



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водно-технических изысканий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Динамика изменения стока р.
Невы в условиях меняющегося
климата**

Исполнитель Низамиев Артур Радикович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель к.ф.-м.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)

Самоцкая Надежда Александровна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

К.Г.Н. ДОЦЕНТ
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

02.06.2023 г.

Санкт-Петербург
2023

Содержание

	Стр.
Введение	3
1 Краткая физико-географическая и климатическая характеристика бассейна реки Нева	4
1.1 Краткое описание	4
1.2 Рельеф	6
1.3 Почвы	7
1.4 Растительность	7
1.5 Климат	7
1.6 Снежный покров	8
1.7 Влажность воздуха	8
1.8 Ветер	10
1.9 Осадки	13
1.10 Температура воздуха	17
1.11 Общая характеристика водного режима	21
1.12 Испарение с водной поверхности и поверхности бассейна	22
2 Водный режим реки Нева	24
2.1 Среднегодовой сток	25
2.2 Внутригодовое распределение стока	33
2.3 Максимальный и минимальный среднемесячный сток	36
Заключение	38
Список использованных источников	39
Приложение А – Ординаты эмпирической и аналитической кривой средних расходов воды р. Нева	40
Приложение Б – Графики температур за длинный ряд	41
Приложение В – Графики температур за последние 30 лет	45
Приложение Г – Графики осадков за длинный ряд	47
Приложение Д – Графики осадков за последние 30 лет	53

Введение

Наблюдения за динамикой стока реки Невы имеют большое значение в различных сферах, таких как:

1. Гидрология. Изучение динамики изменения стока реки Невы позволяет более точно оценивать расход воды в разные временные периоды, что в свою очередь способствует более точному прогнозированию стока и опасных гидрологических явлений.

2. Водный транспорт. Изменение стока Невы может повлиять на условия плавания и возможности использования водного транспорта на реке.

Анализ стока позволяет отследить все колебания расходов и составить представление о водном режиме реки и о том, какое взаимодействие оказывает эта река в отношении окружающей местности и функционировании Санкт-Петербурга, так как город портовый и обладает развитой судоходностью.

Целью работы является оценка динамики изменения стока реки Невы. Для достижения цели в работе рассматриваются климатические особенности бассейна реки Нева, которые влияют на динамику изменения стока. Необходимо провести расчеты, анализ которых выявит закономерности изменения стока реки Нева, что является целью данной работы.

Для выполнения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

– построить график среднегодовых расходов за весь период наблюдений и за последние 30 лет и провести оценку значимости тренда;

– описать внутригодовое распределение стока за аналогичный и весь период наблюдений, а также по данным температуры и осадков на станции Санкт-Петербург;

– построить графики среднегодовых температур и осадков за весь период и наблюдений и за последние 30 лет, месячных температур и осадков, а также оценка их тренда.

1 Краткая физико-географическая и климатическая характеристика бассейна реки Нева

1.1 Краткое описание

Объектом исследований является река Нева – д. Новосаратовка.

Систематические наблюдения за режимом уровней реки Нева ведутся с 1717 года. На протяжении последних 120 лет технически правильные уровенные наблюдения велись более чем в 100 пунктах на реки Неве.

Река Нева – это короткая протока, соединяющая Ладожское озеро с Невской губой Финского залива. Река начинается двумя рукавами, обтекая небольшой продолговатый остров Орешек, или Ореховый. Истоком реки принято считать створ напротив бывших пороховых заводов в Шлиссельбурге или приверх о. Орешка [5].

Дно реки в прибрежной зоне большей частью песчаное, на стрежне плотные глины с примесью гальки; в местах с быстрым течением дно скалистое, выстлано галькой и валунами. Русло устойчивое, неразмываемое. Прибрежных отмелей и кос нет нигде. Берега приглубые – сразу у берегов большие глубины, и это удобно для судоходства.

В озеро Ладожское впадают три крупные реки – Свирь, Вуокса и Волхов, несколько десятков средних рек и более сотни малых. Вытекает из озера только река Нева. Свое начало Нева берет в юго-западном углу Шлиссельбургской губы, самой большой губы на озере.

Граница между губой и озером проходит по линии Морьин Нос – мыс Пайгач. Длина губы с севера на юг 24 км, наибольшая ширина с запада на восток 28 км, площадь водного зеркала 600 км².

За устье реки принимается створ у Невских ворот Большого порта Санкт-Петербурга, у входа из реки Большой Невы в Гутуевский ковш.

Длина реки составляет 74 км, площадь водосбора – 281000 км², средний уклон – 0.06 ‰.

Гидрологический пост Новосаратовка, расположенный в 27 км от устья реки Невы, является единственным, на котором производятся регулярные наблюдения за стоком.

Измерения расхода воды в Неве производятся уже в течение полутора столетий, но систематически они начали вестись лишь с 1900 г. Всего в различных пунктах реки выполнено около 2000 измерений, из них половина – между истоком и вершиной дельты, остальные – в рукавах дельты и на фарватерах взморья.

В бассейне Невы насчитывается 60 000 рек, общей протяженностью 160 000 км, т. е. в среднем 0.7 км на каждый квадратный километр суши. Основные составляющие неевского бассейна – это водосборы трех самых крупных притоков Ладожского озера: реки Свирь (вытекает из Онежского озера), реки Вуокса (берет начало из озера Сайма), реки Волхов (начинается из озера Ильмень). На водосборы перечисленных трех рек приходится 81 % площади неевского бассейна. Доля собственного бассейна Невы между Ладожским озером и Финским заливом невелика – всего около 2 % [5].

Бассейн реки Невы обладает рядом примечательных особенностей, благодаря которым Нева в отличие от других рек получает обильное и равномерное водное питание круглый год; ее водный, термический и химический режим обладает высокой степенью зарегулированности [5].

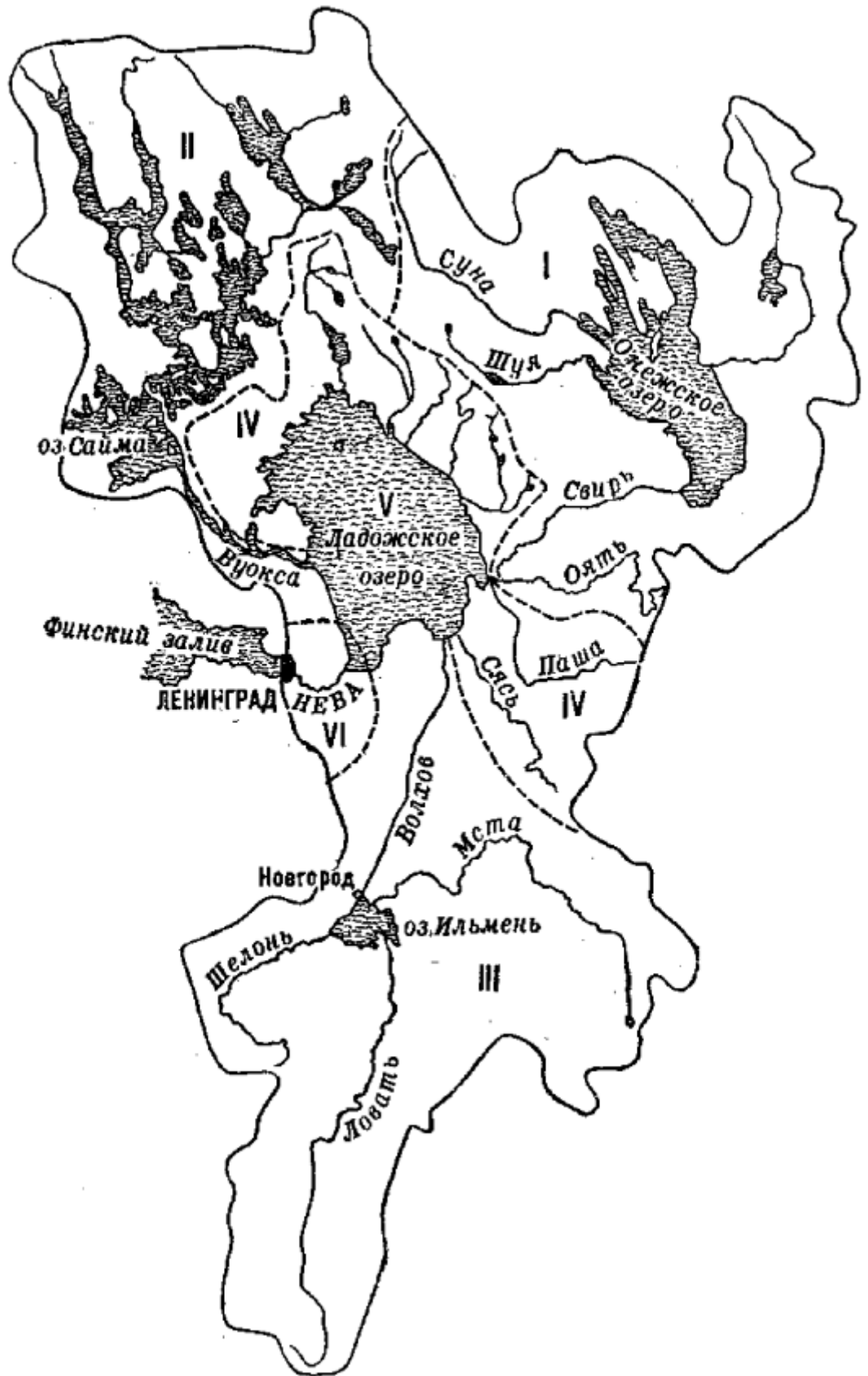


Рисунок 1.1 – Бассейн реки Невы.



Рисунок 1.2 – Река Нева от истока до устья.

1.2 Рельеф

Частая смена гряд и холмов различного рода понижениями придает поверхности Карелии чрезвычайно расчлененный характер, несмотря на сравнительно малые относительные высоты. Для южных районов республики характерна северо-западная ориентировка форм рельефа.

Рельеф определил особенности гидрографической сети. На значительной ее части реки прокладывают свой путь в направлении с северо-запада на юго-восток. Более крупные реки в северной части территории текут преимущественно в широтном, в южной – в меридиональном направлении.

1.3 Почвы

В условиях превышения количества осадков над испарением с поверхности суши, что характерно для Северо-Западного региона, на территории бассейна Невы главным образом образуются почвы подзолистого типа, бедные перегноем и отличающиеся высокой степенью кислотности [9].

Другой характерной особенностью является значительная переувлажненность большинства почв региона. При этом, на суглинках, в низких местах с повышенным накоплением влаги, преобладают сильноподзолистые почвы с мощным верхним слоем, с увеличением высоты - среднеподзолистые почвы, на супесях и песках – слабоподзолистые почвы. Там, где преобладает травяная растительность – на лесных вырубках, в редких смешанных или лиственных лесах – образуются дерново-подзолистые почвы [5].

1.4 Растительность

Рассматриваемая территория расположена преимущественно в пределах таежной зоны. Карелию пересекают две широтные полосы этой зоны: северотаежная, или полоса вороничных лишайников-зеленомошных хвойных лесов. Граница этих полос совпадает с границей почвенных подзон.

Распределение растительности по территории определяется климатом, рельефом, почвогрунтовыми условиями и фитоценоотическими взаимоотношениями растений. Господствующим типом растительности являются леса, состоящие преимущественно из хвойных пород – сосны и ели.

1.5 Климат

Климат невского бассейна умеренно холодный, влажный; лето короткое, зима длинная, с частыми оттепелями. Низкая температура и

повышенная влажность воздуха не благоприятствуют испарению влаги. Испаряется лишь половина выпадающих атмосферных осадков. Остальная вода стекает по поверхности и просачивается в почву, питая многочисленные реки, ручьи, озера и болота [5].

1.6 Снежный покров

Снежный покров появляется первый раз в конце октября - начале ноября, устойчивый снежный покров образуется в последних числах ноября – первой декаде декабря. Самое раннее появление снега происходит на северо-востоке и востоке области (для метеостанций Свирица и Тихвин – 26 октября и 25 октября, соответственно). Разрушается устойчивый снежный покров в последних числах марта – первой половине апреля. Раньше всего это происходит на метеостанции Кингисепп и Санкт-Петербург (31 и 30 марта соответственно). Окончательно снег сходит во второй половине апреля. Самый ранний сход наблюдается на тех же станциях (13 и 16 апреля соответственно). Максимальное число дней со снегом приходится на северо-восточные, восточные районы области, а также Карельский перешеек [9].

1.7 Влажность воздуха

Поскольку количество выпадающих осадков примерно от 200 до 250 мм превышает испарение влаги, для бассейна Невы характерна высокая влажность воздуха – около 80 %. Число дней с относительной влажностью не менее 80 % варьируется от 140 до 155.

Характеристики влажности воздуха (упругость водяного пара, относительная влажность воздуха, дефицит насыщения) является важными климатическими показателями. Упругость водяного пара, содержащегося в воздухе, наименьших значений достигает зимой, наименьших значений она достигает с января по февраль. Начиная с марта упругость водяного пара

довольно быстро увеличивается; наибольшие ее значения отмечаются в июне–июле. Распределение упругости водяного пара по территории региона соответствует распределению температуры воздуха. В холодный период упругость водяного пара увеличивается в направлении с востока на запад, а в теплый период – с севера на юг. Относительная влажность воздуха, характеризующая степень насыщения воздуха водяным паром, в сочетании с температурой воздуха дает представление об испаряемости. В связи с этим наибольший интерес представляют величины относительной влажности в дневные часы, когда наблюдается ее минимум, а испарение наиболее интенсивно. В ночные часы ее значения велики в течение всего года. Вследствие преобладания морских воздушных масс влажность воздуха на рассматриваемой территории велика в течение всего года. Число дней, когда влажность воздуха в течение суток выше 80 %, составляет в среднем за год от 140 до 155, дни с влажностью 30 % и менее довольно редки и составляют в сумме за год всего от 4 до 12 дней.

1.8 Ветер

Таблица 1.1 – Вероятность ветра различных направлений (в %)

Направление	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год	
Станция: Санкт-Петербург													Высота флюгера: 10 м	
С	2	3	10	10	7	2	6	8	4	6	2	2	5	
СВ	2	8	6	5	20	33	5	8	3	3	4	5	8	
В	12	3	7	3	5	16	5	6	19	19	11	29	11	
ЮВ	3	2	3	2	6	5	3	0	8	7	10	18	6	
Ю	5	26	8	6	4	5	6	8	15	25	20	23	13	
ЮЗ	37	29	30	22	17	11	34	18	18	15	24	17	23	
З	29	15	13	26	21	9	26	25	18	2	11	2	16	
СЗ	10	13	11	15	9	3	5	5	8	6	13	2	8	

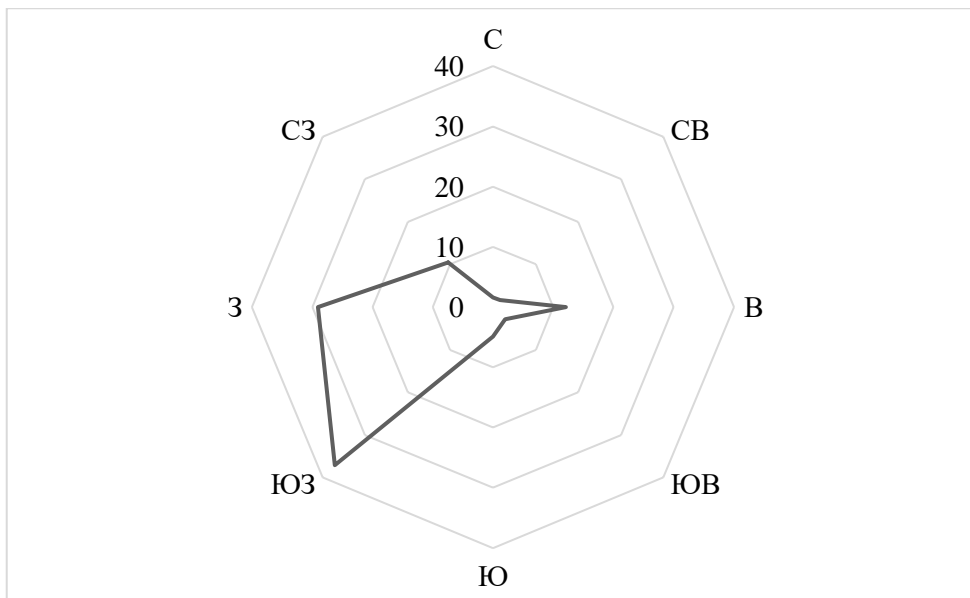


Рисунок 1.3 – Роза ветров за январь.

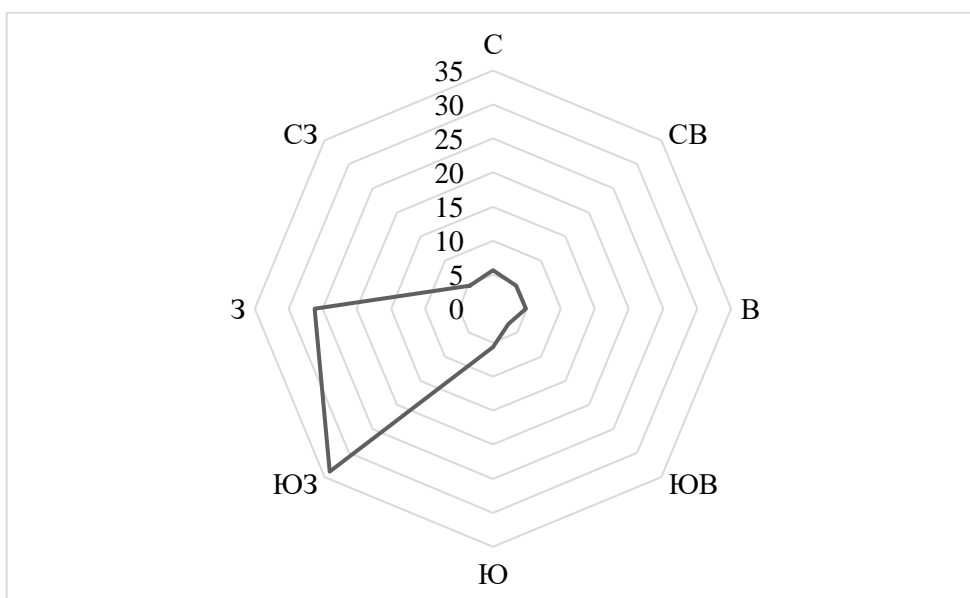


Рисунок 1.4 – Роза ветров за июль.

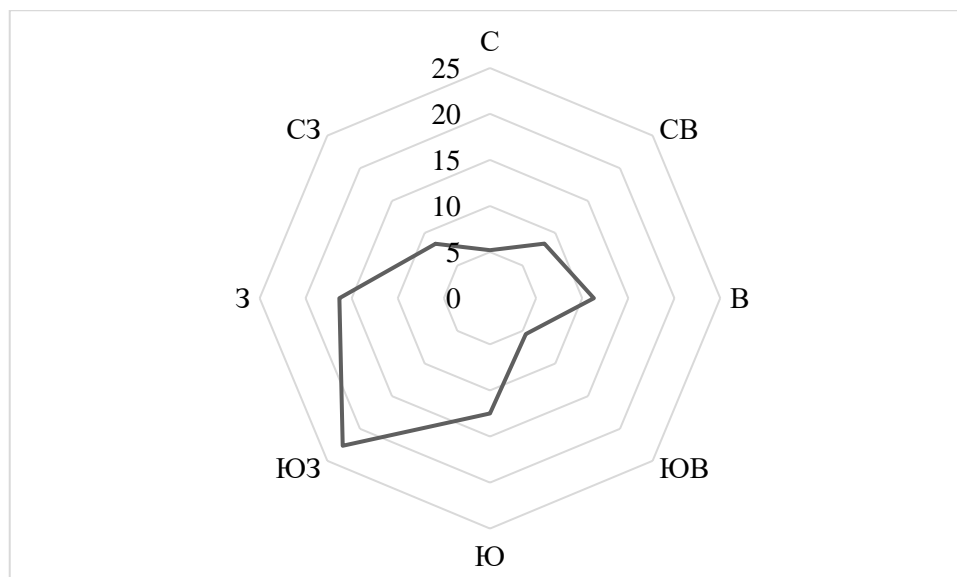


Рисунок 1.5 – Роза ветров за год.

