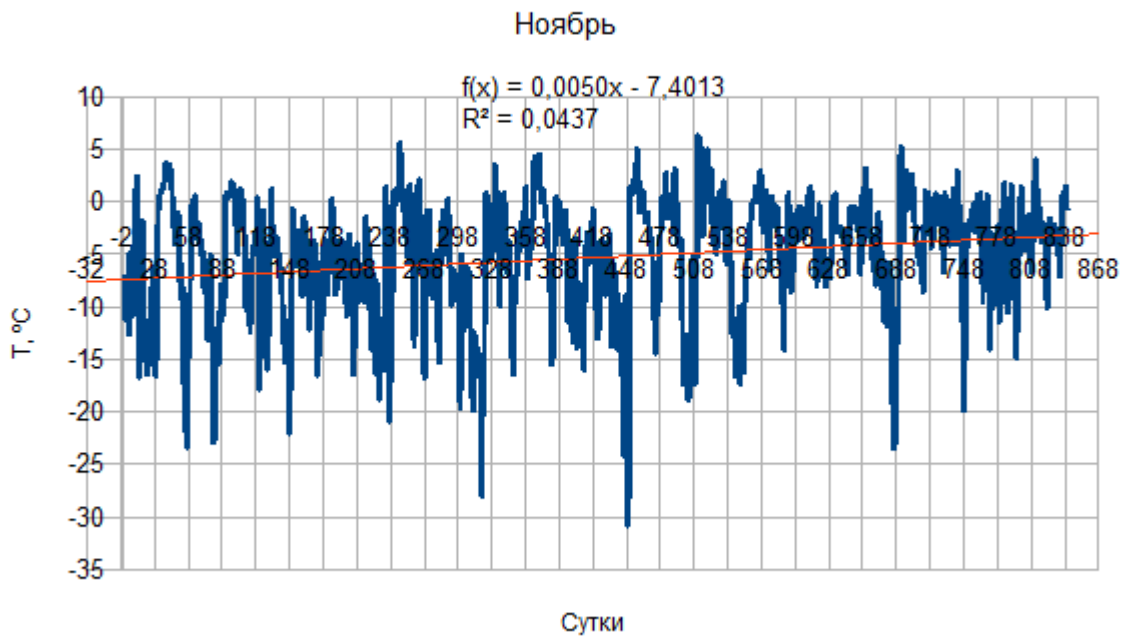
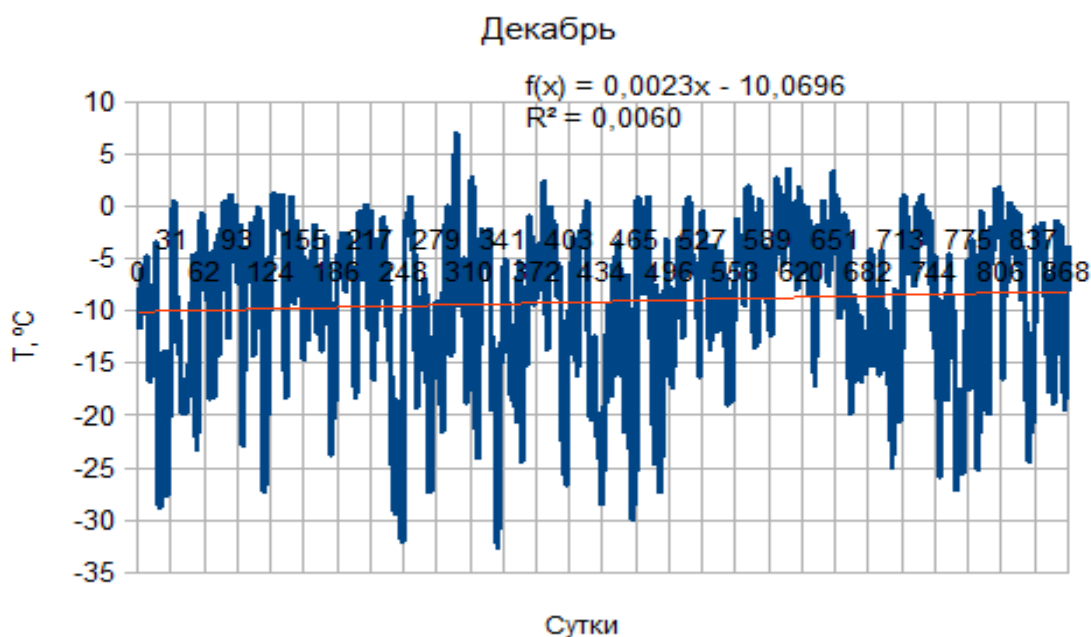


Рис. 4.12 Температура воздуха за 1988-2015 гг.