Таблица 1.2 – Средняя месячная и годовая скорость ветра (в м/с)

Станция	Высота флюгера	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Санкт-Петербург	10 м	3	3	2.2	2.3	1.9	1.4	2	1.4	2.1	1.6	2.4	2.2	2.1

1.9 Осадки

Среднемесячные и годовые осадки за период наблюдений 1966-2022 представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Среднемесячные осадки на станции Санкт-Петербург

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма
1966	56	40	60	85	40	51	115	72	100	83	40	48	790
1967	37	32	30	28	60	75	23	92	24	140	40	62	643
1968	32	22	30	57	53	36	78	49	90	106	49	35	637
1969	25	29	21	44	67	16	118	75	106	31	48	38	618
1970	29	31	20	64	17	25	126	100	90	58	58	42	660
1971	42	43	83	25	10	44	40	80	30	58	61	39	555
1972	6	14	15	56	31	16	59	59	29	63	59	20	427
1973	14	33	44	32	52	126	6	75	82	90	52	43	649
1974	27	28	13	21	22	115	116	103	39	93	91	63	731
1975	45	17	23	65.6	49	70	68	50	35	54	62	83	622
1976	47	17	51	45	10	81	88	55	71	18	61	49	593
1977	21	45	50	65	52	46	105	29	72	85	56	43	669
1978	37	25	52	31	2	36	68	59	93	43	58	28	532
1979	44.4	35.1	12	9	42.7	32	165.6	63.8	110	28	93.4	28	664
1980	39	41	13	18	32	70	69	90	24	94	89	97	676
1981	37	30	42	30	35	69	63	64	73	90	67	112	712
1982	37	15	35	23	43	88	75	87	84	53	46	43	629
1983	79	20	61	29	46	63	19	40	101	86	77	97	718
1984	52.5	20.6	17.4	11.8	43.2	45.4	93.2	36.7	119	149.6	28.4	35.1	653
1985	24.5	22	17.8	40.1	34.3	57.9	68.1	119.9	48.8	75	48	56.9	613
1986	66.6	17	37.4	27.6	54.3	16.7	103.5	84.4	114.1	40.2	40.5	66.5	669
1987	26.2	49	19.6	18.1	38.3	124.7	48.3	184.7	80.6	5	55.8	40.3	691
1988	38.3	24.3	38.5	31	16	61.8	106.3	137.9	95.2	41.1	50.2	38.5	679
1989	37.5	29.4	33.2	26.2	26.5	33.6	122.6	126.2	50.6	91.1	42.2	36.6	656
1990	56.5	92.4	55.5	12.5	66.1	29.3	100.2	33.7	66.5	51.9	52.5	24.8	642
1991	53.8	54.8	38.2	46	46.3	80.8	58	94.2	41.9	63.7	68.8	34.4	681
1992	42.2	23.4	34	73.6	28.7	36.3	74.9	39.4	40.4	41.6	41.8	27.4	504
1993	58.3	31.4	28.4	25.6	26.5	74	90.4	161.2	17.8	72.9	2	55.4	644
1994	40.9	4.8	40.8	26.9	42.4	78.7	8	105.9	141.4	56.9	34.1	33.4	614
1995	31.8	36.8	61.8	32.4	72.1	65.6	46.3	39.7	56.5	54.6	97.2	14.6	609
1996	20.2	24.1	13.2	38.5	65.6	42.2	100.4	34.5	22.5	46.9	64.2	46	518
1997	54.2	32.2	20	52.5	60.8	46.4	70	26.8	170.6	92.9	72	37.1	736
1998	40	36.2	43.9	31.4	33.8	153.8	121.9	104.6	39.4	58.6	13.9	68.7	746
1999	61	43.9	21.1	26.1	20	32	28.2	52.6	14.9	81.5	29	52.5	463
2000	37.2	18.7	42.8	24	34.8	86	151.8	64.2	52.7	73.1	67.7	60.6	714
2001	26.9	33.6	37	54.1	41.3	70.4	118.7	69.5	34.3	77.8	85.1	36.7	685
2002	33.8	53.8	38.5	30.6	20.5	75	115.6	39.9	51.5	58	61	31.3	610

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма
2003	48.2	23.7	27.9	20.1	127.2	71.6	84.5	159.2	29.3	107.4	57.1	85.9	842
2004	30.3	36.7	46.8	7.7	66.9	108.7	82.7	84.3	88.9	40	44	61.8	699
2005	80.4	13.7	25	37.9	62	71.7	126.8	57.8	25.3	41.4	60.1	48.7	651
2006	25.4	12.5	34.4	31.3	60.5	56.6	17.4	47.1	33.1	98.2	81	39.6	537
2007	58.1	22.8	36.8	29.9	67.2	87.6	78.8	78.4	39.1	34.2	29.5	23.1	586
2008	46.5	62.9	58.3	43.3	18.7	69.9	73.2	76.8	57.6	107.9	56.8	51.8	724
2009	42.3	39	27.3	28.5	10.5	112.7	62.5	138.5	81.2	95.5	73.4	90	801
2010	26.3	69	58.3	24.5	68.6	108.4	61.4	97	58.3	42.1	118.3	81.1	813
2011	82.4	47.9	25	7.2	56	52.8	96.6	69.3	116.4	55	29.4	58.7	697
2012	42.9	23.5	52.6	53.6	33.6	62.1	66	153.3	141.7	67.7	111.1	52.6	861
2013	39.2	32.2	9.8	26.4	52.3	37.2	86.6	96.2	54.5	68.4	54.4	53.1	610
2014	50.3	40.9	31	10.3	92.7	75.3	43.6	101.8	21	23.1	42.3	41.1	573
2015	68.2	34.8	11.7	62.1	47.5	21.4	86.9	46.3	24.3	26.2	67.3	58.2	555
2016	56	47.5	19.5	69.2	29.6	96.9	150.7	188.6	30.1	35.6	104.4	35.5	864
2017	31.7	33.8	29.7	86.8	13.4	81.2	122.6	145.4	69.8	91.7	33.9	80	820
2018	41	43.2	35.8	61.7	13.5	24.9	95.6	67	68	25.3	18.6	35.2	530
2019	71.6	46.2	53	21.4	67.5	22.2	90.9	51.2	52.4	103.3	24.1	83	687
2020	51.8	47.5	59.6	25.8	24.8	66.4	91.1	101.9	40.7	61.6	43.7	45.1	660
2021	36.9	62.8	47.7	22.9	137.7	22.1	48.8	134.5	43.4	71.8	93.8	50.8	773
2022	61	61	14.4	19.3	24.4	46.3	75.2	112.1	64.8	73.6	48.3	65.7	666

Интенсивная циклоническая деятельность определяет режим осадков в течении года и даже летом, когда она ослабевает. Распределение осадков по территории довольно равномерно, плавно уменьшаясь в северо-восточном направлении. Орографические особенности определяют изменение осадков от 550 мм/год на Приладожской низменности от 700 до 800 мм на Лодейнопольской возвышенности. В среднем по региону выпадает от 600 до 700 мм в год. В годовом ходе минимум наблюдается от февраля до марта, иногда в июле. По многолетним данным, в Санкт-Петербурге минимум наблюдался в марте в 30 % случаев, в феврале 16 %, и примерно 5 % в июле; максимум отмечается в августе в 41 % лет, в июне-июле 16 и 19 % лет, соответственно. Над водоемами годовой ход осадков сильно сглажен по сравнению с прибрежными районами.

Оценка значимости линейного тренда проводится с использованием критерия значимости выборочного коэффициента корреляции (R). Тренд считается статистически незначимым, если выполняется условие:

$$\frac{|R|}{\sigma_R} \geq t_{2a}, \quad (1)$$

где $|R|$ – модуль коэффициента корреляции ряда;

σ_R – стандартная ошибка коэффициента корреляции;

t_{2a} – статистика Стьюдента при уровне значимости $2a = 5\%$.

Результаты оценки значимости линейного тренда ряда среднегодовых осадков на станции Санкт-Петербург

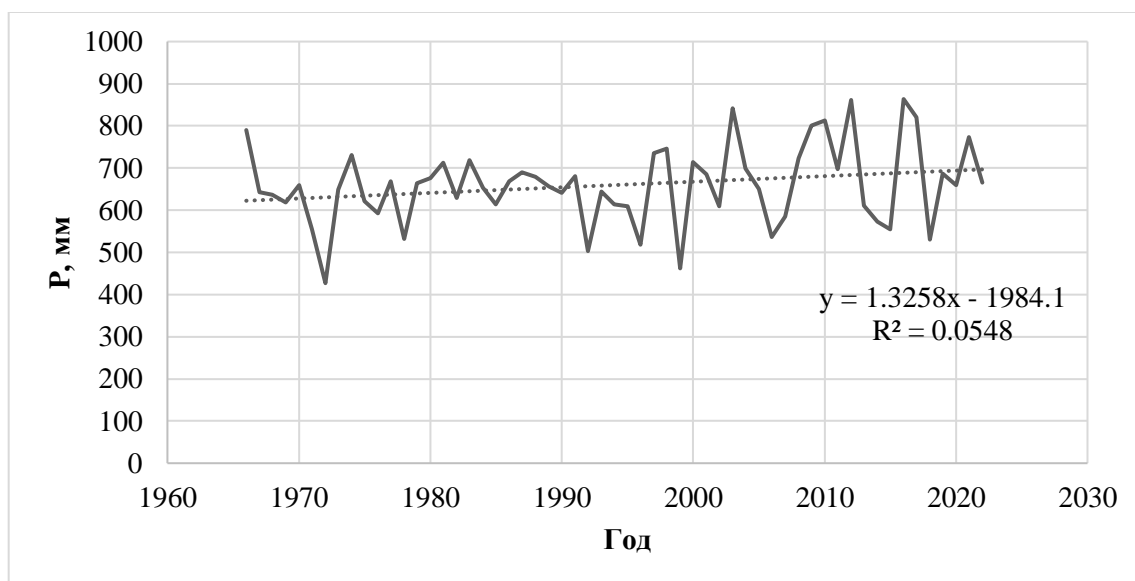


Рисунок 1.6 – График суммы годовых осадков за весь период наблюдений.

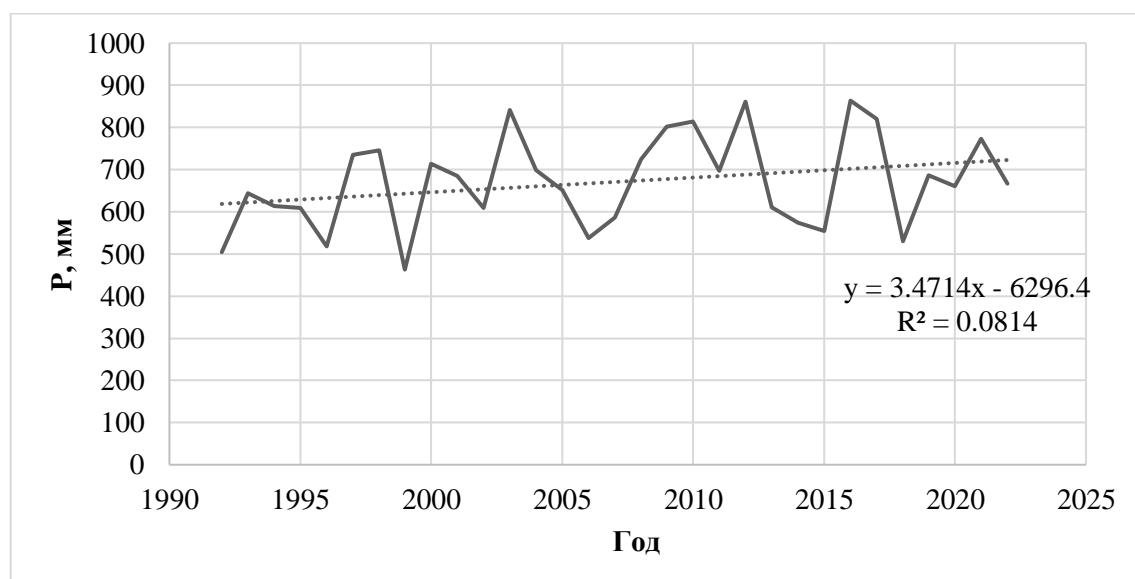


Рисунок 1.7 – График суммы годовых осадков за последние 30 лет.

Таблица 1.4 – Оценка значимости линейного тренда суммы годовых осадков

Ряд значений	R	σ_R	R/σ_R	t_{2a}	Вывод
Суммы годовых осадков (1966-2022)	0.234	0.126	1.85	2.00	не значим
Суммы годовых осадков (1992-2022)	0.285	0.168	1.70	2.05	не значим

Таблица 1.5 – Оценка значимости линейного тренда за каждый месяц

Описание	Месяц	Вывод	Описание	Месяц	Вывод
За весь период наблюдений (1966-2022)	январь	значим	За последние 30 лет (1992-2022)	январь	не значим
	февраль	значим		февраль	значим
	март	не значим		март	не значим
	апрель	не значим		апрель	не значим
	май	не значим		май	не значим
	июнь	не значим		июнь	не значим
	июль	не значим		июль	не значим
	август	значим		август	не значим
	сентябрь	не значим		сентябрь	не значим
	октябрь	не значим		октябрь	не значим
	ноябрь	не значим		ноябрь	не значим
	декабрь	не значим		декабрь	не значим

Графики месячных осадков на станции Санкт-Петербург за весь период наблюдений приведены в Приложении Г.

Графики месячных осадков на станции Санкт-Петербург за последние 30 лет приведены в Приложении Д.

1.10 Температура воздуха

Таблица 1.6 – Среднемесячная температура на станции Санкт-Петербург

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средн.
1900	-8.7	-8.7	-5.6	1.8	7.8	13	16.3	17.4	9.5	5.8	-1.4	-4.9	3.5
1901	-3.3	-10.2	-5.7	3.3	9.4	17.4	19.3	17.5	11.7	6.8	-2.5	-9	4.6
1902	-9.3	-7.6	-5.2	-1.5	8	12.4	14.9	13.5	9.1	2.2	-3.2	-8.9	2.0
1903	-6.7	-3.5	0.4	5.6	10.1	16.3	16.5	14.7	11.5	1	1.1	-3.8	5.3
1904	-3.2	-7.6	-3.9	4.1	6.8	12.2	14.3	14.1	10.5	6.2	-2	-6.1	3.8
1905	-8.6	-4.2	-1.3	2.3	10.9	16.7	16.9	14.8	10	3.9	0.1	-3.6	4.8
1906	-5	-4.9	-4.3	4.6	15.4	15.7	18.6	14.4	8.6	4.8	0	-4.9	5.3
1907	-12.6	-6.8	-2.6	3.4	7	15.2	17.7	13.6	10	7.5	-2	-13.3	3.1
1908	-8.1	-5.9	-4.7	3.6	7.2	13.8	16.6	15.1	9.6	4.6	-3.5	-3.9	3.7
1909	-4.5	-10.9	-3.3	0.2	5.8	14	16.3	15.1	12.5	9.1	-2.4	-2.7	4.1
1910	-5.5	-2.4	0.2	6	11	15.2	17.5	13.5	11.8	3.8	-2.4	-1.7	5.6
1911	-6.4	-12.3	-3.6	1.6	10.5	13.5	15.9	17.8	10.4	4.1	2.6	-3.4	4.2
1912	-11.9	-11.7	0.6	0.2	8.4	16.1	17.2	17.5	9.9	1.3	-0.4	-1.9	3.8
1913	-6.1	-7.1	-0.8	6.4	8.2	13.5	19	17.7	11.7	3.6	2	-5.3	5.2
1914	-8.8	-2	-2.6	3.4	11	16.2	21.1	13.6	10.5	2.7	-1.1	-0.7	5.3
1915	-8	-6.8	-8.5	2.6	8.5	12.7	19.1	15.2	10.3	3	-2.7	-13.3	2.7
1916	-4.9	-4.1	-4.5	4	7.8	14.3	19.4	13.6	8.6	2.1	1.8	-4.1	4.5
1917	-11	-14.5	-11.1	2.9	6.9	18.5	15.9	19	11.2	7.1	0.9	-5.4	3.4
1918	-10.7	-6.8	-4.7	4.6	6.4	12.4	17.9	13.6	10.4	7.9	1.8	-5.7	3.9
1919	-5.3	-9.7	-7.4	2.3	9.5	16.2	19.5	14.5	12.4	5.3	-5.1	-8.5	3.6
1920	-9.6	-4	0.8	7.7	13.9	14.6	19.7	17.1	12.5	2.2	0.6	-4.2	5.9
1921	-7.7	-9.5	0.6	8.3	14.2	15.4	15.3	15.8	9.9	3.1	-5.7	-6.6	4.4
1922	-10	-8	-3.9	2.9	9.7	15	17.3	15.7	11.2	3.1	-0.8	-5.6	3.9
1923	-3.9	-13.3	-5.3	-0.3	7.7	11.5	16.7	13.2	11.7	6.2	2.4	-4.4	3.5
1924	-10.1	-8.1	-4.6	0.7	9.4	14	16.8	17.1	13.1	6.6	1.3	-2.1	4.5
1925	-0.5	-1.4	-4.6	5.5	10.8	13.8	19.9	16	10.7	2.9	-3.5	-7.5	5.2
1926	-12.9	-8.8	-4.2	0.8	10.4	15.6	17.5	14.9	11	2.3	1.9	-7.1	3.5
1927	-9.7	-6.8	-1.8	2.5	7.1	13.3	21.5	18.4	10.9	3	-2.8	-8	4.0
1928	-5.9	-7.7	-4.3	2.8	10.3	11.5	14.7	15	10.8	5.1	2.8	-3.1	4.3
1929	-10.3	-16.4	-5	-1.8	11.9	13.6	17.5	16.5	10.4	6.9	2.6	0.2	3.8
1930	-0.9	-6.5	-1.5	5	12.3	14.6	18.1	17.4	8.7	5.7	1.3	-6.9	5.6
1931	-7.8	-10.3	-6.5	3.2	12	12.6	19.2	17.1	9	4.3	0.2	-5.6	4.0
1932	-2.4	-10.4	-6.5	3.6	10.9	14.3	20.2	18.6	12.2	5	0.1	1	5.6
1933	-8.9	-7.7	-3	3.5	8.1	15.8	18.9	14.7	11	5.1	-2	-6.9	4.1
1934	-3.1	-5.4	-2	4.2	12.7	14	20	17.1	14.5	7.6	3	-5.3	6.4
1935	-8.1	-4.2	-2.9	3.1	6.9	15.9	15.7	16.6	10.6	7.8	0	-2	5.0
1936	-4.3	-10.8	-0.4	4.3	11.4	19.1	20.5	16.7	10.7	2.5	2	-0.1	6.0
1937	-7.5	-6.6	-1.5	6.6	11.7	18.1	18.1	19	13.2	6.4	2.1	-9.1	5.9
1938	-6.7	-3.6	0.6	3	9.6	14.3	21.5	19.4	14.9	6.5	3.4	-6.4	6.4
1939	-7.4	-1.7	-2.4	1.6	9	15.7	18.9	19.8	8.9	2.2	0.7	-6.1	4.9