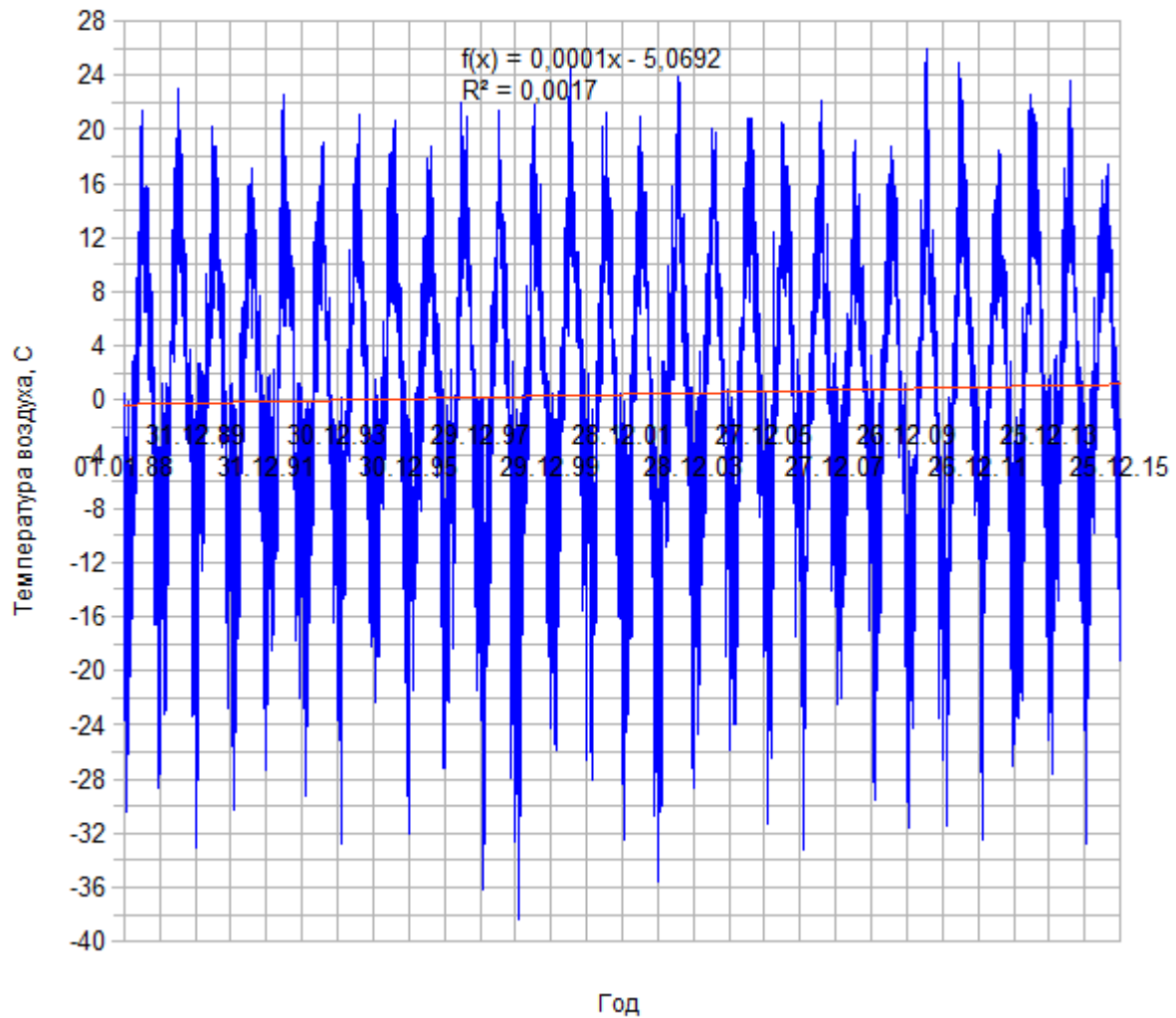
5.2. Межгодовая изменчивость.

Межгодовая температура воздуха на озере Имандра представлена на рис. 5, из которого видно, что температура воздуха на станции, так же как и температура воды (рис.2) претерпевает год от года синхронные изменения.

При визуальном анализе графика можно отметить некоторые особенности в ходе многолетнего ряда температуры воздуха. Среднемноголетняя амплитуда колебания за период 1988-2015 гг. составляет от 21,3 °С до -29,8 °С, абсолютный минимума -38, 3 °С (зима 1998-99 г.), абсолютный максимум 26 °С (2010г.).

Уравнение тренда на рис.5 показывает увеличение температур воздуха на озере Имандра. но так как коэффициент детерминации объясняет только 1%, тренд не значим. Период с 1988-1998 года имеет среднемноголетний характер разброса. Самые холодные зимы 1997-98 гг., 1998-99 гг., 2002-03 гг. опустившиеся ниже значения -34°С. Так же на эти периоды приходятся теплые лета — 2000-01 гг., 2003-04 гг., и в более близкие 2010-11гг., 2011-12 гг. имеющие максимумы температуры выше 24°С.

Рис. 5 Температура воздуха на оз.Имандра 1988-2015гг.



6. Пространственно-временная изменчивость уровня воды озера Имандра.

В данной главе приведен материал внутригодовой и межгодовой изменчивости уровня воды озера Имандра по данным О Зашеек в течении многолетнего периода за 1985-2015гг.

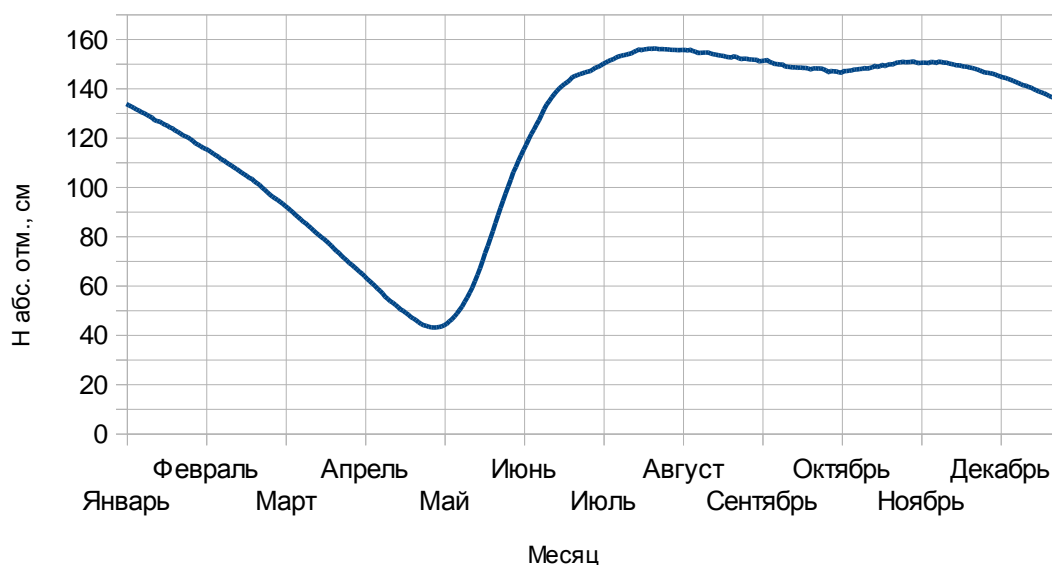
6.1. Внутригодовая изменчивость.

Для рассмотрения внутригодового хода уровня воды озера Имандры выполнен

рис. 6, по осредненным суточным значениям за 1985-2015 гг. Сразу следует отметить, что начиная с 1934г. был возведен каскад Нивских ГЭС, приведший к подпору уровня плотиной и перераспределения сработки его во времени. Высшие уровни в связи с искусственным регулированием стока наблюдаются в любом месяце, за исключением февраля-апреля, низшие летние в любой день безледоставного периода. Низшие зимние уровни, как правило, наблюдаются в апреле-мае, в период предвесенней сработки уровня. Значения амплитуды колебания уровня воды составляют: минимальное — 43 см, максимальное 156 см абс. отм от нуля поста (125,64 м БС).

Рис.6 Характерный годовой гидрограф уровня воды о.Имандра по средним значениям за многолетний период.

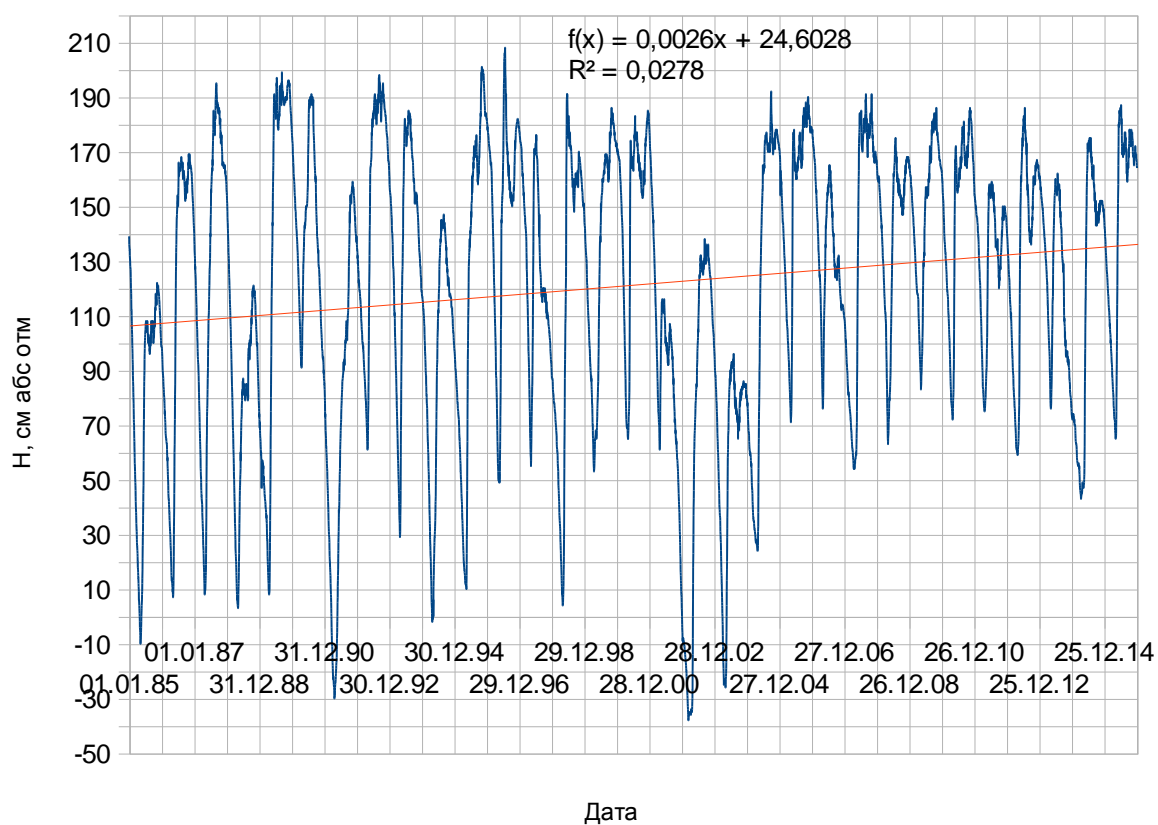
(1985-2015)



6.2. Межгодовая изменчивость.

Годовая амплитуда от 150 см до 300 см. Критический уровень наполнения озера 186 см. В 1987, 1989, 1990, 1992, 1995, 1996, 1998, 1999, 2004, 2005, 2007, 2009, 2010, 2012, 2015 г уровень воды превысил критический уровень наполнения озера. В 1991, 1994, 2003, 2004 значения упали ниже нуля поста.

Рис.7 Уровень оз.Имандры 1985-2015гг.



7. Пространственно-временная изменчивость ледовых явлений озера Имандра.

В данной главе выделены главные процессы зимнего режима озера Имандра — появления ледовых явлений, толщина нарастания льда, процесс разрушения и

наступления безледоставного периода. Так же эту изменчивость мы проанализируем с климатическими параметрами, такими как температура воды и температурой воздуха по водосбору озера Имандра.

7.1. Внутригодовая изменчивость.

Характерная внутригодовая изменчивость толщины льда и дат появления, схода ледяного покрова за период 1984-2015 гг. представлена на рис.8 и табл.4.

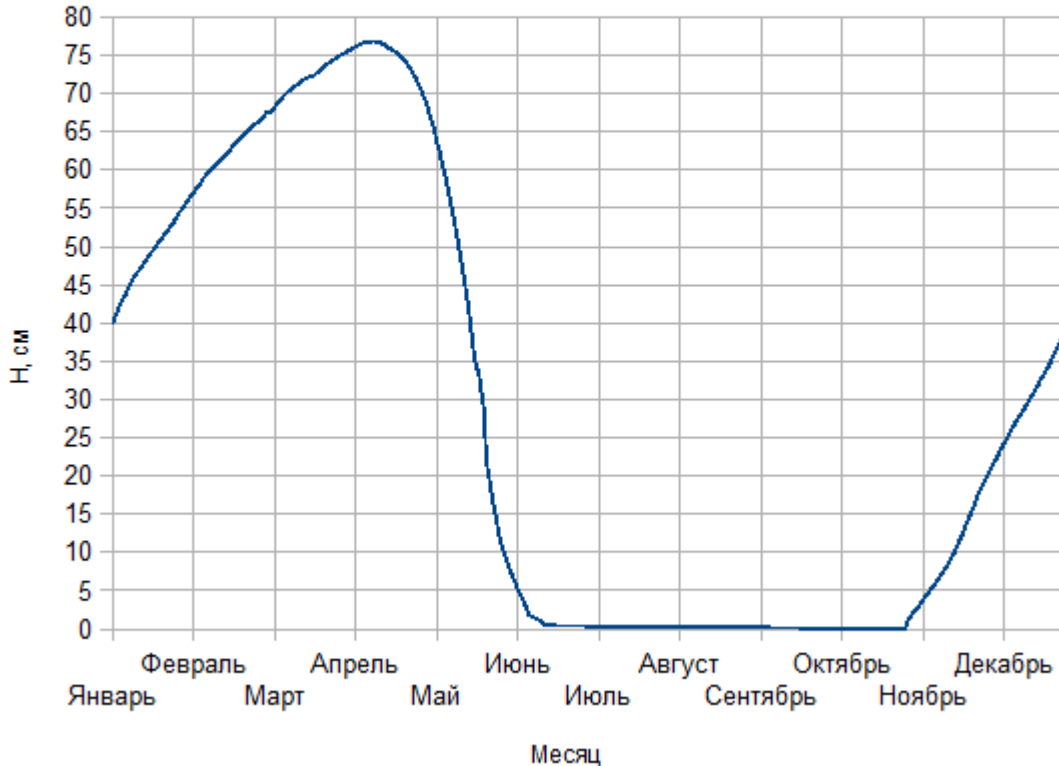
Таблица 4.