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средн.
1940	-14.6	-14.5	-8.3	1.7	11.5	14.6	19.1	16.4	11.3	4.7	1.1	-6	3.1
1941	-14	-8.6	-5.9	0	6.4	11.9	21.1	17.1	8.7	1.4	-4.2	-12.6	1.8
1942	-18.7	-12.4	-11.5	1.8	8.3	14.1	16.6	16.9	11.1	6.9	-2.4	-4.1	2.2
1943	-11.8	-3.1	-0.3	4.4	10.1	16.1	17.5	16	11.6	7.8	1.3	-1.1	5.7
1944	-3.4	-5.6	-2.7	0.3	9.5	14.1	18.5	17.1	11.5	6.6	-0.2	-3.3	5.2
1945	-6.6	-4.8	-5.9	3	7.8	14.1	19.1	17.8	9.3	2.5	-1.2	-9.7	3.8
1946	-5.7	-10	-4.2	3.5	8.7	16.6	18.7	16.5	11.6	2	-1.3	-4.1	4.4
1947	-8.4	-14.8	-6.9	3.5	8.7	16.6	17.1	16.1	12.6	4.5	-1.1	-4.6	3.6
1948	-7.7	-9.6	-3.9	4	12.7	17.2	16.7	15.6	11.4	5.2	0.6	-1.3	5.1
1949	-2.2	-2.9	-2.3	4.5	12.8	13.7	17.1	14.8	13.9	6	0.9	-1.5	6.2
1950	-13.9	-5.9	-2.3	7.2	10.2	14	15.9	15.6	12	5.7	0.4	-3.7	4.6
1951	-8.3	-7.6	-5.5	5.5	7	14.7	15.9	18.5	12.7	5.8	-2	-0.9	4.7
1952	-2.4	-4.8	-9.3	4.1	7.3	14.6	17.2	15.2	9.7	2.8	-1.1	-3.7	4.1
1953	-7.2	-12	-1.9	5.6	9.6	17.9	18	16	9.7	6.8	0.3	-3.2	5.0
1954	-8.7	-12.1	-1	1.9	10.6	15.7	18.5	16.4	11.9	5.6	-1	-1.3	4.7
1955	-6	-7.9	-5.9	-0.8	7	12.9	17.4	19	14.3	7.2	-2.4	-14	3.4
1956	-9.2	-14.8	-4.1	0.4	8.9	18	15.2	14	9.2	4.8	-3.5	-2.5	3.0
1957	-3.3	-2.3	-7.1	3	11	13.6	19.4	16	10.7	5.8	1.1	-2.4	5.5
1958	-7.5	-8.7	-6.8	2.3	9.2	13.9	16.5	14.5	10.8	6.3	2.6	-8.1	3.8
1959	-4.1	-3.7	-0.6	4.6	10.3	16.3	19	17.9	8.6	3.8	-0.8	-6.8	5.4
1960	-10	-9.6	-5.2	3.8	11.9	16.7	20.1	16.6	10.3	2.8	-1.5	-0.1	4.7
1961	-3.4	-0.7	0.1	2.5	11.1	18.3	17.7	15.8	10.3	8.3	1.1	-5.5	6.3
1962	-3.2	-5.2	-6.9	6	9.6	12.3	16.1	14	10.8	6.8	1.8	-5.2	4.7
1963	-12.9	-11.2	-9.7	3.8	13.9	14.1	18.3	17.9	14	6.4	-0.2	-6.5	4.0
1964	-4	-8.4	-5.1	3.4	10.6	15.7	17.9	15.3	11.1	8.2	-1.4	-3.2	5.0
1965	-5.3	-8.8	-3.4	4.2	7.1	15.7	15.5	15.3	13.2	5.2	-4.3	-3	4.3
1966	-14.9	-13.9	-2.8	1.1	10.7	17	18.2	15.3	9.2	5.8	0.9	-8.1	3.2
1967	-12.2	-6.7	1.7	4.5	11.2	14.1	17.5	17.4	13.4	8.9	2.8	-9.2	5.3
1968	-16.5	-5.9	-0.7	3.8	9.4	17.1	14.2	17.4	11.1	2.6	-1	-3	4.0
1969	-12.2	-9.3	-6	3.7	8.8	14.7	16.8	16.2	10.2	5.4	0.6	-5.8	3.6
1970	-9.6	-9.6	-0.5	4.1	10.4	16.9	18.4	16.2	10.9	4.6	-0.9	-4	4.7
1971	-2.3	-7.8	-4.5	2.8	10.6	14.5	17.5	16.5	10.2	4.3	-1.5	-3.7	4.7
1972	-11.2	-4.1	-2.4	3.2	10.3	18.3	22.1	19.8	11.4	5	0.3	1.8	6.2
1973	-5.3	-4.3	-1.5	5	11.6	17.4	20.3	15.9	8.1	3	-1.7	-6	5.2
1974	-7.1	0.1	0.2	1.9	7.1	16	18.2	15.8	13.8	7.3	2.2	0.1	6.3
1975	-2	-4.8	0.7	5.4	13.6	14.7	18.6	16.9	13.8	5.2	-0.6	-2.2	6.6
1976	-11.2	-8.6	-3.7	2.7	10.3	11.9	16.5	14.4	9.4	1	0	-3.9	3.2
1977	-7.2	-7.9	-2.5	4.4	11.3	16	17.3	16	9.7	4.4	2.4	-6.1	4.8
1978	-7	-11.5	-1.3	2.5	10.7	14.5	16.6	14.8	9.7	3.9	2.6	-13.5	3.5
1979	-8.9	-10.1	-0.7	2.6	12.5	16.4	16.6	17.3	11.1	5	1.6	-3.2	5.0
1980	-8.9	-8.1	-4.6	5	7.7	18.6	17	15.5	11.1	5.9	-1.7	-3.4	4.5
1981	-4.3	-5	-4.6	1.7	11.9	16	19.1	15.6	11	7.9	-0.1	-5.3	5.3
1982	-10.6	-6.8	-0.1	4	10.4	11.9	17.7	16.6	11.2	5.3	3.7	-0.3	5.3

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средн.
1983	-2.2	-8.6	-2.6	7.5	13.6	14.6	18.7	16.8	12.6	6.4	-0.4	-2.8	6.1
1984	-3.4	-5.3	-2.8	5.8	14.5	15.4	17	15.7	11.3	7.8	-0.5	-4.6	5.9
1985	-13.7	-14.8	-0.8	2.3	10.1	13.4	16.3	18.4	10.9	7.5	-1	-6	3.6
1986	-6.7	-11	0.9	5	11	17.4	18.6	15.5	8.2	5.6	3.2	-7.8	5.0
1987	-17.9	-5.6	-4.6	2.6	10.2	14.9	15.9	13.9	9.8	6.4	-2	-5.5	3.2
1988	-4.7	-4	-0.6	3.1	13.2	17.9	21	15.7	12.2	6.2	-3.4	-6.1	5.9
1989	-0.7	0.6	2.5	7.7	12.5	18.4	18.8	16.4	12.9	6	0.6	-5	7.6
1990	-5.4	1.7	1.4	8.1	9.8	14.3	17	16.6	9	5.8	-0.5	-1.8	6.3
1991	-4.4	-5.8	-0.8	4.8	9.9	15.3	18.4	17.5	11.2	7.2	3.4	-1.4	6.3
1992	-2.7	-2.6	1.8	3.3	11	16.7	17.8	16.6	13.8	1.5	-2.5	-0.1	6.2
1993	-2.3	-2.6	-1.1	4.1	13.9	12.9	16.9	14.8	7.3	4.3	-5.7	-3.2	4.9
1994	-3.3	-12	-1.9	7.1	9.4	14.2	19.7	16.4	12.6	5.3	-0.9	-3	5.3
1995	-4.1	-0.3	1.1	4.8	11.1	19.2	16.5	16.9	12.3	8.3	-1.8	-8.6	6.3
1996	-7	-10.7	-2.9	3.3	10.2	14.7	16.2	18.4	9.7	6.6	4.1	-5.2	4.8
1997	-5.6	-3.8	-1.2	2.5	9.1	16.7	19.6	18.8	10.6	3.7	-0.5	-5.4	5.4
1998	-1.7	-7.3	-4.2	3.6	10.8	16.4	18	14.7	11.8	6.5	-5.1	-4.1	5.0
1999	-7.2	-8	-0.2	7.6	7.7	20.5	20.6	16.2	13	7.2	-0.2	-1.2	6.3
2000	-4.4	-2.4	-0.4	8.1	10.5	15.4	18.2	16.6	10.6	8.4	2.6	-0.5	6.9
2001	-2.5	-6.9	-3.8	8	10.2	15.2	21.8	16.8	12.7	7.1	-1	-8.8	5.7
2002	-4.4	-0.6	0.5	6	12.4	16.8	20.8	18.8	11.7	1.4	-2.3	-9.6	6.0
2003	-9.5	-5.8	-1.6	2.3	12.1	13	21.4	16.6	12.4	5.1	2.4	-0.8	5.6
2004	-8.1	-5.4	-0.5	5	11.1	14.7	18.5	17.8	13.2	6.5	-0.1	-0.7	6.0
2005	-1.6	-6.4	-6	4.7	11.1	15.4	20.1	17.9	13.6	7.7	3.5	-3.6	6.4
2006	-5.8	-10.7	-5.9	5.4	11.8	17	19.2	18.9	14.2	8.1	1.7	3	6.4
2007	-2.4	-10.6	3.6	5.2	12.3	16	18.5	19.6	12.1	7.5	-0.7	0.8	6.8
2008	-1.7	-0.2	0.4	7	11	15.1	17.8	16.1	10.7	8.7	3.1	-0.8	7.3
2009	-3.5	-3.9	-0.8	4.3	12.1	15	18.2	16.8	13.9	4.6	2.4	-5.1	6.2
2010	-12.1	-8.4	-2.4	6.7	13.4	15.5	24.4	19.6	12.3	5.5	0.4	-8.3	5.6
2011	-5.8	-11	-1.9	5.7	11	17.7	22.5	17.5	13.1	7.6	3.6	1.9	6.8
2012	-4.8	-10.4	-1	4.9	12.7	15.2	19.5	16.3	12.9	6.6	2.9	-7.9	5.6
2013	-6.1	-2.6	-6.6	4.2	14.4	19.8	19	18.6	12.1	7.3	4.4	0.9	7.1
2014	-7	0	2.2	6.5	13	15	21.2	18.8	13.5	5.2	0.8	-1	7.4
2015	-2.7	-0.6	2.6	5.1	11.8	15.9	16.9	18.2	14	5.6	3.1	2.1	7.7
2016	-11.2	0	1	6.3	14.7	16.4	19	17.2	12.9	5	-1.8	-1.2	6.5
2017	-3.9	-3.5	1.3	2.8	9.4	13.6	16.5	17.4	12.5	5.6	2.3	0.4	6.2
2018	-2.9	-7.7	-4.4	6	15.1	16.2	20.8	19.2	14.5	7.3	2.8	-3.2	7.0
2019	-6.4	-0.5	0.1	7.3	12.1	18.6	16.6	17	12.2	6.1	1.9	1.8	7.2
2020	1.5	0.6	2.2	4.2	10	19.1	17.6	17.2	14.2	9.1	3.9	-0.7	8.2
2021	-4.6	-9.2	-0.8	5.6	12.1	21.4	23.1	16.9	10.2	8	2.2	-7.5	6.5
2022	-4.1	-1.2	-0.3	4.3	10	17.6	19.9	20.6	10.3	8.1	0.5	-3.2	6.9

Оценка значимости линейного тренда проводится с использованием критерия значимости выборочного коэффициента корреляции (R). Тренд считается статистически незначимым, если выполняется условие:

$$\frac{|R|}{\sigma_R} \geq t_{2a}, \quad (2)$$

где $|R|$ – модуль коэффициента корреляции ряда;

σ_R – стандартная ошибка коэффициента корреляции;

t_{2a} – статистика Стьюдента при уровне значимости $2a = 5\%$.

Результаты оценки значимости линейного тренда ряда среднегодовых температур на станции Санкт-Петербург

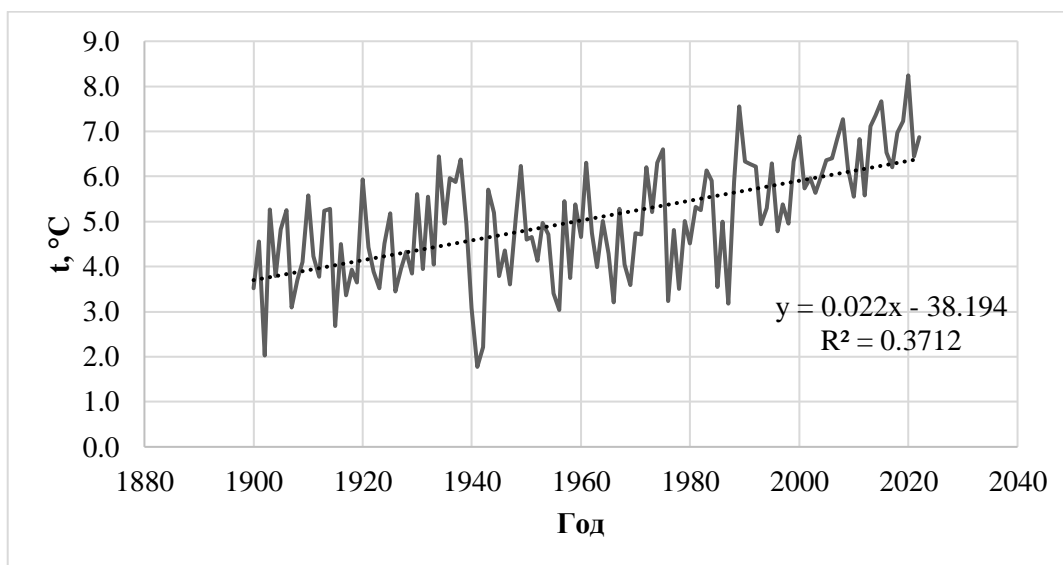


Рисунок 1.8 – График среднегодовых температур за весь период наблюдений.

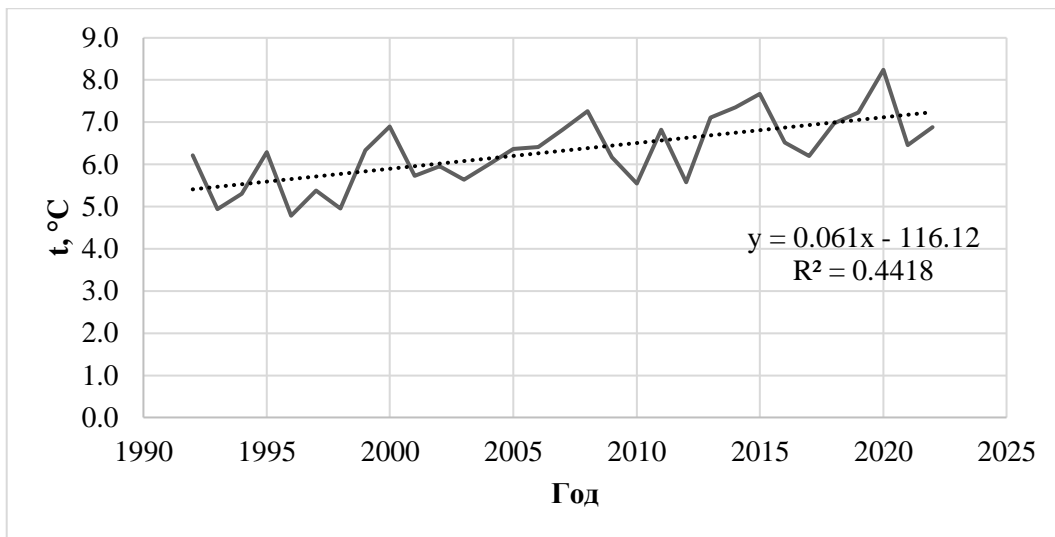


Рисунок 1.9 – График среднегодовых температур за последние 30 лет.

Таблица 1.7 – Оценка ряда среднегодовых температур на наличие тренда

Ряд значений	R	σ_R	R/σ_R	t_{2a}	Вывод
Среднегодовые температуры (1900-2022)	0.609	0.057	10.70	1.98	значим
Среднегодовые температуры (1992-2022)	0.665	0.102	6.52	2.05	значим

Таблица 1.8 – Оценка значимости линейного тренда за каждый месяц

Описание	Месяц	Вывод	Описание	Месяц	Вывод
За весь период наблюдений (1900-2022)	январь	значим	За последние 30 лет (1992-2022)	январь	не значим
	февраль	значим		февраль	не значим
	март	значим		март	не значим
	апрель	значим		апрель	не значим
	май	значим		май	не значим
	июнь	значим		июнь	не значим
	июль	значим		июль	не значим
	август	значим		август	значим
	сентябрь	значим		сентябрь	не значим
	октябрь	значим		октябрь	значим
	ноябрь	значим		ноябрь	значим
	декабрь	значим		декабрь	не значим

Графики месячных температур на станции Санкт-Петербург за весь период наблюдений приведены в Приложении Б.

Графики месячных температур на станции Санкт-Петербург за последние 30 лет приведены в Приложении В.

1.11 Общая характеристика водного режима

Весеннее половодье является наиболее многоводной фазой и составляет от 40 до 50 % годового стока. Весеннее половодье, в основном, имеет один пик, исключением являются годы, когда наблюдается значительный возврат холода, приводящий к временному снижению интенсивности снеготаяния и спаду уровней с последующим повышением при потеплении.

Летняя межень на большинстве рек начинается с конца спада половодья и нарушается подъемами уровня воды от дождей. Низшие уровни летней межени наблюдаются в августе-сентябре. На некоторых малых и средних реках в вегетационный период наблюдается зарастание русла водной растительности, создающее подпор уровня воды.

Осенне-зимний период обычно начинается в конце сентября – начале октября подъемом уровня воды от дождей. На многих реках с появлением ледяных образований образуются зажоры. На участках рек, расположенных вблизи истоков из озер, в осенне-зимний период наблюдается изъятие стока на ледообразование.

Зимней межени свойственен медленный спад уровней, характеризующий иссякание стока. В некоторые зимы плавный ход уровня нарушается незначительным подъемом от оттепелей и очень редко от зажоров. Продолжительность зимней межени для большинства рек территории от 130 до 150 дней. Низшие зимние уровни обычно наступают в конце марта – начале апреля и являются, как правило, низшими годовыми.

1.12 Испарение с водной поверхности и поверхности бассейна

Наряду с осадками и стоком испарение является основным компонентом водного баланса и его роль в передаче тепла от земной поверхности в атмосферу определяется затратами тепла наравне с турбулентным потоком тепла и является основной расходной частью радиационного баланса. Годовое испарение составляет 380 мм в год для большей части территории, изменяясь от 10 до 30 мм в марте-апреле, сентябре-октябре до 90 мм в июне-августе [7].

Максимум отмечается в июле в соответствии с теплообеспеченностью и максимумом температуры воздуха и радиационного баланса. Годовой ход характеризуется интенсивным возрастанием величин от весны к лету и таким же быстрым убыванием их от лета к осени. В зависимости от условий тепло и влагообеспеченности, и их изменения в году, время наступления максимума испарения может варьировать от мая по август. В зимние месяцы, когда радиационный баланс отрицателен, и вследствие этого испаряемость близка к нулю, испарение практически отсутствует. Длина этого периода составляет в разные годы до 4 месяцев. Территориальная норма испарения с поверхности водосбора составляет 450 мм, а отношение суммарного испарения к осадкам – 0.69 [7].

2 Водный режим реки Нева

Особенностью водного режима р. Невы является одновременное влияние Ладожского озера, из которого река вытекает, и Финского залива, куда она впадает.

По характеру гидрологического режима р. Неву условно можно разделить на два участка:

– верхний, от истока до Ивановских порогов, протяженностью 30 км, где гидрологический режим формируется преимущественно под влиянием Ладожского озера;

– нижний, от Ивановских порогов до устья, протяженностью 44 км, где режим формируется преимущественно под влиянием Финского залива.

В нижнем течении р. Невы, особенно в пределах дельты, уровни мало зависят от расходов воды. Наибольшее значение для устьевой части имеют колебания уровня, связанные со сгонно-нагонными денивеляциями водной поверхности Невской губы и вторжениями длинных волн с Балтийского моря в Финский залив и Невскую губу. Сочетание этих явлений или их одновременное действие и приводят к наводнениям. Наводнениями принято считать подъемы уровней воды у Горного института выше 1.60 м БС.

При наводнениях различают подтопление и затопление территорий (уровень воды соответственно 1.60-1.80 и более 1.90 м БС). Наводнения при уровнях воды выше 3.00 м БС считаются катастрофическими. Наибольший уровень воды в дельте р. Невы наблюдался при наводнении 18 ноября 1824 года и достиг 4.21 м БС.

В связи с тем, что Балтийское море представляет собой почти замкнутый внутриматериковый бассейн, а Финский залив значительно удален от океана, влияние приливов на уровенный режим здесь невелико и средняя высота приливов составляет около 6-10 см.

Минимальные уровни в нижнем течении наблюдаются при сгонах воды. Сгоны воды происходят под влиянием устойчивых ветров восточного сектора, которые приводят к понижению уровней Невской губы и, как следствие, в нижнем течении р. Невы.

Наинизший уровень в дельте р. Невы в створе Горного института наблюдался 9 сентября 1744 года и был равен минус 1.40 м БС.

Водный режим р. Невы отличается сравнительно равномерным распределением стока в течение года, что связано с регулирующим влиянием обширной болотной и озерной системы Невского бассейна, и особенно Ладожского озера. В течение летнего периода по р. Неве происходит продолжительная разгрузка аккумулярованных в бассейне талых вод, которая сама по себе не вызывает значительных по амплитуде колебаний уровней воды.