Многолетние средние даты начала и конца зимних явлений на озере Имандра-пгт Зашеек (1984-2015 г.г.)

Появление осенних ледовых явлений	Начало ледостава	Вскрытие озера	
		Подвижка, закраины	Чисто
31.окт	13.ноя	23.май	30.май

Рис.8 Характерный годовой ход нарастания льда о.Имандра по средним значениям за многолетний период

(1984-2015)



Анализируя полученные средние годовые характеристики за период 1984-2015 гг. можно отметить следующие особенности. Замерзание: процесс наблюдается на акватории в среднем в течении 13 дней после появления первых осенне-ледовых явлений таких как сало, снежура, шуга. Длительность процесса объясняется большой площадью остывания зеркала озера, подвергающееся под воздействием низких температур и приходом холодов. Ледостав в среднем устанавливается во второй декаде ноября и держится в течении 6-7 месяцев, без временных сходов. Ледяной покров. От момента установления ледостава до конца января средний прирост толщины льда за декаду составляет 5-6 см. К концу декабря средняя толщина составила 39 см, в конце января 57 см. В дальнейшем, по мере увеличения мощности ледяного покрова, нарастание толщины льда замедляется, в течение февраля, марта, первой половине апреля прирост за декаду 3-4 см. Наибольшую толщину льда наблюдаем в первой

декаде апреля, которая равна 77 см. Разрушение ледяного покрова начинается с появлением воды на льду, его потемнением, а далее подвижкой, отмечаемой наблюдателем кодом в книжке как начало вскрытия озера. По представленным данным, средняя дата начало вскрытия — 23 мая, средняя дата полного очищения — 30 мая. В отдельные затяжные весны разрушение наблюдается до первой половины июня, как видно из рис. 8.

Помесячный анализ трендов толщины льда на рис.8.1-8.7 позволил выявить следующие особенности: с января по апрель имеется отрицательная тенденция, наблюдается коэффициент детерминации $R^2 > 0,3$. Февраль имеет самую выраженную тенденцию спада толщины льда по многолетнему периоду, $R^2 = 0,4$, что значит имеется слабовыраженная взаимосвязь спада толщины льда во времени. Май — тренд отрицательный, связь отсутствует. Ноябрь и декабрь — тренд отрицательный, объясняемость меньше 20%.

Рис. 8.1 Толщина льда на о.Имандра (1984-2015)

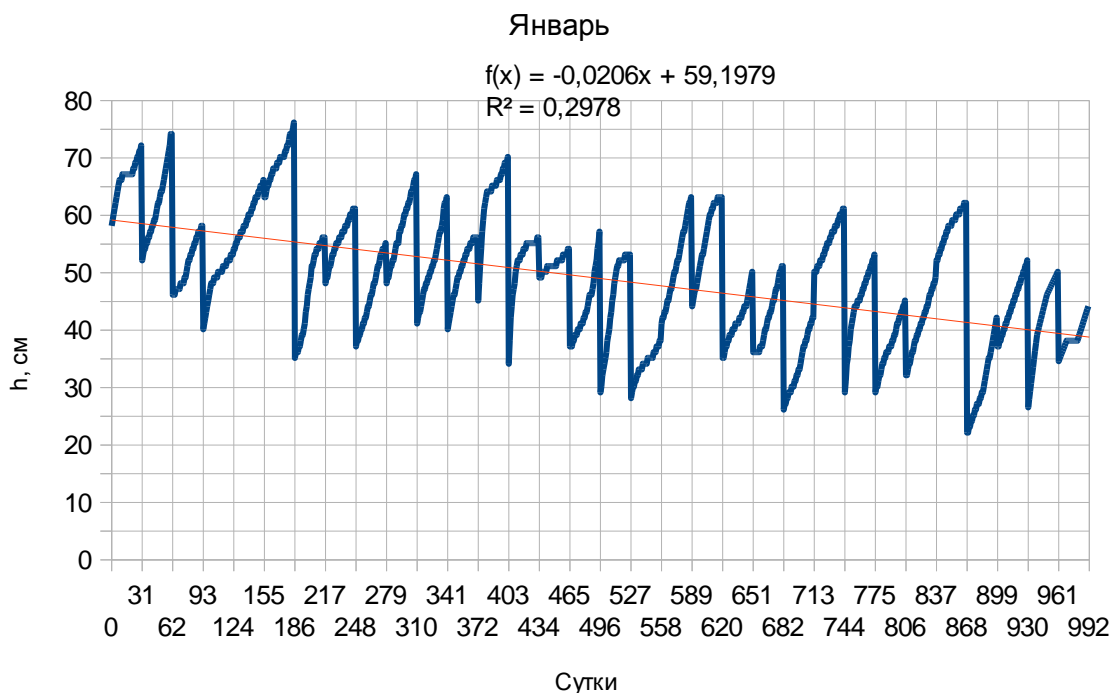


Рис. 8.2 Толщина льда на о.Имандра (1984-2015)