По многолетним наблюдениям, колебания уровней на участке проектирования, обусловленные изменением величины расходов воды, не превышают 0.40 м. Связанные непосредственно только с водностью реки наибольшие расходы воды и максимальные скорости течения обычно наблюдаются в третьей декаде июня.

2.1 Среднегодовой сток

Таблица 2.1 – Среднемесячные расходы воды реки Нева – д. Новосаратовка

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средн.
1859	1080	1080	1090	1740	2630	2690	2630	2560	2470	2350	2320	1400	2003
1860	1450	1470	1490	2020	2840	2990	2860	2760	2620	2520	2430	1440	2241
1861	1410	1470	1510	1780	2710	2920	2890	2800	2710	2620	2420	1520	2230
1862	1520	1510	1490	1740	2820	2930	3020	2950	2820	2610	2300	1500	2268
1863	1500	1460	1420	2000	2700	2720	2710	2650	2650	2610	2590	2200	2268
1864	1690	1760	1830	2280	3290	3490	3470	3360	3350	3280	2550	2360	2726
1865	2400	2410	2380	2810	3360	3490	3460	3300	3180	3000	2900	1950	2887
1866	1900	1900	1870	2510	3090	3210	3200	3140	3080	2920	2340	1800	2580
1867	1860	1900	1920	1990	3080	3700	3850	3840	3730	3630	3120	2660	2940
1868	2690	2700	2660	3160	3840	3960	3840	3640	3400	3190	2590	2010	3140

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средн.
1869	1920	1840	1790	2440	2960	3020	2980	2900	2880	2880	2900	2940	2621
1870	1970	2000	2040	2450	3230	3350	3340	3210	3090	2980	3020	2160	2737
1871	2100	2110	2140	2910	3180	3380	3440	3360	3200	3060	2660	1920	2788
1872	1970	2000	1990	2590	3350	3420	3320	3200	3020	2920	2810	2300	2741
1873	1800	1820	1830	1990	3060	3270	3240	3160	3000	2960	2660	2040	2569
1874	2130	2160	2180	2780	3440	3550	3470	3360	3240	3130	2970	2000	2868
1875	1990	2000	1960	2190	2990	3170	3080	2920	2740	2560	2000	1300	2408
1876	1300	1300	1300	2000	2560	2670	2610	2480	2340	2200	1390	1100	1938
1877	1100	1140	1160	1660	2410	2630	2640	2630	2580	2560	2650	2250	2118
1878	1640	1690	1720	2540	3050	3210	3210	3200	3160	3140	3220	3240	2752
1879	2580	2590	1660	3070	3770	3900	4010	4040	3980	3880	3790	3310	3382
1880	2940	2900	2820	3210	3730	3730	3640	3480	3260	3080	2330	2240	3113
1881	2140	2110	2020	2170	3360	3600	3500	3400	3300	3100	2890	2570	2847
1882	1780	1730	2070	2860	3090	3110	3020	2890	2730	2540	2030	1340	2433
1883	1230	1230	1210	1720	2520	2610	2490	2470	2510	2530	2600	2240	2113
1884	1660	1760	1770	2380	3020	3180	3100	3020	2880	2680	2440	1480	2448
1885	1490	1480	1470	2050	2760	2910	2840	2660	2540	2520	2300	1500	2210
1886	1500	1500	1450	2570	2860	2890	2800	2710	2560	2450	2280	1940	2293
1887	1240	1240	1240	1960	2510	2560	2500	2390	2330	2310	2300	1570	2013
1888	1500	1580	1610	2420	3120	3220	3190	3120	3040	2900	2640	2030	2531
1889	1940	2000	1990	2500	3260	3460	3280	3200	3110	3060	2870	2350	2752
1890	1680	1680	1740	2760	2870	2770	2590	2510	2460	2410	2120	1360	2246
1891	1370	1410	1410	2160	2630	2720	2530	2410	2360	2290	1610	1130	2003
1892	1110	1120	1100	1620	2480	2670	2800	2810	2800	2800	2820	1980	2176
1893	1770	1820	1830	2510	2980	3180	3120	3000	2920	2920	2910	1960	2577
1894	1840	1860	1870	2910	3290	3360	3280	3240	3300	3150	3060	2420	2798
1895	2010	2110	2110	2670	3240	3240	3190	3100	2960	2820	2830	2200	2707
1896	1740	1770	1780	2760	3020	3060	2980	2820	2820	2740	2460	1680	2469
1897	1710	1760	1780	2680	3020	2980	2840	2700	2530	2420	2240	1270	2328
1898	1240	1250	1280	1920	2680	2790	2760	2730	2680	2580	2570	2220	2225
1899	1860	2040	2160	2910	3660	3950	3900	3840	3730	3670	3690	2960	3198
1900	2800	2870	2890	3510	3950	4070	3920	3770	3600	3460	3340	3120	3442
1901	2180	1270	2200	2850	3590	3630	3570	3340	3140	2860	2390	1500	2710
1902	1470	1440	1450	2110	2770	3020	3020	3120	3170	3190	2930	2290	2498
1903	2290	2290	2520	3500	3870	3970	3880	3820	3850	3780	3640	3400	3401
1904	2820	2840	2850	2540	3740	3780	3700	3570	3500	3360	3230	2750	3223
1905	2410	2470	2660	3450	3860	3970	3910	3770	3600	3490	3460	3280	3361
1906	2680	2680	2760	3390	3870	3820	3680	3490	3300	3050	2870	2280	3156
1907	1790	1720	1650	2460	2860	2940	2910	2800	2680	2520	2280	1440	2338
1908	1350	1330	1290	2020	2410	2480	2540	2470	2500	2560	2460	1790	2100
1909	1510	1510	1510	2100	2710	2850	2790	2670	2690	2550	2560	1670	2260
1910	1580	1580	2060	2720	3000	2960	2850	2760	2600	2540	2070	1360	2340
1911	1410	1420	1450	1880	3000	3090	3040	2930	2870	2800	2740	2860	2458
1912	1990	1810	2090	2990	3140	3330	3260	3090	2990	2890	2520	1880	2665
1913	1810	1850	2000	3050	3270	3240	3140	2960	2830	2600	2490	2050	2608

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средн.
1914	1420	1480	1540	2270	2920	2960	2780	2640	2470	2350	2110	1640	2215
1915	1090	1140	1150	1850	2570	2700	2640	2480	2420	2300	2100	1240	1973
1916	1190	1190	1220	2160	2590	2680	2600	2500	2460	2480	2500	2250	2152
1917	1570	1580	1610	2150	2980	3030	2980	2900	2820	2870	2920	1970	2448
1918	1920	2040	2060	3060	3380	3410	3330	3200	3160	3200	3130	2250	2845
1919	1880	1780	1860	2440	3200	3180	3170	2980	2750	2590	1930	1360	2427
1920	1290	1180	1570	2460	2870	2850	2740	2650	2510	2340	2070	1450	2165
1921	978	1010	1240	2240	2440	2370	2320	2260	2150	2020	1330	909	1772
1922	1000	985	1040	2260	2760	3030	3060	3100	3050	2990	2860	1960	2341
1923	1830	1820	1790	2460	2850	3170	3200	3180	3110	3150	3290	3460	2776
1924	2780	2760	2920	3700	4280	4450	4390	4180	3980	3800	3590	3210	3670
1925	3190	2700	2480	3260	3480	3430	3340	3170	3000	2920	2790	1880	2970
1926	1850	1810	1790	2400	3180	3410	3360	3170	3020	2850	2740	2030	2634
1927	1660	1620	2440	2630	2920	3120	3150	3020	2930	2820	2360	1850	2543
1928	1840	1860	1820	2550	2940	3020	3050	3150	3210	3310	3400	3330	2790
1929	2740	2720	2740	3920	3640	3780	3720	3580	3450	3340	3260	3170	3338
1930	2640	2230	2700	3200	3280	3240	3140	3070	2990	2880	2830	2250	2871
1931	1870	1920	1970	2610	3250	3280	3220	3130	3140	3030	3080	2480	2748
1932	1940	1920	1840	2540	3140	3200	3150	3050	2930	2880	2810	2820	2685
1933	2260	1860	1950	2960	3070	3070	2930	2910	2820	2740	2550	1910	2586
1935	1410	1440	1790	2640	2900	2990	2960	2960	2930	3000	3090	2800	2576
1936	2480	2120	2320	3110	3560	3520	3360	3180	2990	2760	2630	2420	2871
1937	1860	1390	1800	2530	2640	2590	2520	2380	2250	2180	2050	1480	2139
1938	1320	1380	1700	2130	2430	2500	2500	2550	2250	2210	2090	1880	2078
1939	1280	1350	1540	2050	2290	2280	2200	2080	1860	1700	1480	1110	1768
1940	747	770	921	1280	1790	1770	1540	1460	1520	1540	1480	1270	1341
1944	1750	1840	2700	2660	2880	2960	2960	2840	2740	2590	2400	2380	2558
1945	1610	1640	1820	2430	2750	2800	2780	2680	2680	2690	2740	2650	2439
1946	1540	1540	1790	2230	3370	3570	3530	3350	3160	3040	2510	1720	2613
1947	1200	1290	1370	2670	2880	2930	2800	2700	2400	2270	2010	2020	2212
1948	1190	1240	1290	2130	2510	2440	2310	2190	2110	2110	2070	1660	1938
1949	1210	1400	1700	2310	2700	2740	2730	2670	2560	2420	2330	2270	2253
1950	1830	1420	1600	2590	2860	2940	2860	2740	2580	2560	2430	2250	2388
1951	1410	1360	1620	2510	3030	2980	2910	2750	2540	2310	2000	1530	2246
1952	1400	1160	1130	1760	2540	2570	2490	2350	2380	2560	2280	1400	2002
1953	1590	1410	1710	2820	3310	3330	3180	3230	3280	3300	3250	2410	2735
1954	1460	2030	2260	2940	3300	3190	3040	2920	2770	2750	2330	1530	2543
1955	1650	1850	2040	2400	3710	4100	4110	3890	3650	3450	3130	1880	2988
1956	2110	2060	2210	2340	3110	3510	3380	3150	2970	2840	1880	1400	2580
1957	1430	1890	2120	2480	3320	3410	3330	3210	3200	3260	3390	2230	2773
1958	2120	2210	2270	2950	3920	4180	4090	4010	3870	3700	3500	2920	3312
1959	2500	2120	2520	3430	3630	3570	3370	3060	2910	2720	2320	2060	2851
1960	1770	1410	1480	1930	2510	2470	2370	2220	2110	1950	1700	1870	1983
1961	1520	1250	1760	2230	2510	2560	2530	2540	2610	2560	2500	2020	2216
1962	1650	1700	1790	2480	3250	3400	3480	3500	3670	3740	3720	3120	2958

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средн.
1963	2370	2540	2620	2940	3780	3680	3490	3240	3030	2950	2760	1800	2933
1964	1650	1640	1820	2190	2800	2730	2560	2410	2290	2220	2060	1430	2150
1965	1180	1220	1350	1900	2500	2550	2450	2380	2280	2260	1860	1400	1944
1966	1250	1210	1480	1730	2750	3210	3160	3130	3040	3070	2980	2050	2422
1967	1750	1770	2320	2930	3240	3250	3160	3040	2930	2770	2800	2080	2670
1968	1810	1800	1860	2810	3160	3220	3220	3110	3040	2940	2440	1790	2600
1969	1740	1860	1930	2200	3040	3100	2990	2820	2650	2600	2530	1710	2431
1970	1970	1680	1990	2560	2890	2890	2750	2670	2540	2430	2220	1400	2333
1971	1550	1520	1400	2530	2880	2960	2860	2750	2660	2560	2280	1870	2318
1972	1480	1590	1780	2380	2560	2480	2290	2120	2070	1930	1810	1720	2018
1973	783	900	1080	1900	2200	2130	1970	1830	1820	1780	1610	946	1579
1974	1010	1140	1610	2040	2260	2330	2280	2280	2280	2300	2340	2270	2012
1975	1830	1750	2250	3020	3250	3210	3070	2920	2720	2570	2200	1300	2508
1976	1180	1220	1360	1980	2660	2750	2760	2750	2730	2620	2620	1820	2204
1977	1300	1660	1660	2400	2740	2740	2660	2590	2500	2510	2510	1480	2229
1978	1360	1680	1780	2680	2950	2940	2800	2700	2670	2620	2620	2520	2443
1979	1500	1570	1830	2520	2790	2800	2690	2600	2480	2470	2470	2540	2355
1980	1370	1290	1520	2260	2630	2610	2500	2410	2310	2230	2230	2320	2140
1981	1230	1490	1600	2510	2890	3010	2980	2930	2880	2820	2950	1980	2439
1982	1780	2000	2260	3370	3680	3770	3740	3590	3450	3310	3110	3070	3094
1983	2040	1790	1780	3240	3340	3300	3170	3020	2860	2750	2590	1450	2611
1984	1360	1310	1880	2990	3500	3460	3330	3170	3000	2970	2970	2360	2692
1985	1550	1820	1760	2510	2920	2940	2890	2800	2740	2660	2550	1370	2376
1986	1400	1350	1760	2770	3010	3050	2950	2820	2790	2710	2670	1740	2418
1987	1500	1570	1680	2570	2910	3060	3100	3160	3240	3230	2830	1890	2562
1988	1980	2130	2250	3190	3350	3300	3170	3080	3000	3010	2620	1520	2717
1989	1810	2090	3110	3390	3530	3480	3360	3200	3020	2870	2720	1660	2853
1990	1400	1740	2940	3180	3230	3180	3050	2930	2800	2730	2660	2030	2656
1991	1370	1540	1800	2870	3100	3140	3130	3070	2940	2900	2800	2510	2598
1992	1490	1720	2130	3300	3570	3610	3490	3300	3120	2940	2530	1850	2754
1993	2840	1560	1660	2690	2950	2930	2870	2840	2770	2660	2100	1530	2450
1994	1420	1350	1590	2730	3080	3160	3160	3030	2920	2860	2790	1810	2492
1995	1530	1650	2480	3170	3470	3530	3430	3290	3110	2930	2780	1330	2725
1996	1450	1560	1690	2340	2690	2670	2580	2440	2270	2030	1970	1910	2133
1997	1720	1670	1810	2260	2510	2580	2490	2420	2330	2280	2220	1160	2121
1998	1360	1380	1520	2150	2770	2840	2810	2880	2910	2870	2510	1850	2321
1999	2040	2300	2190	3050	3320	3280	3100	3000	2770	2580	2300	1860	2649
2000	1530	1360	1500	2490	2730	2650	2590	2570	2630	2560	2600	2580	2316
2001	1660	1460	1590	2700	3020	3020	2840	2720	2600	2410	2170	1330	2293
2002	1400	1600	2130	2600	2760	2640	2470	2340	2210	2090	1670	919	2069
2004	1350	1320	1450	2560	1930	2970	2910	2900	2910	2920	2710	2030	2330
2005	1810	1900	2320	3260	3540	3650	3540	3400	3210	3040	2820	2290	2898
2006	1810	1440	1680	2100	2700	2680	2540	2310	2160	2040	2080	2140	2140
2007	1820	1680	2170	2730	2800	2770	2620	2530	2540	2500	2170	2180	2376
2008	1900	2000	2240	2750	2950	2880	2790	2700	2660	2540	2690	2700	2567

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средн.
2009	2370	2200	2440	2690	3230	3260	3230	3150	3070	3070	3060	2560	2861
2010	2020	2140	2420	3350	3540	3550	3450	3210	3000	2780	2630	2170	2855
2011	2150	1890	2160	2550	3020	3080	3010	2810	2660	2610	2540	2530	2584
2012	2280	1960	2130	2670	3010	3000	2960	2990	2950	2980	3070	2460	2705
2013	2150	1890	2370	3040	3390	3350	3210	3030	2900	2660	2660	2520	2764
2014	2440	2520	2800	2790	2790	2810	2680	2470	2330	2160	2030	1920	2478
2015	1730	1760	2030	2250	2460	2450	2340	2260	2170	2080	1940	2000	2123
2016	1800	1790	2060	2410	2550	2430	2420	2560	2700	2630	2450	2230	2336
2017	1830	1810	2560	2930	3100	3100	3030	3050	3110	3180	3190	3120	2834
2018	2420	1890	2460	3450	3770	3660	3550	3350	3170	3010	2810	2010	2963
2019	1600	1830	2300	2850	2930	2860	2740	2570	2440	2360	2400	2540	2452
2020	2710	2560	3100	3220	3280	3210	3050	3000	2900	2810	2700	2420	2913
Среднее	1745	1730	1898	2565	3034	3104	3031	2931	2835	2746	2567	2033	2518
Наиб	3190	2900	3110	3920	4280	4450	4390	4180	3980	3880	3790	3460	3794
Наим	747	770	921	1280	1790	1770	1540	1460	1520	1540	1330	909	1298

Для того чтобы произвести дальнейшие расчёты по реке Нева, необходимо произвести статистическую обработку ряда данных максимальных расходов воды.

Статистическая обработка включает в себя расчёт основных статистических характеристик ряда (количество значений, среднее, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, отношение коэффициента вариации к коэффициенту асимметрии и их относительные ошибки), а также проверка ряда на наличие тренда и проверить гипотезу об однородности ряда по критериям Фишера и Стьюдента.

Рассчитанные значения основных статистических характеристик приведены в таблице 2.2.

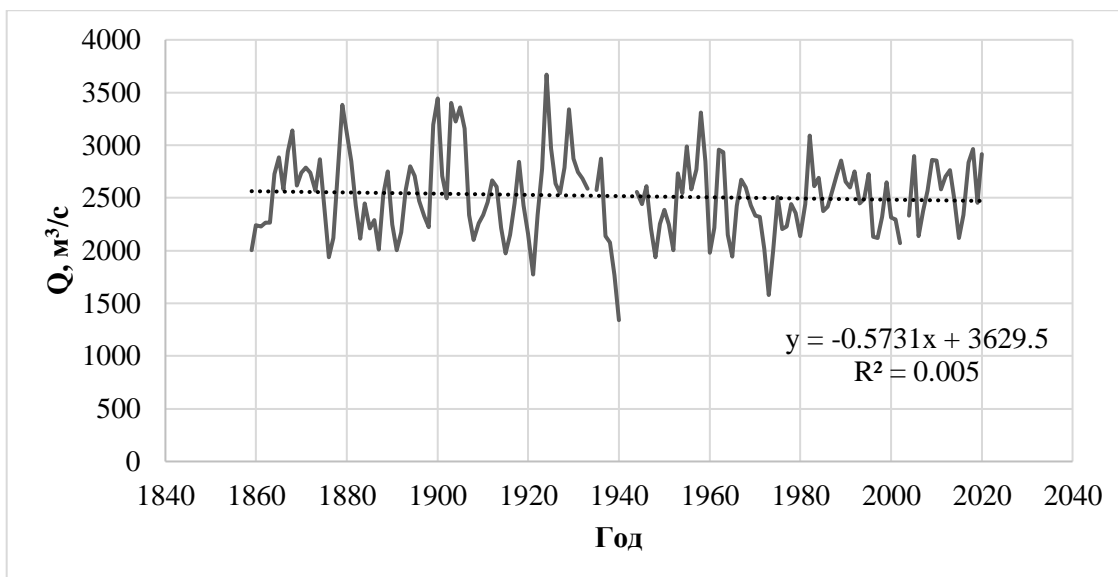


Рисунок 2.1 – График среднегодовых расходов воды реки Нева – д. Новосаратовка за весь период наблюдений.

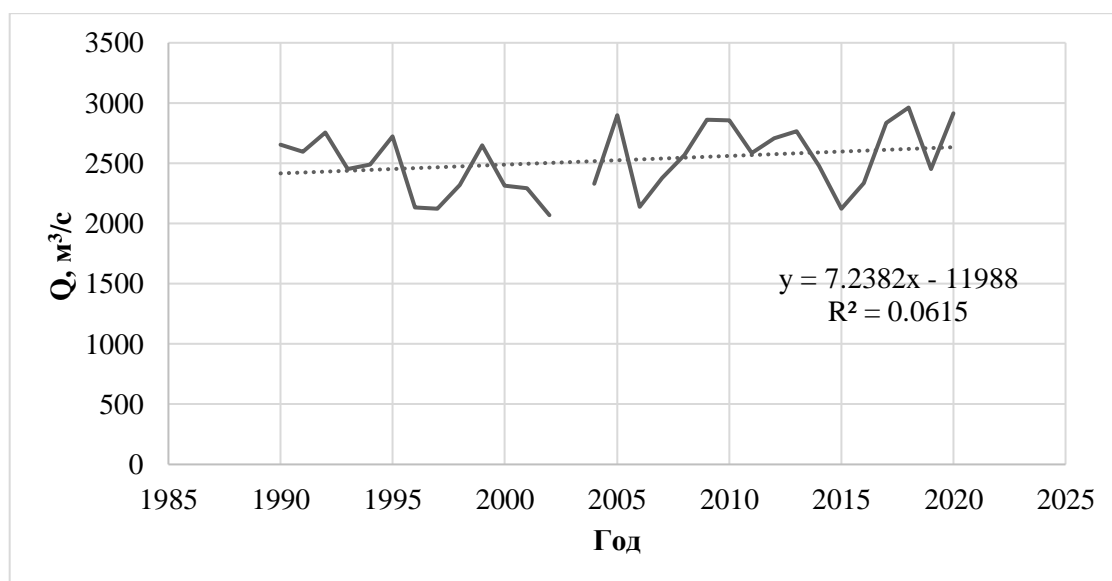


Рисунок 2.2 – График среднегодовых расходов воды реки Нева – д. Новосаратовка за последние 30 лет.