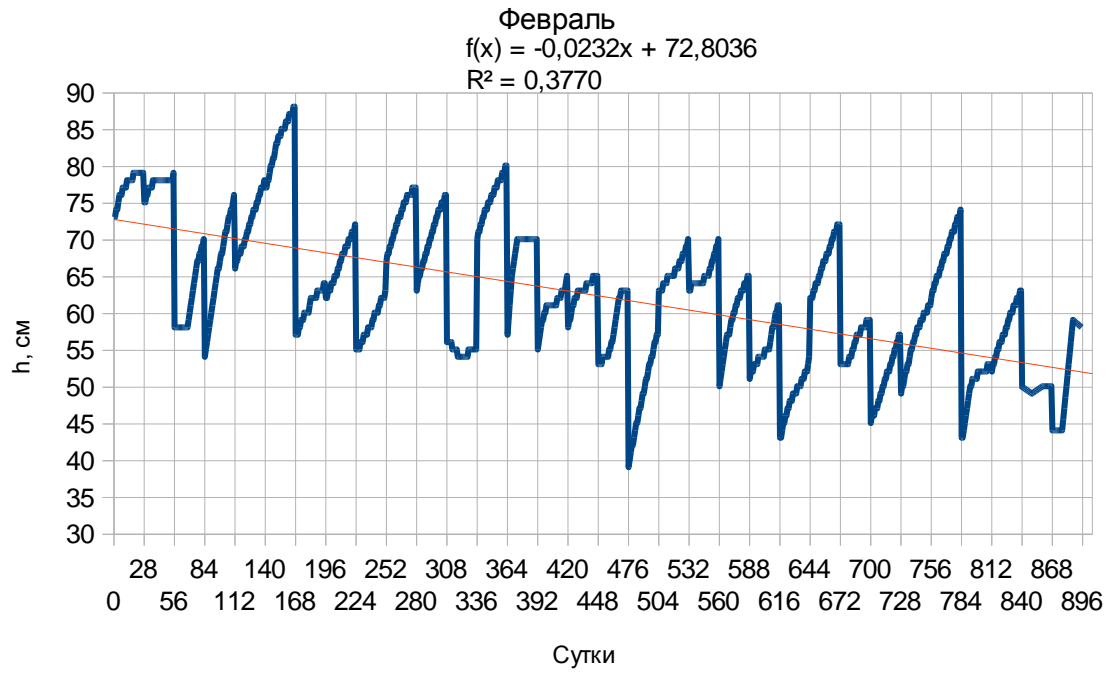


Рис. 8.3 Толщина льда

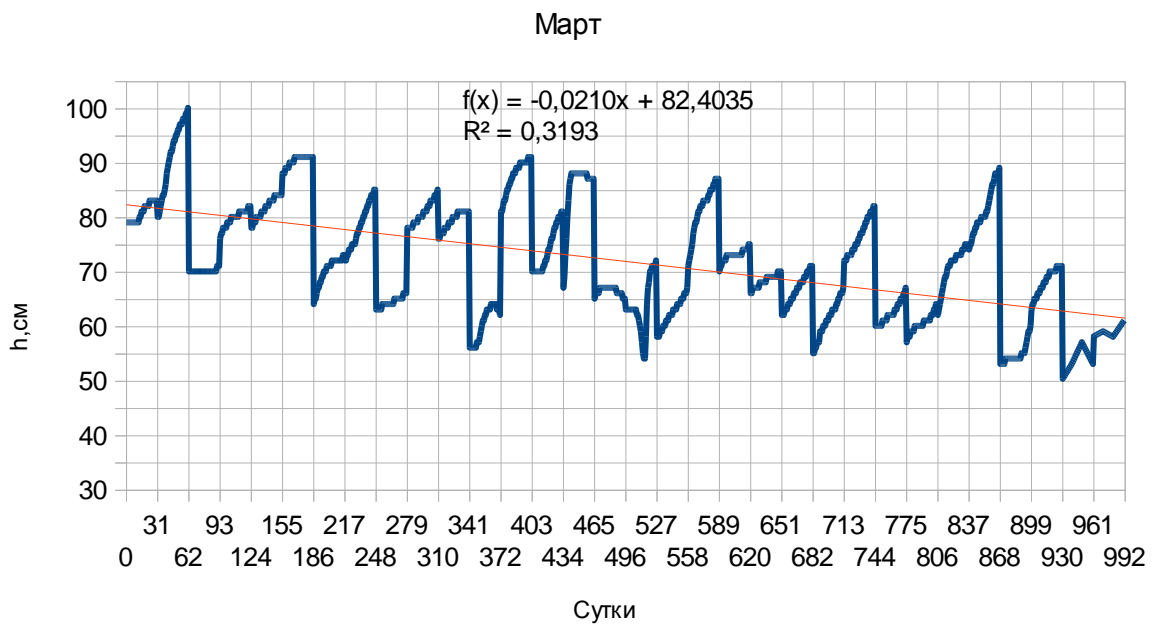


Рис.8.4 Толщина льда на о.Имандра (1984-2015)

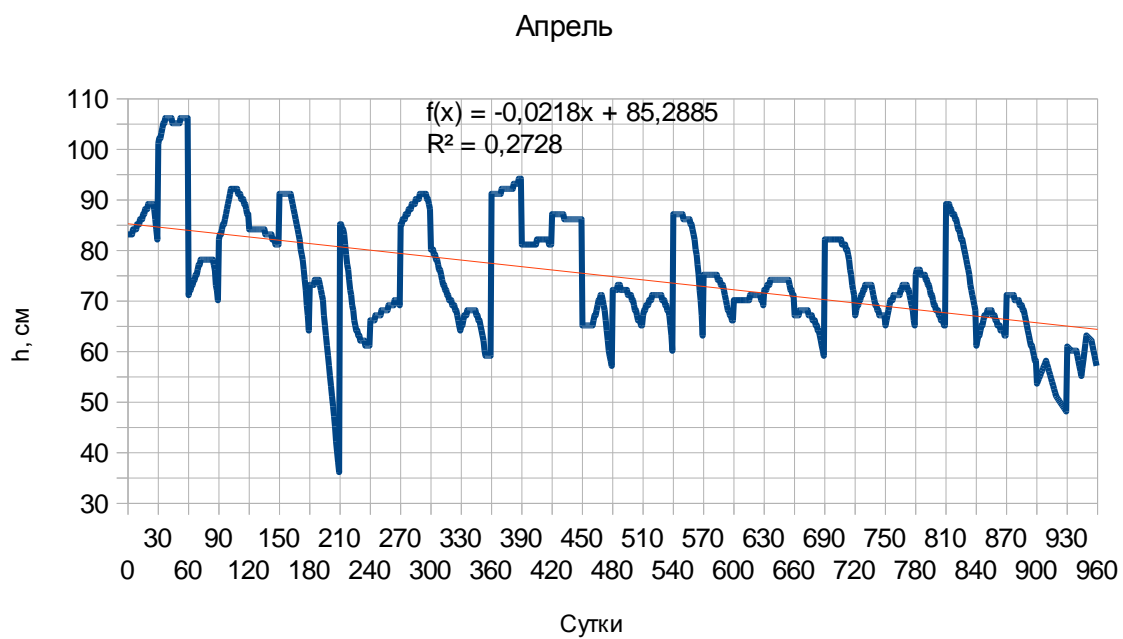


Рис. 8.5 Толщина льда на о.Имандра (1984-2015)

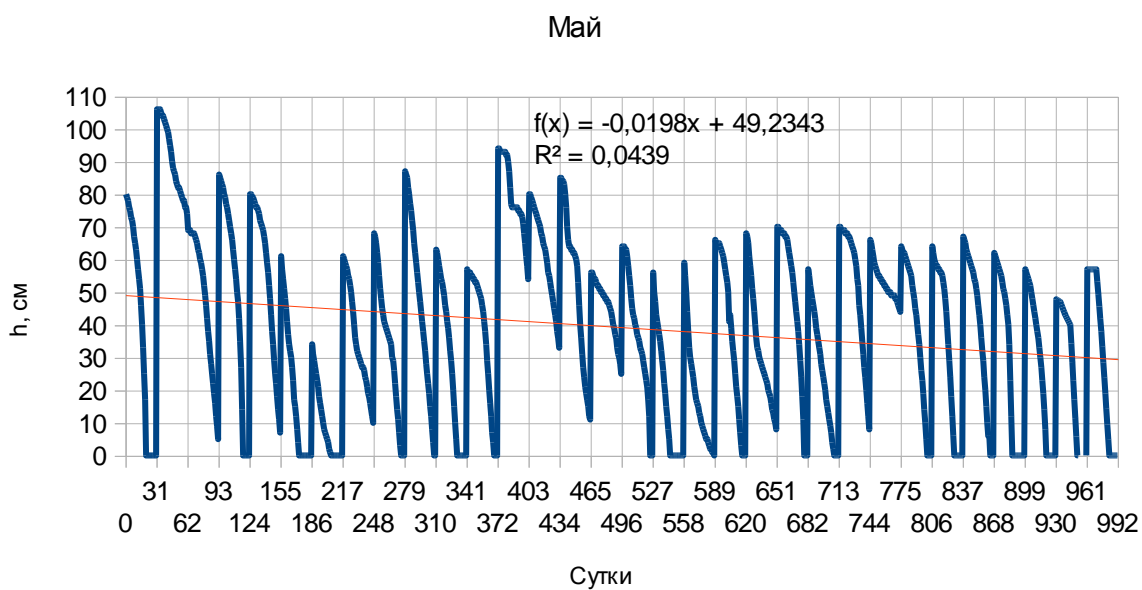


Рис. 8.6 Толщина льда на о.Имандра (1984-2015)

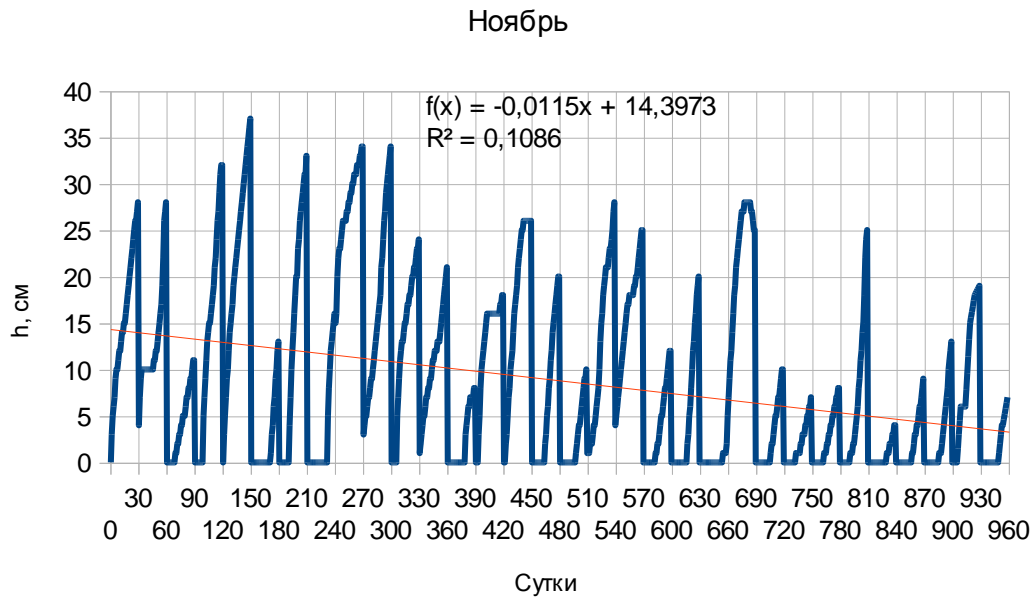
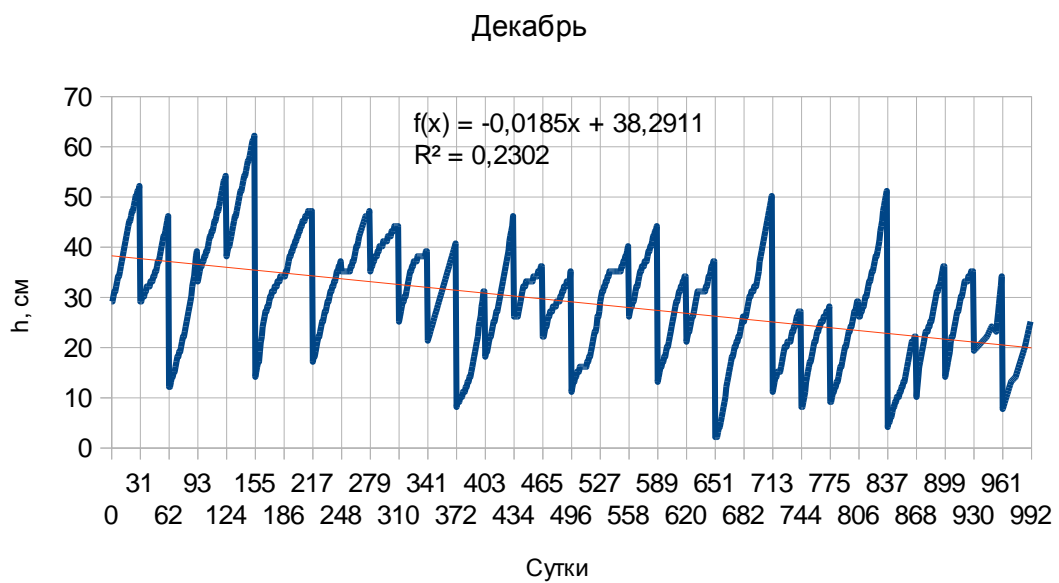