Таблица 2.2 – Основные статистические характеристики ряда среднегодовых расходов воды реки Нева – д. Новосаратовка

Река – створ	n	$Q_{\text{ср}}, \text{м}^3/\text{с}$	C_v	C_s	C_s/C_v	$\varepsilon_Q, \%$	$\varepsilon_{C_v}, \%$	$\varepsilon_{C_s}, \%$
Нева – д. Новосаратовка	157	2518	0.15	0.21	1.41	1.21	5.71	92.4

Оценка значимости линейного тренда проводится с использованием критерия значимости выборочного коэффициента корреляции (R). Тренд считается статистически незначимым, если выполняется условие:

$$\frac{|R|}{\sigma_R} \geq t_{2a}, \quad (3)$$

где $|R|$ – модуль коэффициента корреляции ряда;

σ_R – стандартная ошибка коэффициента корреляции;

t_{2a} – статистика Стьюдента при уровне значимости $2a = 5\%$.

Результаты оценка значимости линейного тренда ряда среднегодовых расходов реки Нева

Таблица 2.3 – Оценка значимости линейного тренда

Ряд значений	R	σ_R	R/σ_R	t_{2a}	Вывод
За весь период наблюдений (1859-2020)	0.071	0.080	0.89	1.98	Тренд не значим
За последние 30 лет (1990-2020)	0.248	0.184	1.35	2.05	Тренд не значим

Проверка рядов на однородность проводится с использованием критериев Фишера и Стьюдента. Проверка проводится при уровне значимости $2\alpha=5\%$. Гипотеза об однородности рядов не опровергается, если выполняются следующие условия:

$$F^* < F_{2a},$$

$$t^* < t_{2a}.$$

где F^* и t^* – эмпирические значения статистик Фишера и Стьюдента, соответственно;

F_{2a} и t_{2a} – теоретические значения статистик Фишера и Стьюдента, соответственно, при уровне $2\alpha=5\%$.

В работе для проверки однородности рядов была использована надстройка *Microsoft Excel* «Пакет анализа».

Результаты проверки ряда максимальных расходов реки Нева на однородность по критериям Фишера и Стьюдента приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Результаты проверки ряда максимальных расходов реки Нева на однородность по критериям Фишера и Стьюдента

Вид стока	t^*	t_{2a}	Вывод	F^*	F_{2a}	Вывод
За весь период наблюдений (1859-2020)	1.97	1.75	не однороден	1.57	1.47	не однороден
За последние 30 лет (1990-2020)	2.04	2.07	однороден	3.05	1.42	не однороден

Таблица 2.5 – Ординаты аналитической кривой среднегодовых расходов воды реки Нева – д. Новосаратовка $Q_{cp} = 2518$, $Cv = 0.15$, $Cs/Cv = 1.41$

$P, \%$	0.01	0.1	1	5	10	25	50	75	90	95	99	99.9
k_p	1.60	1.50	1.37	1.26	1.20	1.10	1.00	0.90	0.81	0.76	0.67	0.57
Q_p	4037	3782	3449	3168	3015	2773	2507	2254	2035	1908	1681	1446

Эмпирическая и аналитическая кривая обеспеченных среднегодовых расходов воды реки Нева – д. Новосаратовка приведены в Приложении А

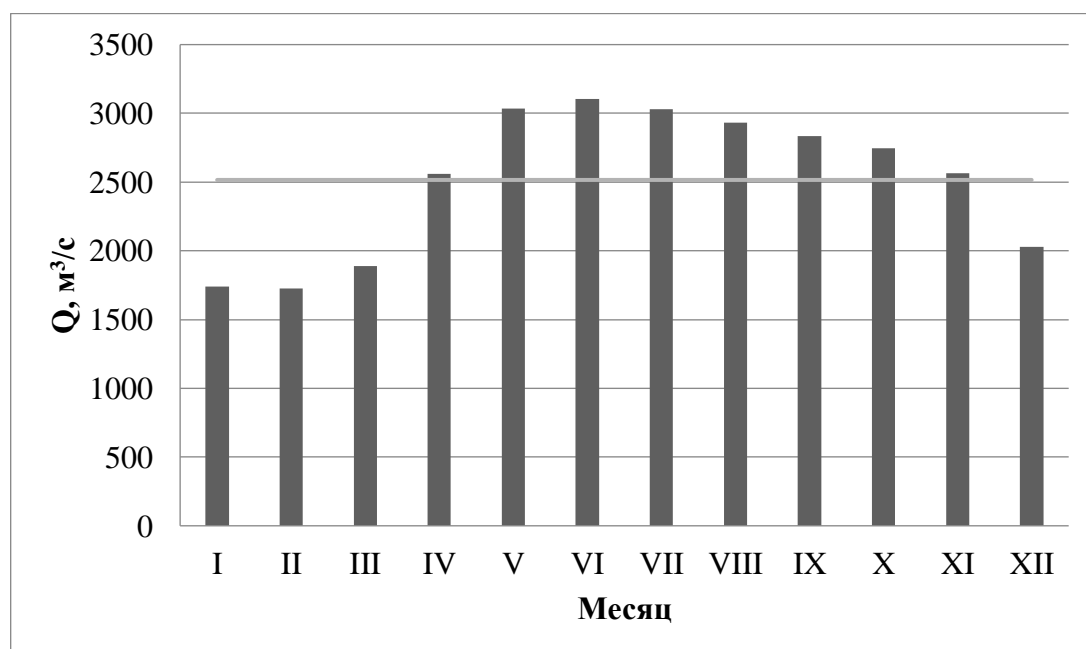


Рисунок 2.3 – Гистограмма среднемноголетних месячных расходов воды.

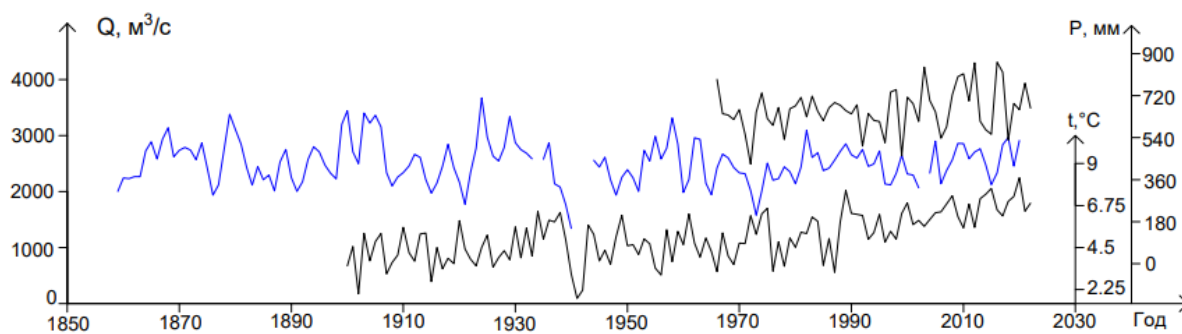


Рисунок 2.4 – График среднегодовых расходов воды, температуры и осадков.

2.2 Внутригодовое распределение стока

Для того чтобы получить общую картину внутригодового распределения стока реки Нева, сравним 2 источника информации – ресурсы поверхностных вод, данные о среднемесечных расходах воды и осредненные по нескольким источникам (Многолетние данные о ресурсах поверхностных вод СССР, Гидрологические ежегодники и АИС ГМВО).

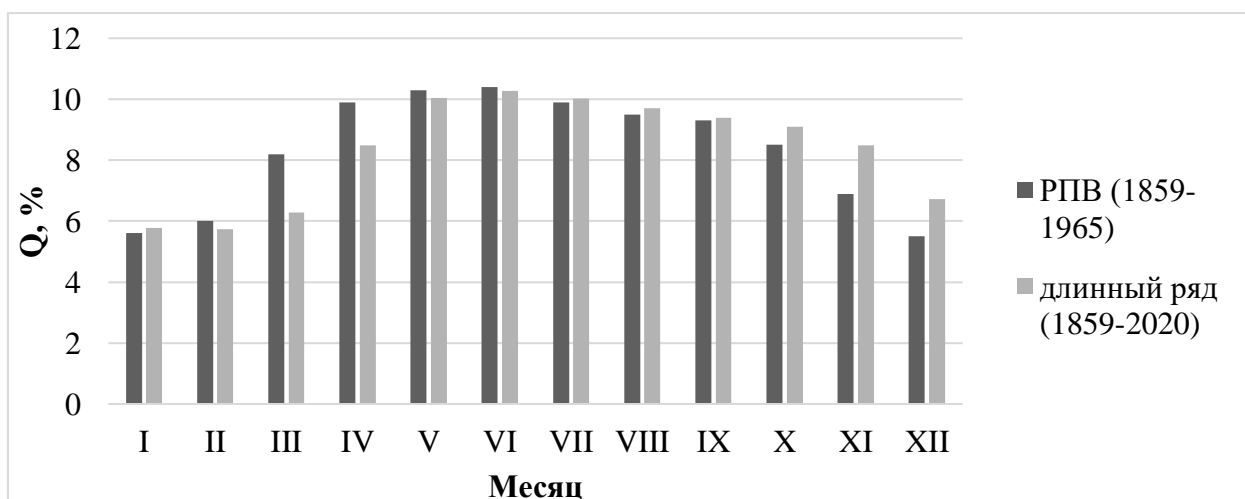


Рисунок 2.5 – Гистограмма внутригодового распределения стока за весь период наблюдений.

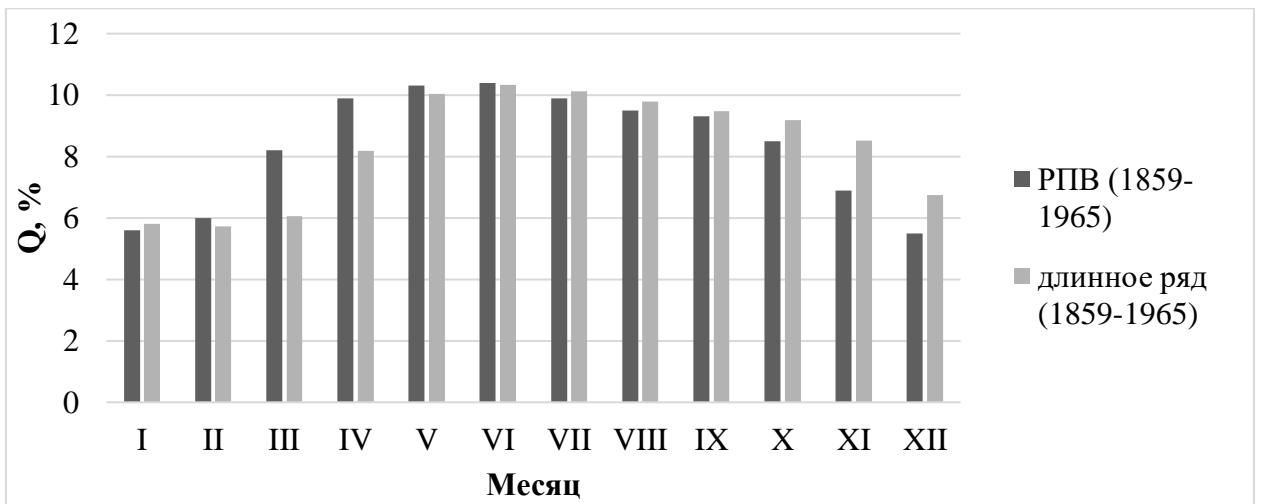


Рисунок 2.6 – Гистограмма внутригодового распределения стока за аналогичный период наблюдений.

Таблица 2.6 – Внутригодовое распределение стока реки Нева по 2 источникам за аналогичный ряд и за полный ряд

Внутригодовое распределение	Размерность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
РПВ (1859-1965)	м ³ /с	1574	1686	2304	2782	2894	2922	2782	2670	2613	2389	1939	1546	28100
	%	5.2	5.6	7.6	9.2	9.6	9.7	9.2	8.8	8.6	7.9	6.4	5.1	93
длинное ряд (1859-1965)	м ³ /с	1767	1748	1847	2497	3058	3150	3087	2985	2887	2797	2595	2057	30475
	%	5.8	5.8	6.1	8.3	10.1	10.4	10.2	9.9	9.6	9.3	8.6	6.8	101
длинный ряд (1859-2020)	м ³ /с	1745	1730	1898	2565	3034	3104	3031	2931	2835	2746	2567	2033	30218
	%	5.8	5.7	6.3	8.5	10.0	10.3	10.0	9.7	9.4	9.1	8.5	6.7	100

Таблица 2.7 – Внутригодовое распределение стока реки Нева – д. Новосаратовка за характерные годы

Характеристика года	Размерность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средний по водности (1975 г.)	м ³ /с	1830	1750	2250	3020	3250	3210	3070	2920	2720	2570	2200	1300	30090
	%	6	6	7	10	11	11	10	10	9	9	7	4	100
Многоводный (1924 г.)	м ³ /с	2780	2760	2920	3700	4280	4450	4390	4180	3980	3800	3590	3210	44040
	%	6	6	7	8	10	10	10	9	9	9	8	7	100
Маловодный (1940 г.)	м ³ /с	747	770	921	1280	1790	1770	1540	1460	1520	1540	1480	1270	16088
	%	5	5	6	8	11	11	10	9	9	10	9	8	100

2.3 Максимальный и минимальный среднемесячный сток

Максимальные годовые расходы воды в Неве, как правило, наблюдаются в начале лета (июнь). В маловодные по весне годы с дождливым летом максимум расхода смещается на летние и даже осенние месяцы (август октябрь).

Минимальные годовые расходы большей частью приходятся на начало зимы, когда замерзает Шлиссельбургская губа, а также вследствие появления ледяного покрова и скоплений шуги. из-за чего уменьшается высота слоя воды, переливающейся через песчано-каменистую отмель в истоке реки. В этот период расход воды в Неве уменьшается от 30 до 50 %.

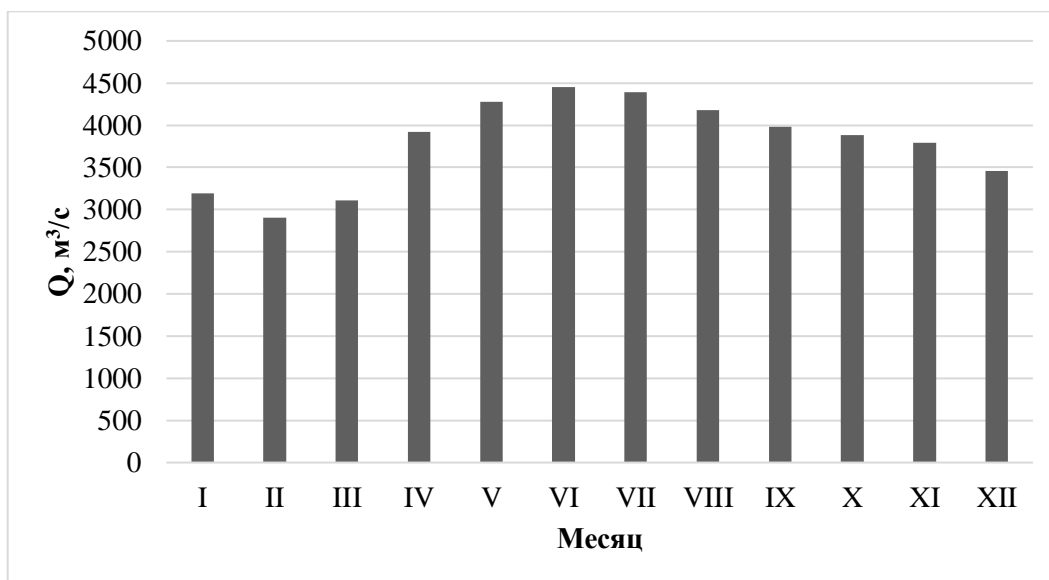


Рисунок 2.3.1 – Гистограмма максимальных среднемесячных расходов воды

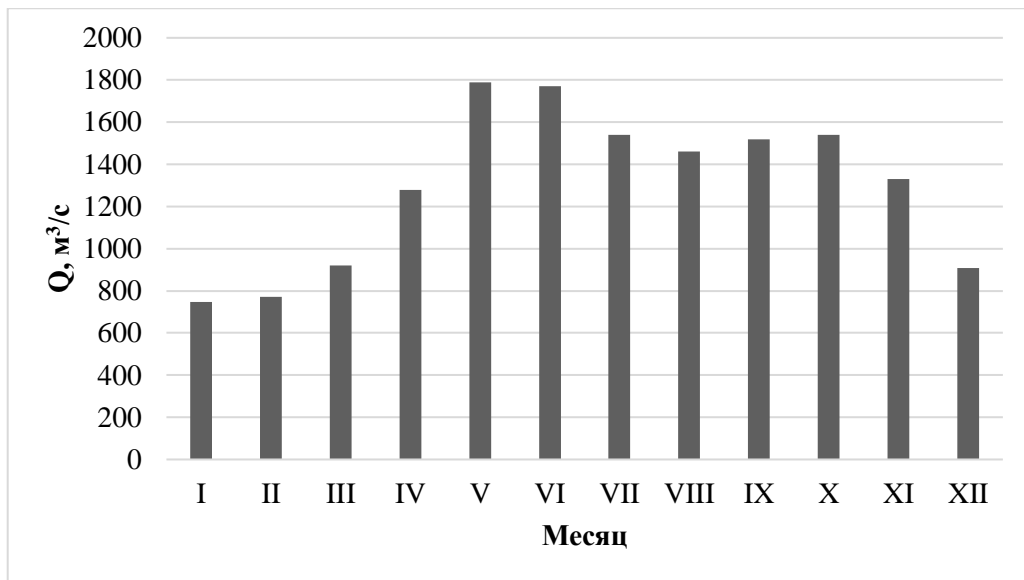


Рисунок 2.3.2 – Гистограмма минимальных среднемесячных расходов воды

Заключение

Наблюдения за изменением стока воды Невы являются важным компонентом гидрологических, экологических и экономических исследований, способствующих обеспечению безопасности жизнедеятельности человека и развитию региона.

В результате работы решены следующие задачи:

- по данным расходов воды реки Нева – д. Новосаратовка построены графики среднегодовых расходов за весь период наблюдений и за последние 30 лет,
- проведена оценка значимости тренда, рассчитано внутригодовое распределение стока за многоводный, маловодный и средний по водности,
- построены гистограммы максимальных и минимальных среднемесячных расходов воды,
- построены гистограммы внутри годового распределения стока за весь период наблюдений и за последние 30 лет,
- также по данным температуры и осадков на станции Санкт-Петербург были построены графики среднегодовых температур и осадков за весь период наблюдений и за последние 30 лет, графики среднемесячных температур и осадков за весь период наблюдений и за последние 30 лет, и проведена оценка их тренда.

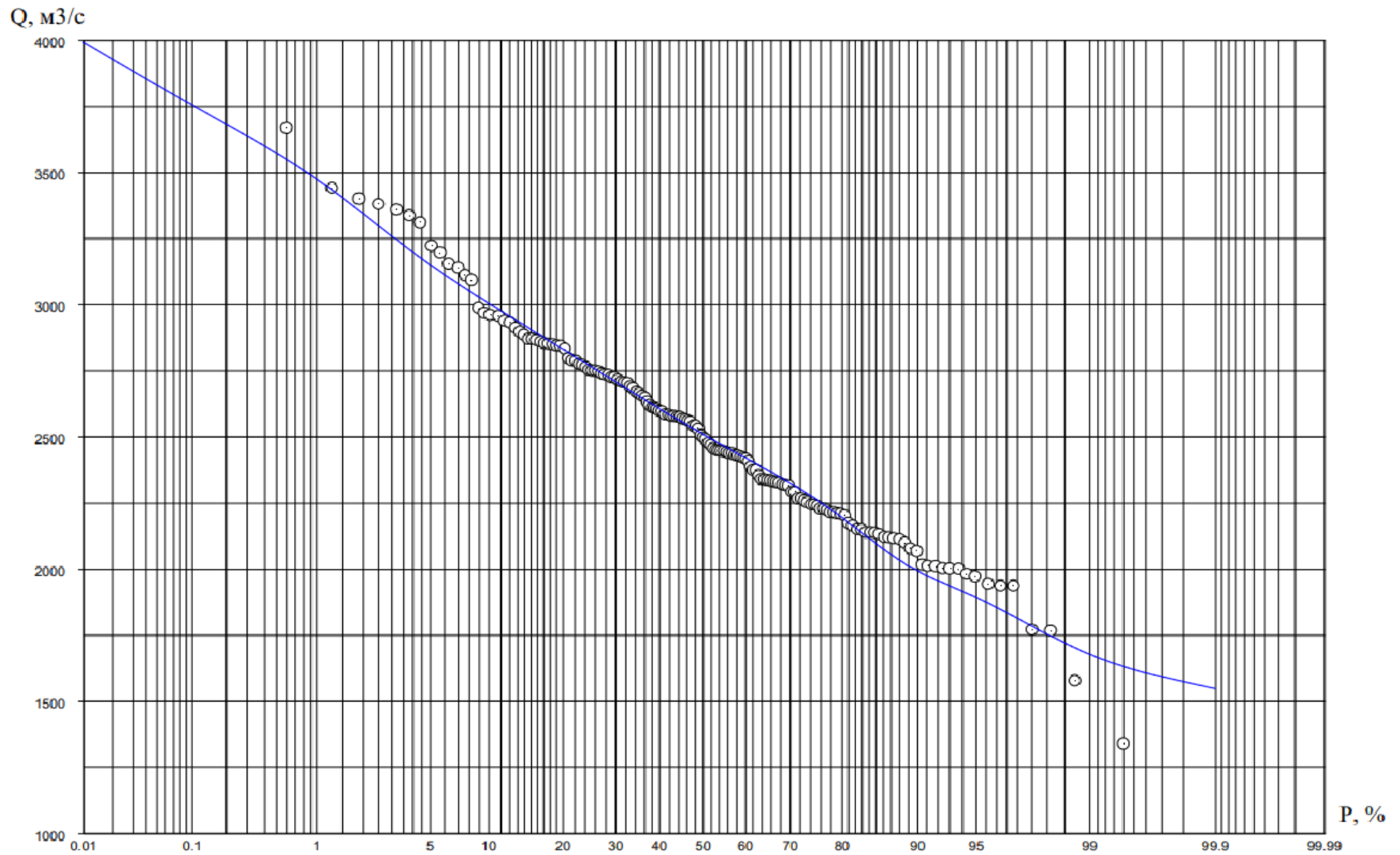
По полученным результатам можно сделать вывод, что за последние 30 лет амплитуда среднегодовых расходов воды уменьшилась примерно в 2 раза по сравнению со всем рядом данных, за аналогичный промежуток времени температура воздуха приобрела значимый тренд на повышение, осадки в свою очередь отдаленно повторяют повышения и понижения расхода на комплексном графике.

Список использованных источников

- 1 Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=139>. Дата обращения: 10.05.2023.
- 2 Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ – МЦД) [Электронный ресурс]. URL: <http://meteo.ru/data>. Дата обращения: 10.05.2023.
- 3 Гидрологический ежегодник Бассейн Балтийского моря. Вып. 0-5. Бассейн Балтийского моря от р. Нева до р. Неман – Ленинград, 1948 – 267 с.
- 4 Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1, Вып. 5. РСФСР, Бассейн рек Балтийского моря, Ладожского и Онежского озер. СЗУГКС. Л.
- 5 Климат Ленинграда. / под ред. Ц. А Швер, Е. В. Алтыкис, Л. С. Евтеева [Текст] / Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 252 с.
- 6 Нежиховский Р. А. Вопросы гидрологии реки Невы и Невской губы. [Текст] / Р. А. Нежиховский – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 224 с.
- 7 Нежиховский Р. А. Река Нева и Невская губа. [Текст] / Р. А. Нежиховский – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 112 с.
- 8 Основные гидрологические характеристики. Т. 2. Карелия и Северо-Запад, Л.: Гидрометеиздат, 1966.
- 9 Справочник по климату СССР. Вып. 3. Карельская АССР, Ленинградская, Новгородская и Псковская области. Части II-V. ГИМИЗ, Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 191 с.

Приложение А – Ординаты эмпирической и аналитической кривой средних расходов воды р. Нева

$Q_{cp} = 2518$, $C_v = 0.15$, $C_s/C_v = 1.41$.



Приложение Б – Графики температур за длинный ряд наблюдений

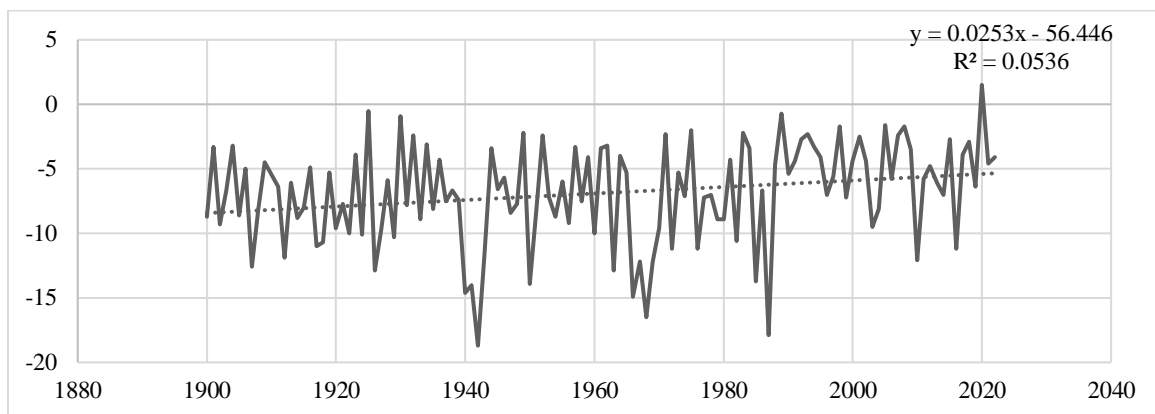


Рисунок 1 – График температур января за длинный ряд.

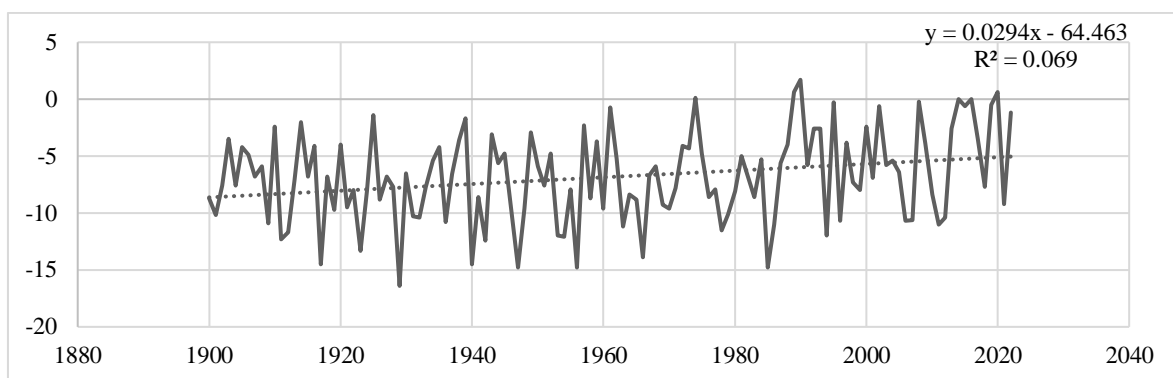


Рисунок 2 – График температур февраля за длинный ряд.

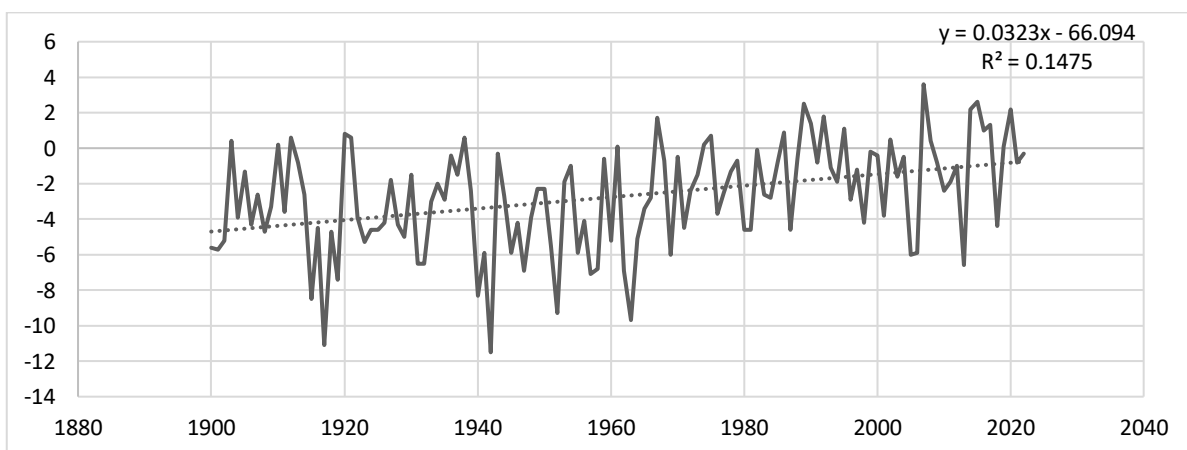


Рисунок 3 – График температур марта за длинный ряд.

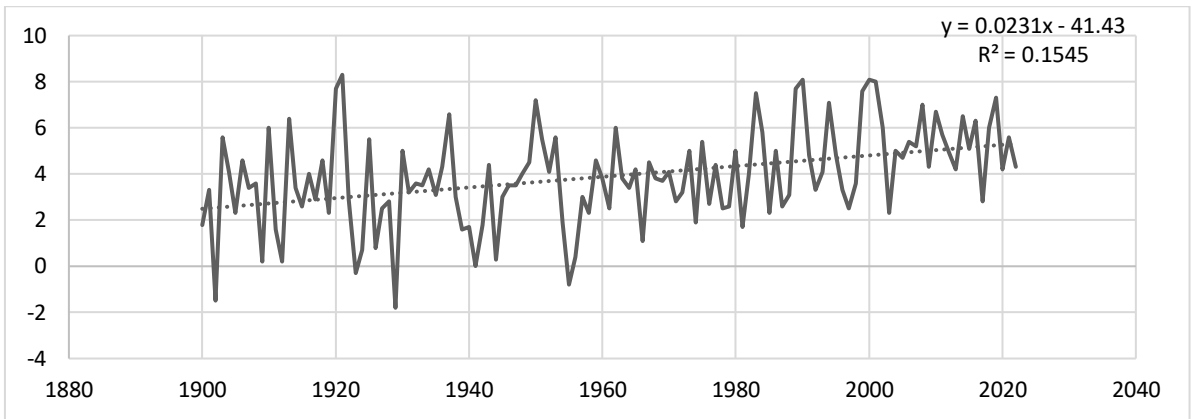


Рисунок 4 – График температур апреля за длинный ряд.

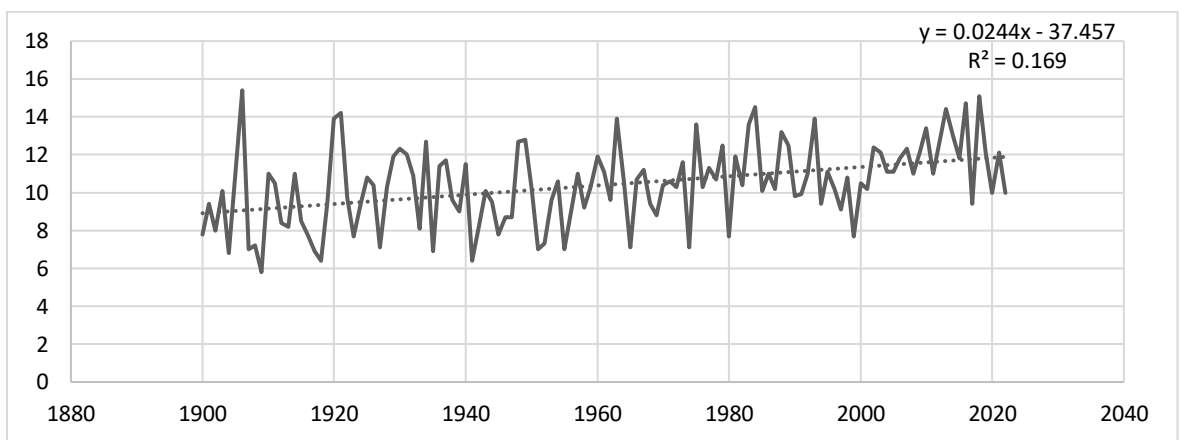


Рисунок 5 – График температур мая за длинный ряд.

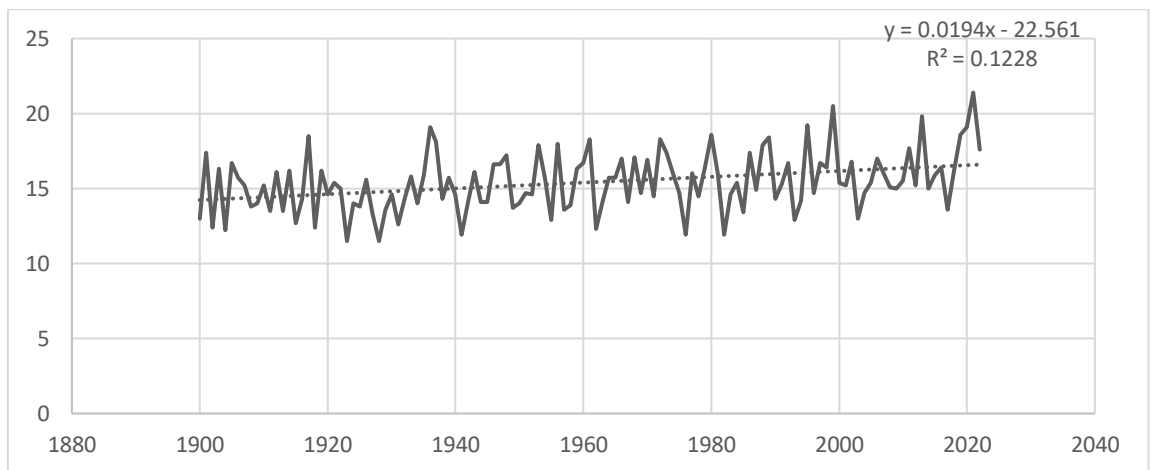


Рисунок 6 – График температур июня за длинный ряд.

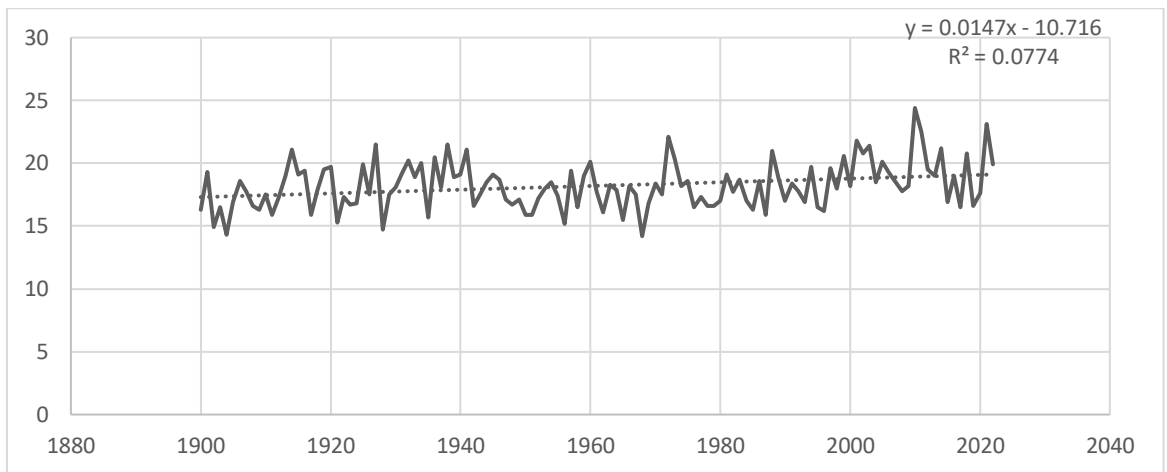


Рисунок 7 – График температур июля за длинный ряд.

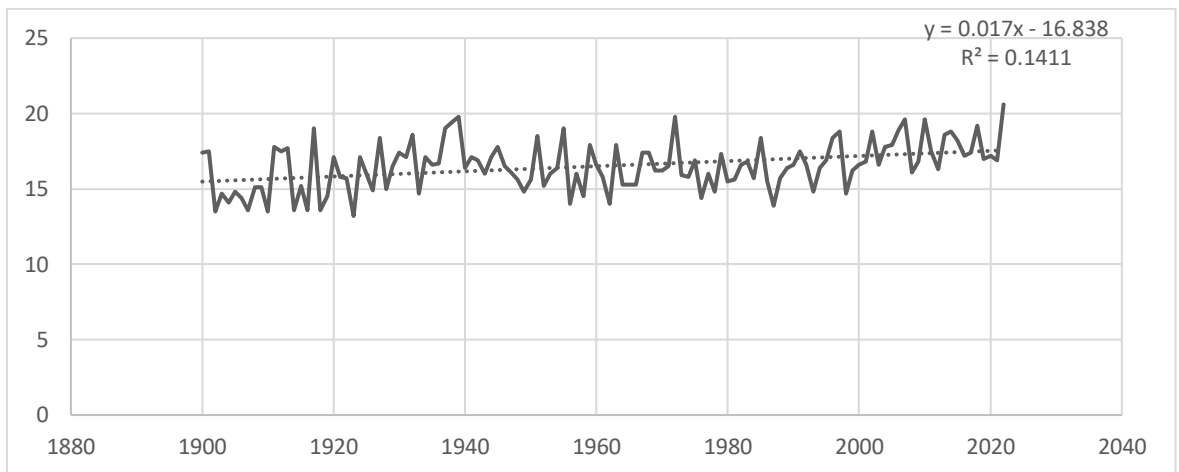


Рисунок 8 – График температур августа за длинный ряд.

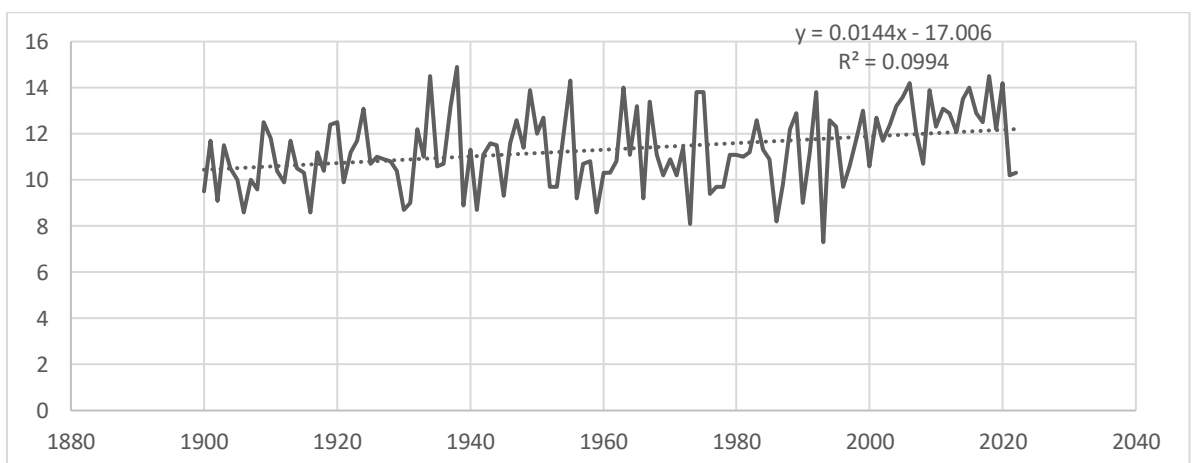


Рисунок 9 – График температур сентября за длинный ряд.