Рис. 8.7 Толщина льда на о.Имандра (1984-2015)

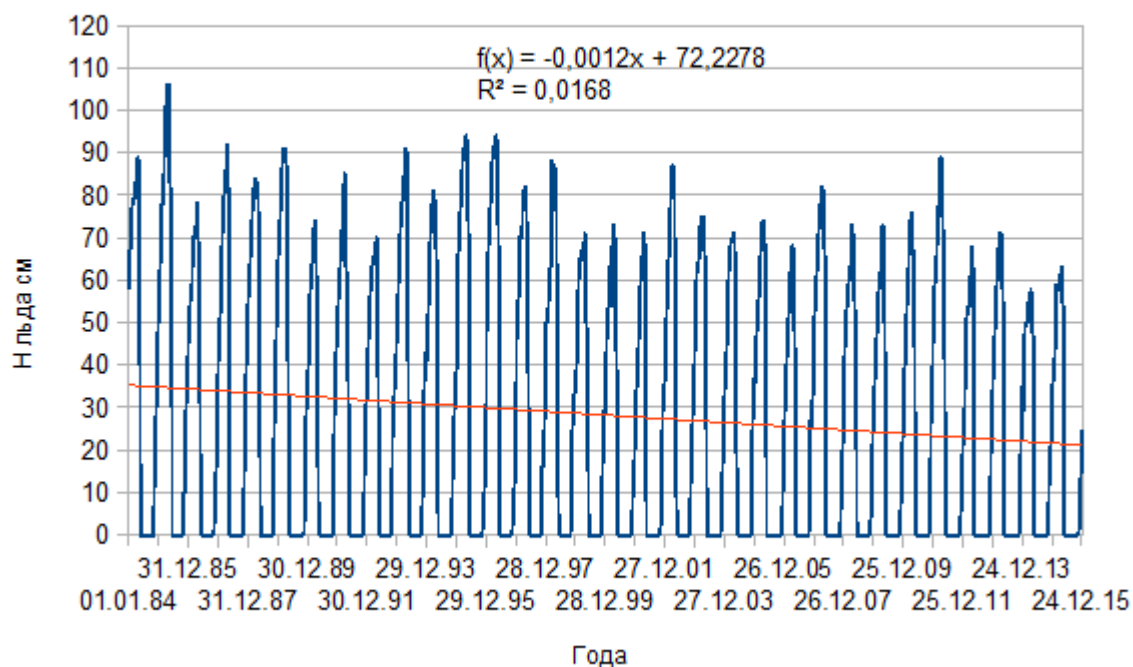


7.2. Межгодовая изменчивость.

Рассмотрим изменение толщины льда для каждого года с 1984 по 2015 гг. Для этого построена зависимость на рис.9. Зима 1984-1985 г., толщина льда имеет абсолютный максимум за 31 год — 105 см, минимум максимального значения 58 см в 2014 г. Визуально можно разделить период на два: В первой половине (до 1998 г.) заметно выше максимальные значения нарастания льда в среднем превышавшие 80 см, во второй в среднем до 80 см, за исключением зимы 2000-01, 2005-06, 2009-10 годов.

Уравнение тренда толщины льда на рис.9 отрицательный. Коэффициент детерминации стремится к нулю, выявлено 2% зависимости, следовательно тенденция не значима.

Рис.9 Толщина льда на о.Имандра 1984 - 2015 гг.



Далее построена зависимость появления ледовых образований и наступления ледостава рис.9.1. Для удобства представлено в днях: «нуль» для первых образований - 20 октября. В общем наблюдается характерная положительная тенденция к более позднему появлению и образованию ледовых явлений.

Коэффициент детерминации стремится к нулю.

На рис.9.2. представлено начало разрушения льда и полное очищение озера Имандра. Зависимость толщины льда в сутках от «нуля» - 1 мая. Тренд отрицательный, что значит тенденцию к уменьшению ледоставного периода.

Для зависимости даты «чисто», коэффициент детерминации R^2 составляет самый высокий процент — 30%.