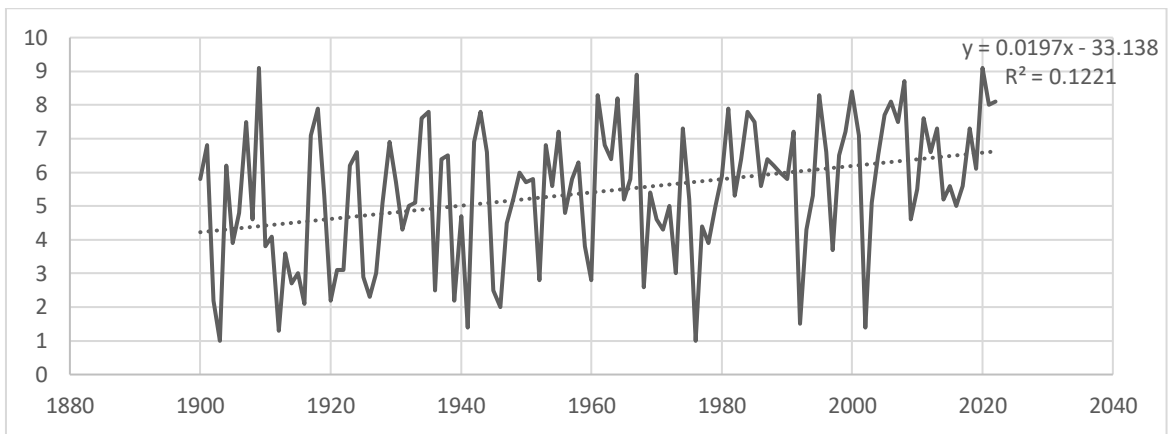


Рисунок 10 – График температур октября за длинный ряд.

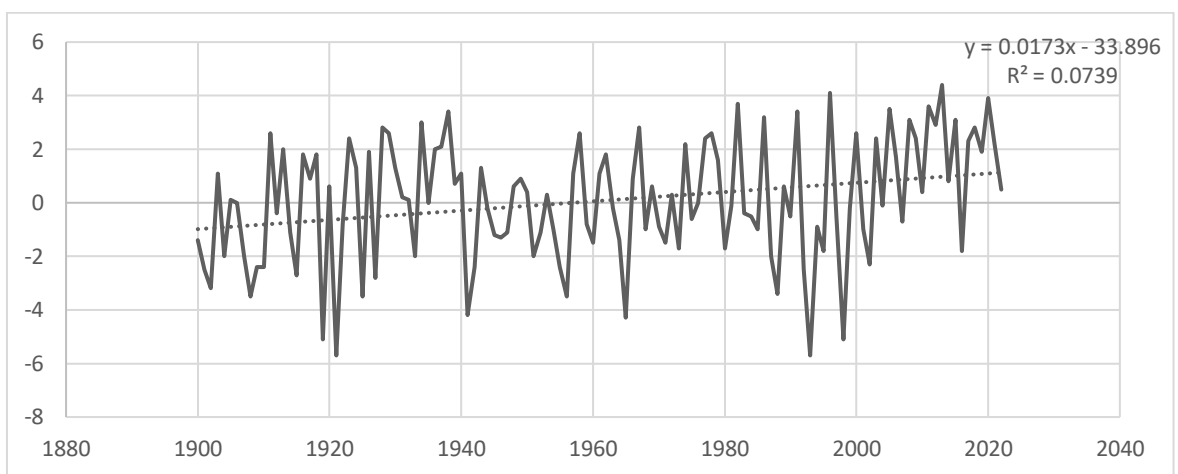


Рисунок 11 – График температур ноября за длинный ряд.

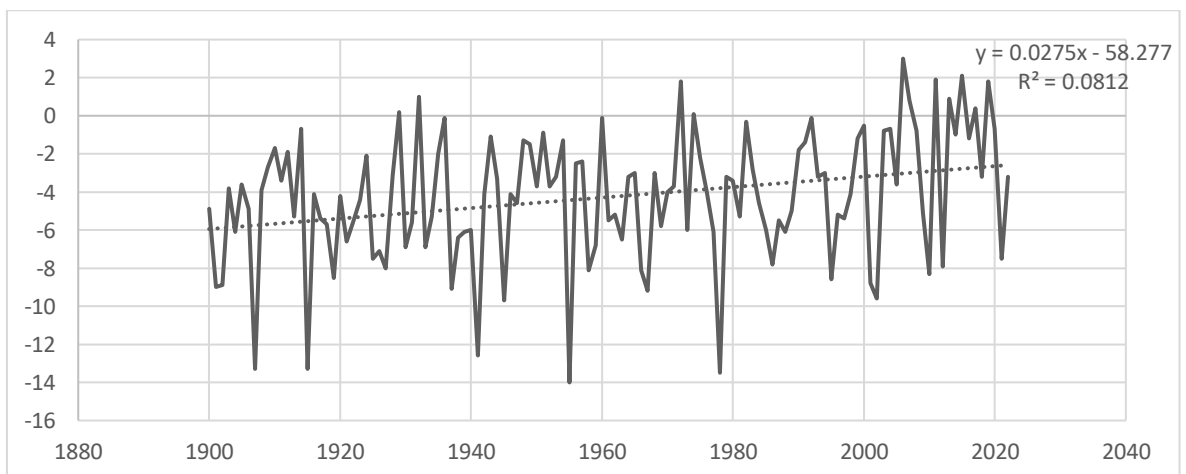


Рисунок 12 – График температур декабря за длинный ряд.

Приложение В – Графики температур за последние 30 лет

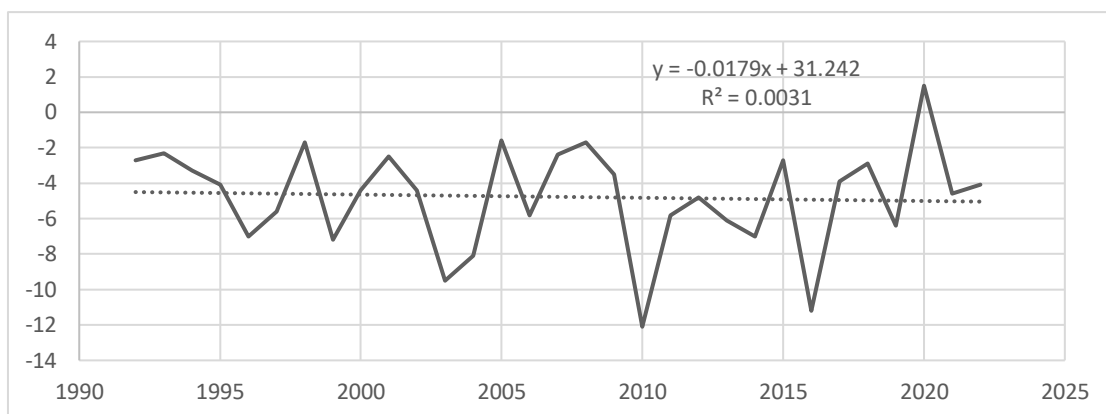


Рисунок 1 – График температур января за последние 30 лет.

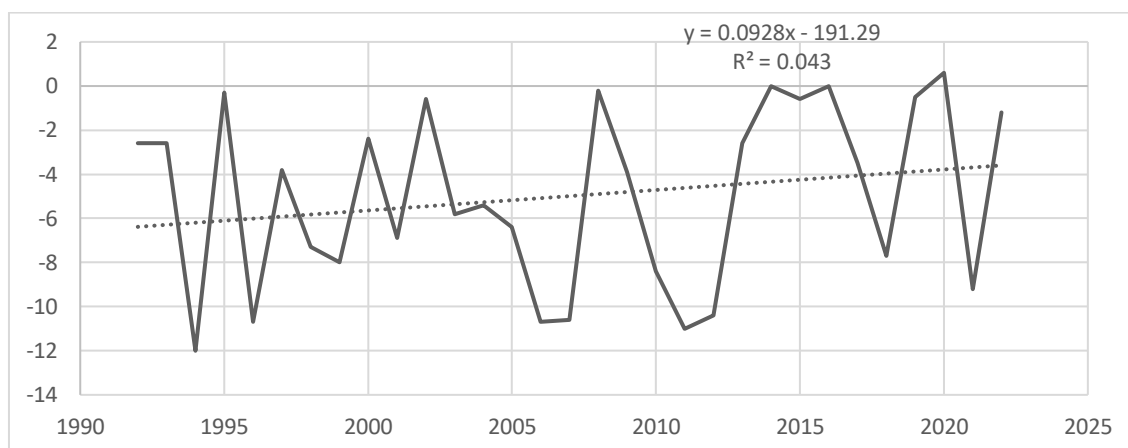


Рисунок 2 – График температур февраля за последние 30 лет.

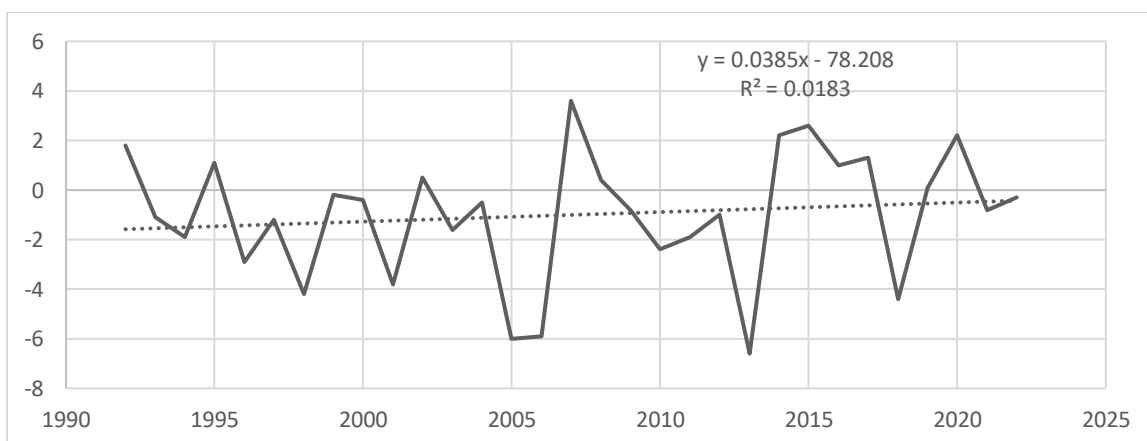


Рисунок 3 – График температур марта за последние 30 лет.

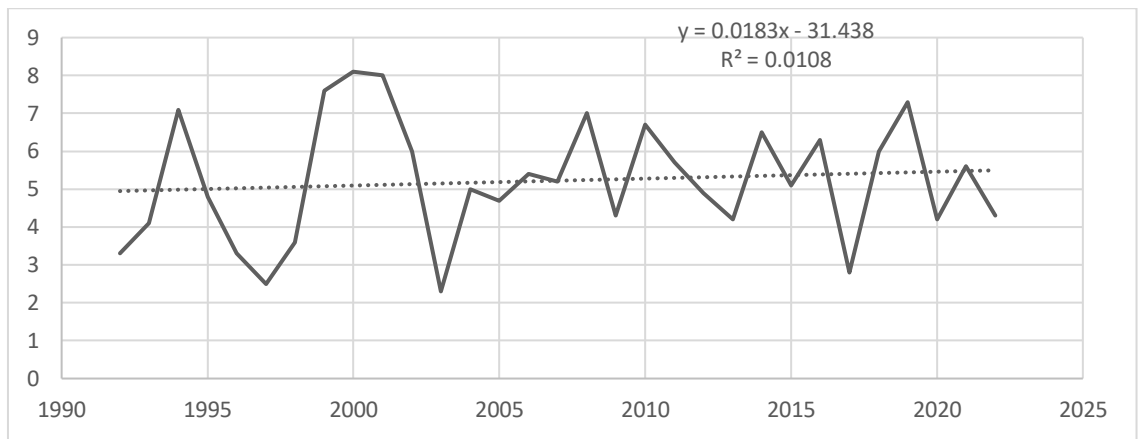


Рисунок 4 – График температур апреля за последние 30 лет.

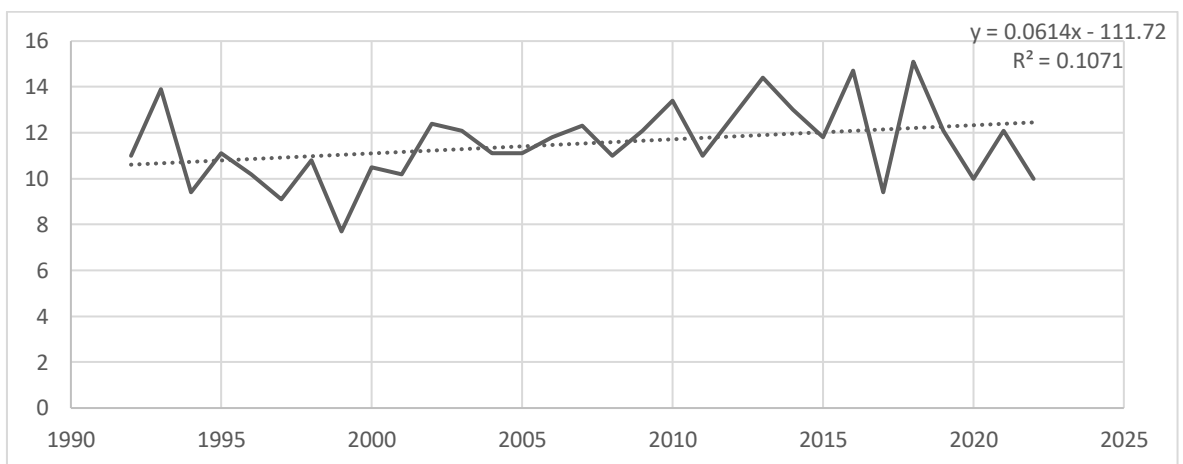


Рисунок 5 – График температур мая за последние 30 лет.

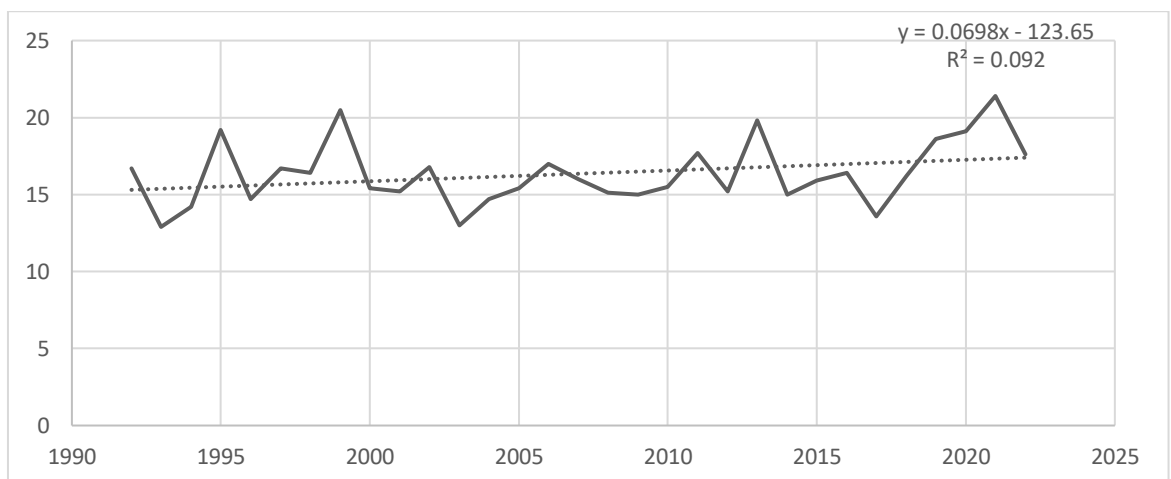


Рисунок 6 – График температур июня за последние 30 лет.

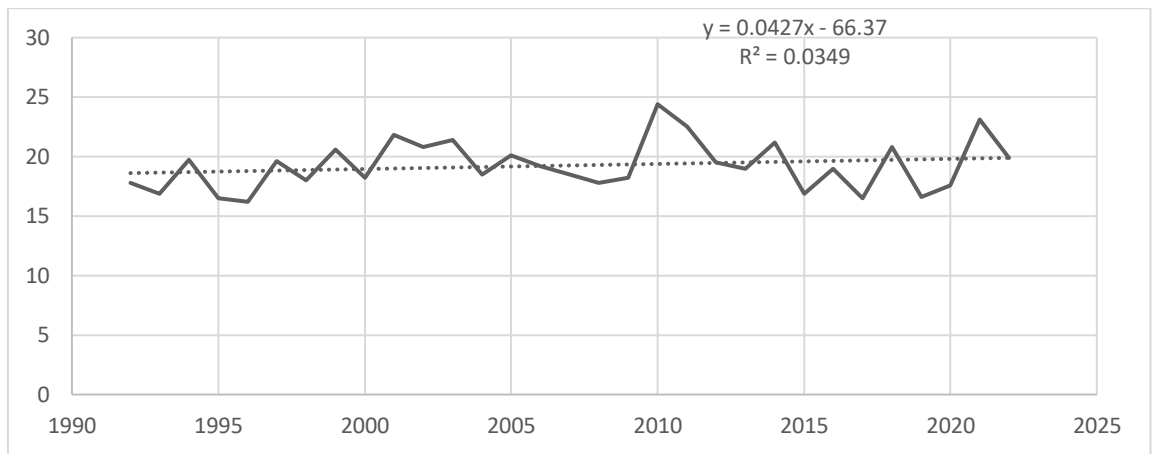


Рисунок 7 – График температур июля за последние 30 лет.

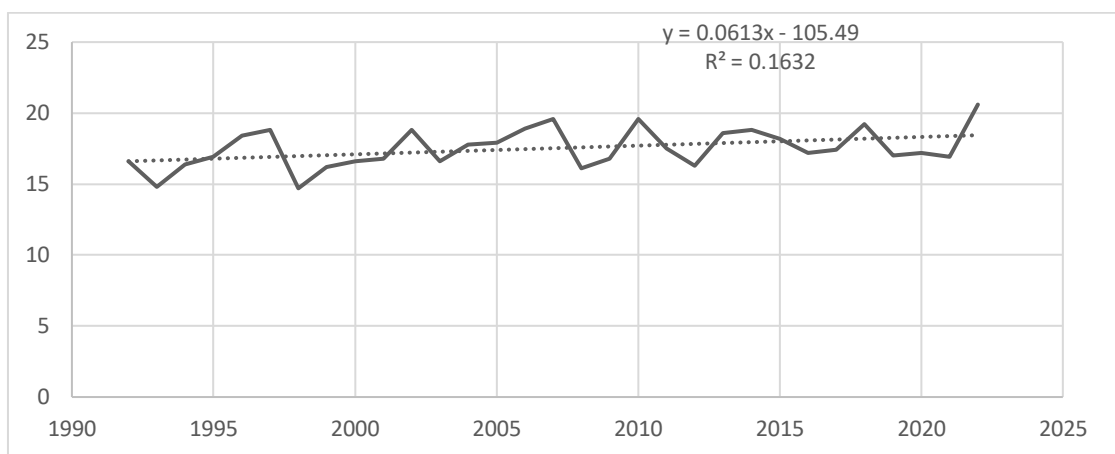


Рисунок 8 – График температур августа за последние 30 лет.

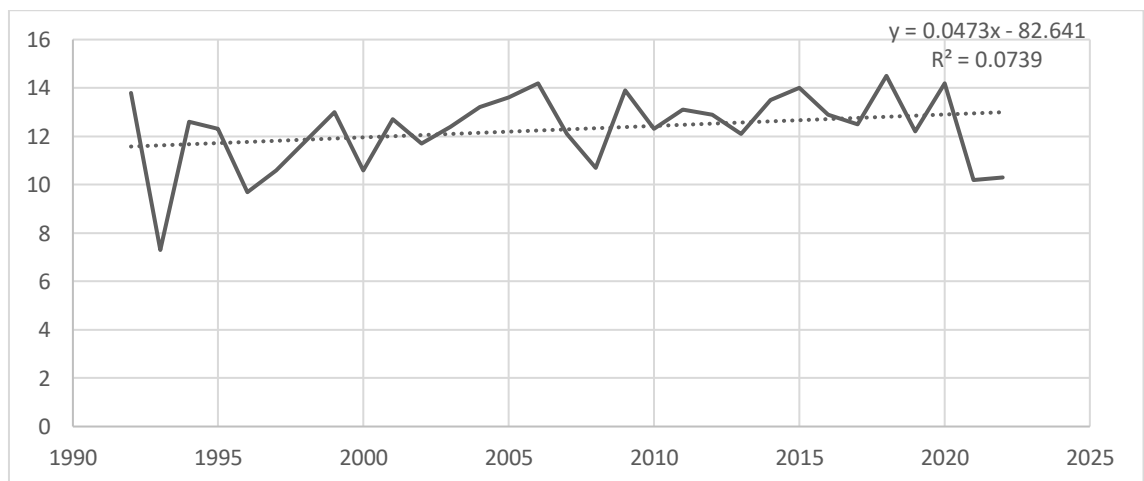


Рисунок 9 – График температур сентября за последние 30 лет.