Рис.9.1 Начало зимнего периода на о.Имандра

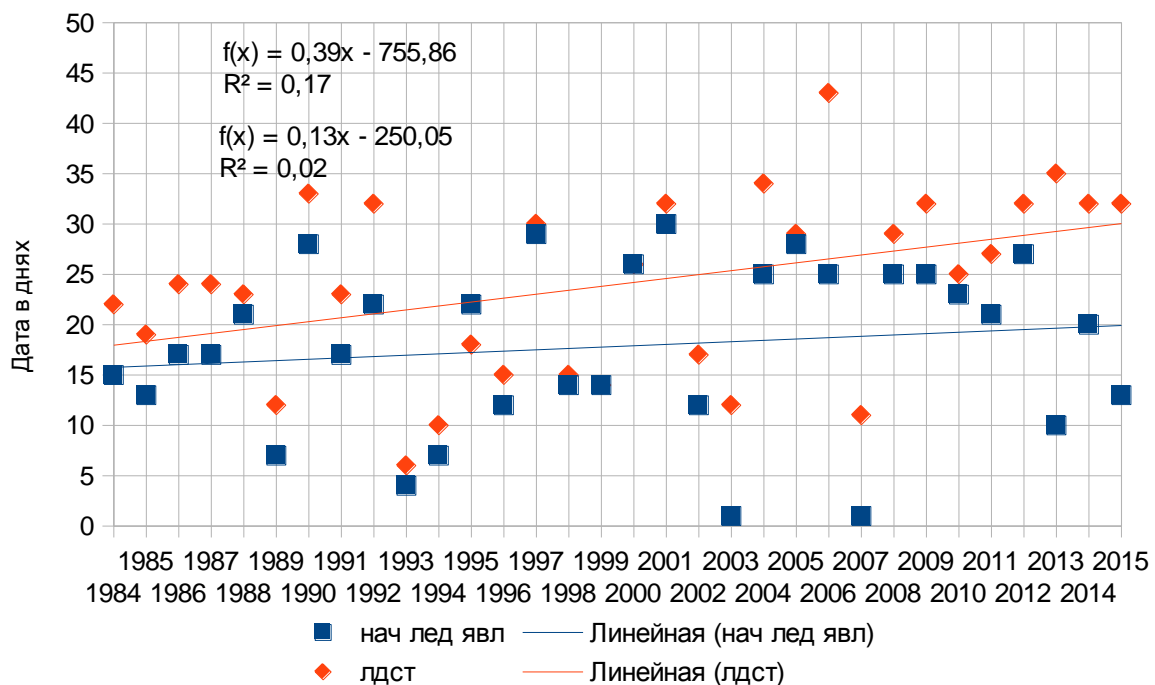
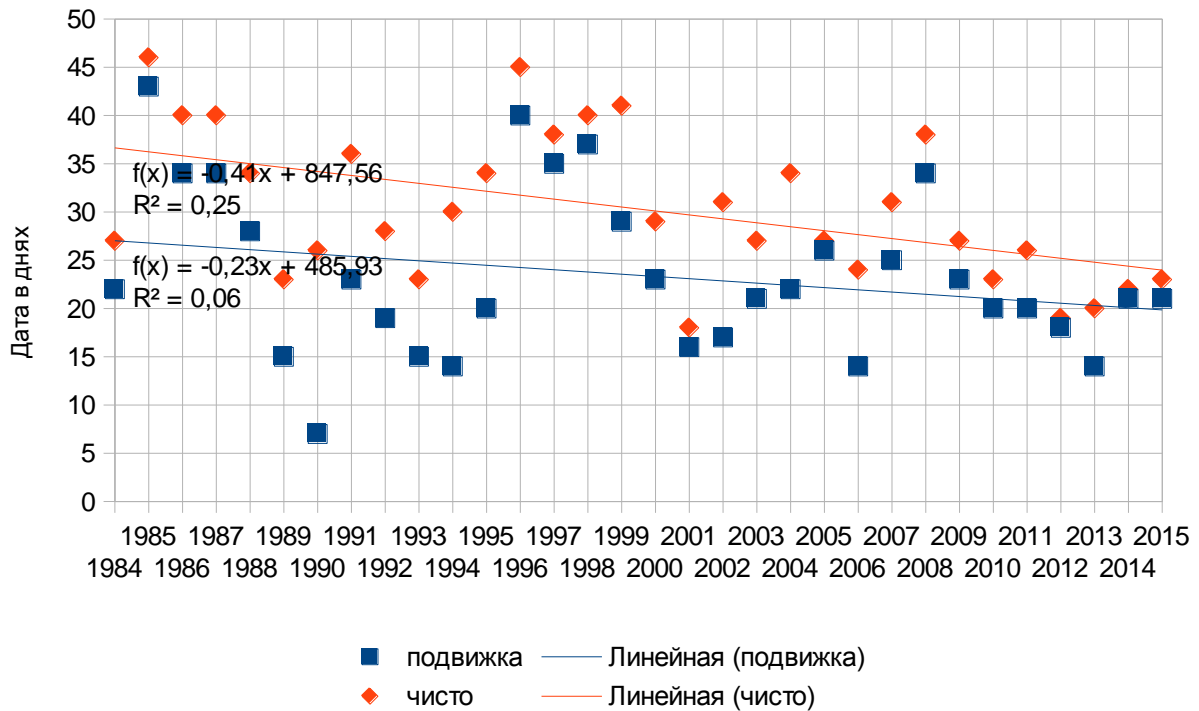


Рис.9.2 Окончание зимнего периода на о. Имандра



9. Выводы.

Подводя итоги выполненной работы по изучению и оценке гидрометеорологических данных за многолетний период, можно сделать следующие выводы.

- Был выполнен сбор данных за многолетний период и приведение их к единому формату;
- проанализированы пространственно-временные изменения гидрометеорологических параметров. Построены линейные тренды и рассчитаны коэффициенты детерминации для их оценки.
- Проведен анализ литературы по водосбору и выявление особенностей гидрометеорологического режима исследуемой акватории.

Проделанная работа заставляет нас обратить внимания на такие факторы как некоторое повышение температур воздуха и температур воды. Сокращение продолжительности ледоставного периода. Уменьшение нарастания льда. Для

подтверждения значимых трендов было не обнаружено, за исключением февральской толщины льда где R^2 почти равнялась 0,4. Можно предположить, что используемый ряд был недостаточно длинный для подтверждения потепления на акватории о.Имандра.

Литература

1. Герасимов Н.Ф., Методика расчета водного баланса Имандро-Пиренгского водохранилища, Мурманск 1974г., 551.481.1 экз. №2.
2. А.А. Соколова, Т.Г. Чапмен, Методы расчета водных балансов Международное руководство по исследованиям и практике, Гидрометеиздат 1976 г.
3. Карионов И.С., Герасимов Н.Ф. И др., ТехЗаписка ОС Зашеек.
4. Ю.А. Елшин, канд.геогр. Наук В.В. Куприянов, Ресурсы поверхностных вод СССР том 1 Кольский полуостров, Гидрометеиздат 1970г.
5. А.В. Сикан, Методы статистической обработки гидрометеорологической информации, РГГМУ 2007 г.
6. Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра / [Т.И. Моисеенко, В.А. Даувальтер, А.А. Лукин, Л.П. Кудрявцева и др.]; отв. ред. Т.И. Моисеенко. - М.: Наука, 2002.
7. Жемчужина в ладонях Лапландии : озеро Имандра / Б. И. Кошечкин. - Л. : Гидрометеиздат, 1985.
8. Г.С. Кильдышев, А.А. Френкель. Анализ временных рядов и прогнозирование. — М.: Статистика. 1973 — 101 с.
9. М. Кендалл, А. Стьюарт. Многомерный статистический анализ и временные ряды. — М.: Наука, 1976. — 736 с.