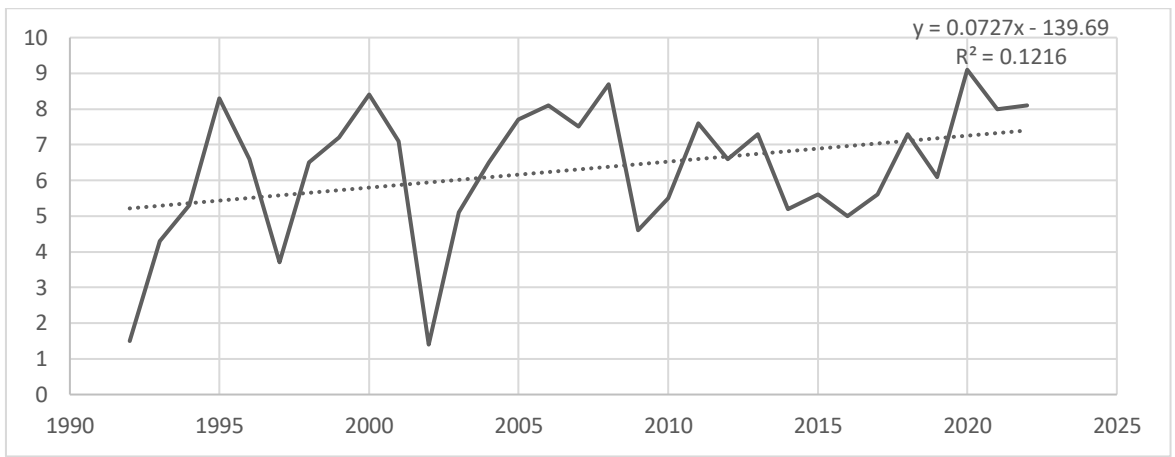


Рисунок 10 – График температур октября за последние 30 лет.

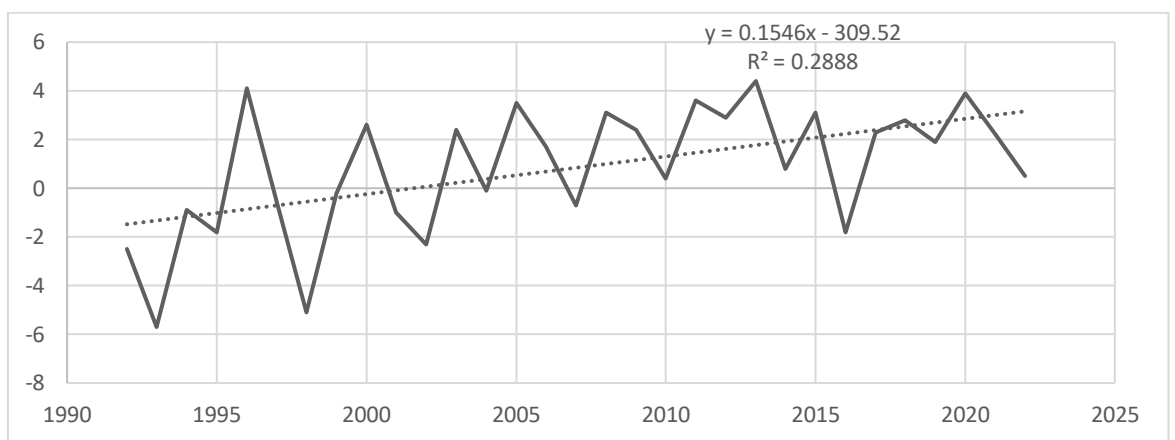


Рисунок 11 – График температур ноября за последние 30 лет.

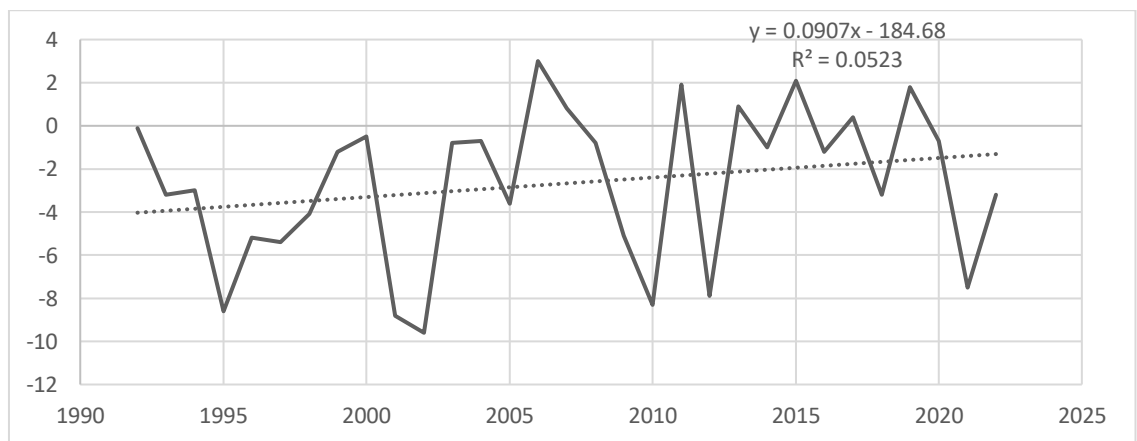


Рисунок 12 – График температур декабря за последние 30 лет.

Приложение Г – Графики осадков за длинный ряд

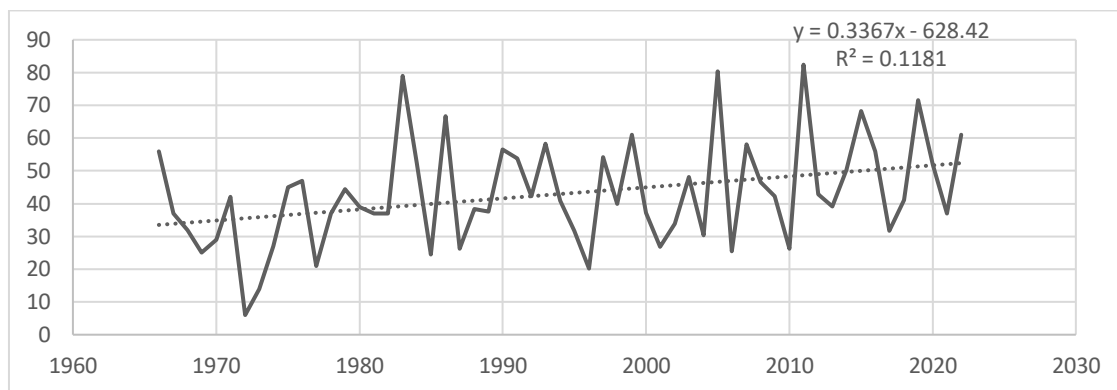


Рисунок 1 – График осадков января за длинный ряд.

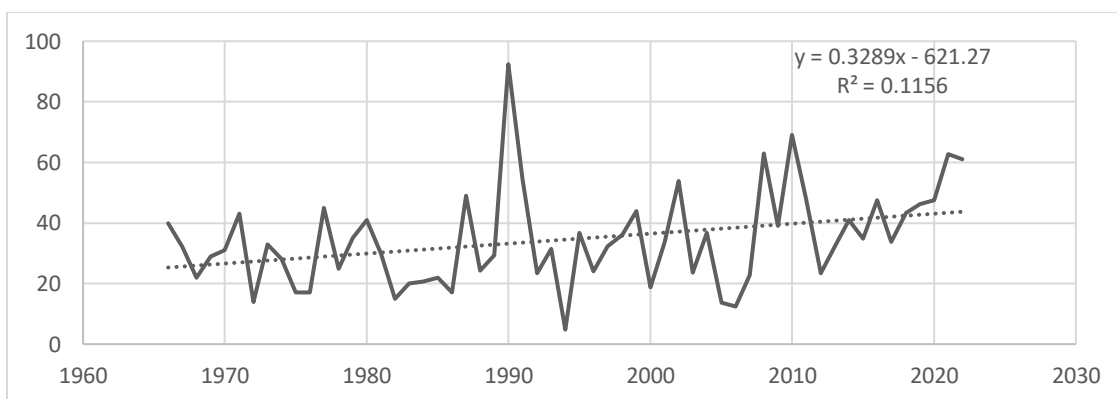


Рисунок 2 – График осадков февраля за длинный ряд.

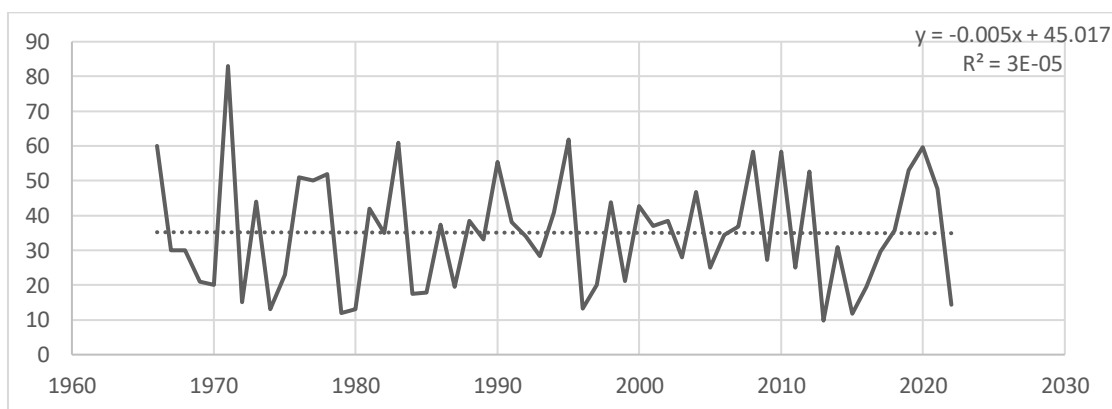


Рисунок 3 – График осадков марта за длинный ряд.

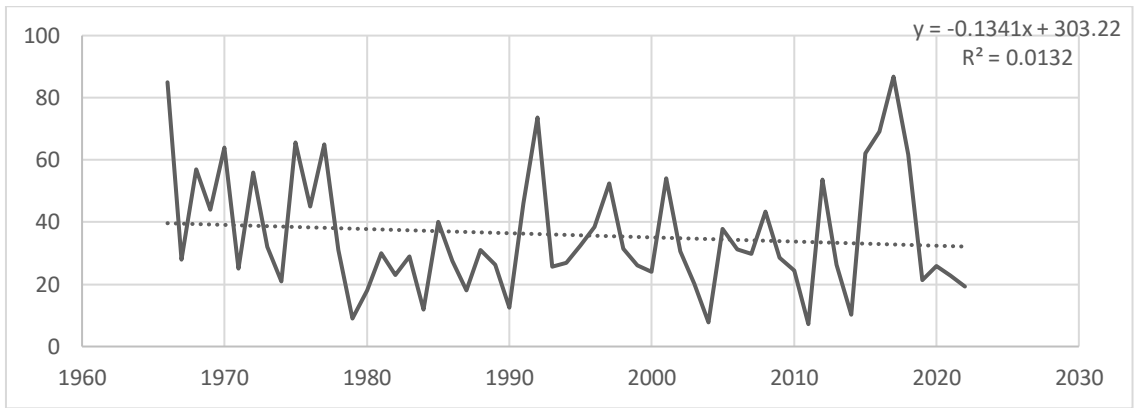


Рисунок 4 – График осадков апреля за длинный ряд.

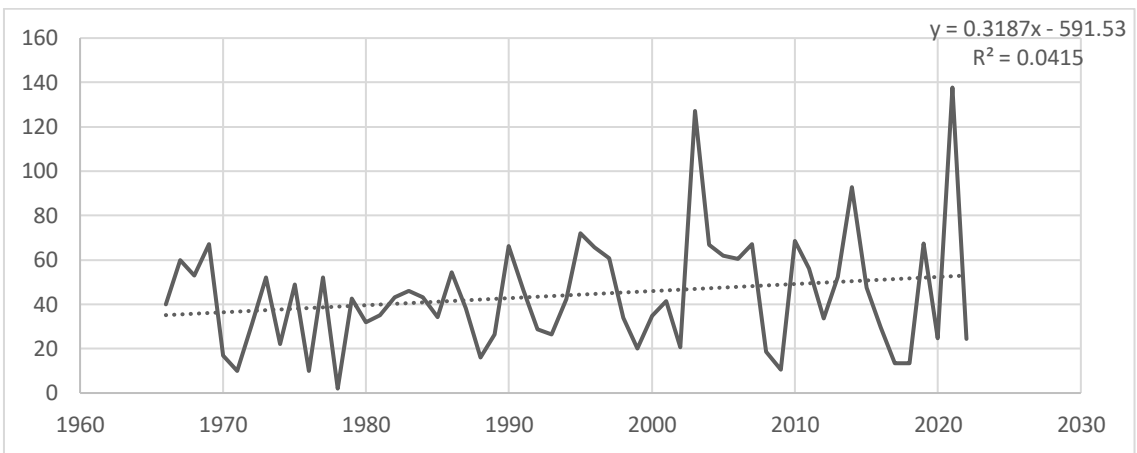


Рисунок 5 – График осадков мая за длинный ряд.

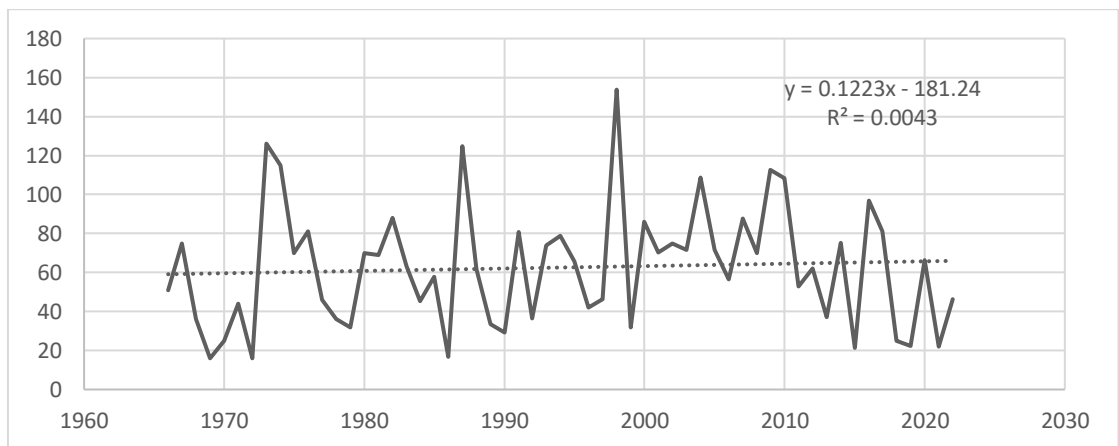


Рисунок 6 – График осадков июня за длинный ряд.

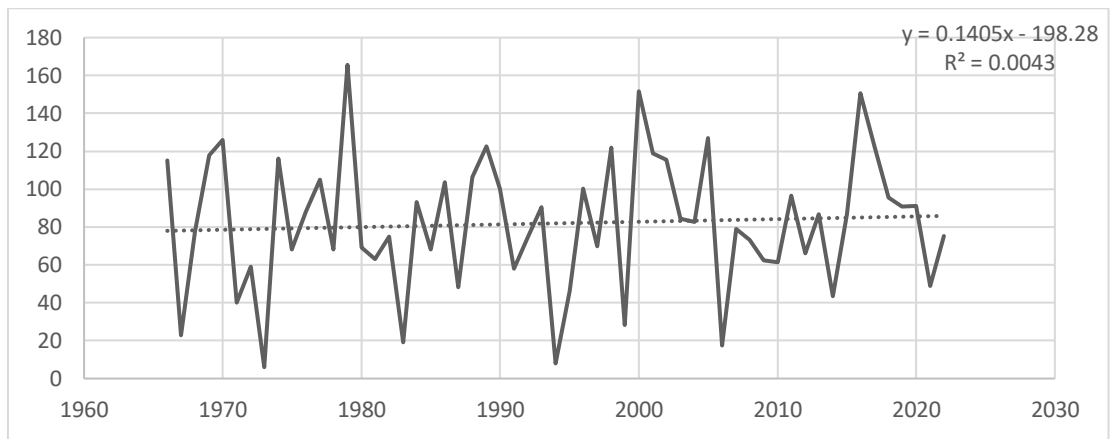


Рисунок 7 – График осадков июля за длинный ряд.

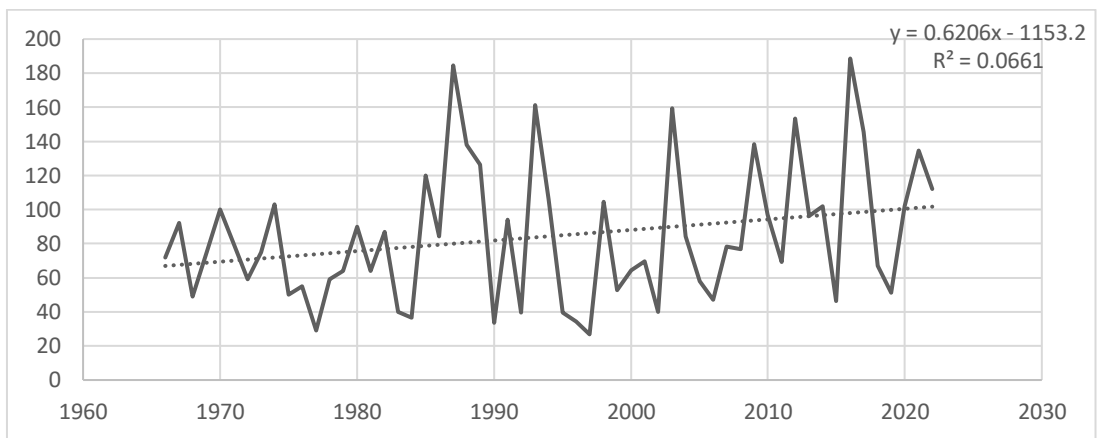


Рисунок 8 – График осадков августа за длинный ряд.

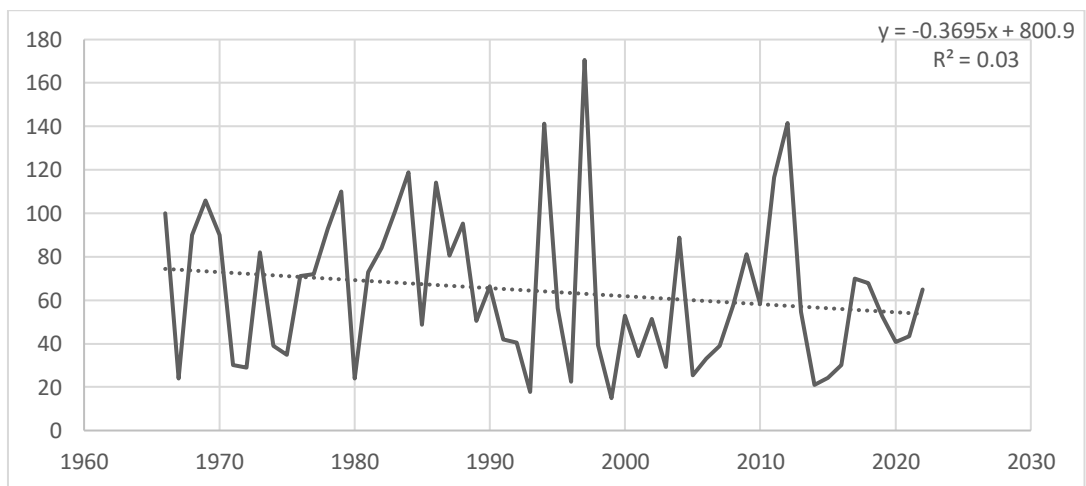


Рисунок 9 – График осадков сентября за длинный ряд.

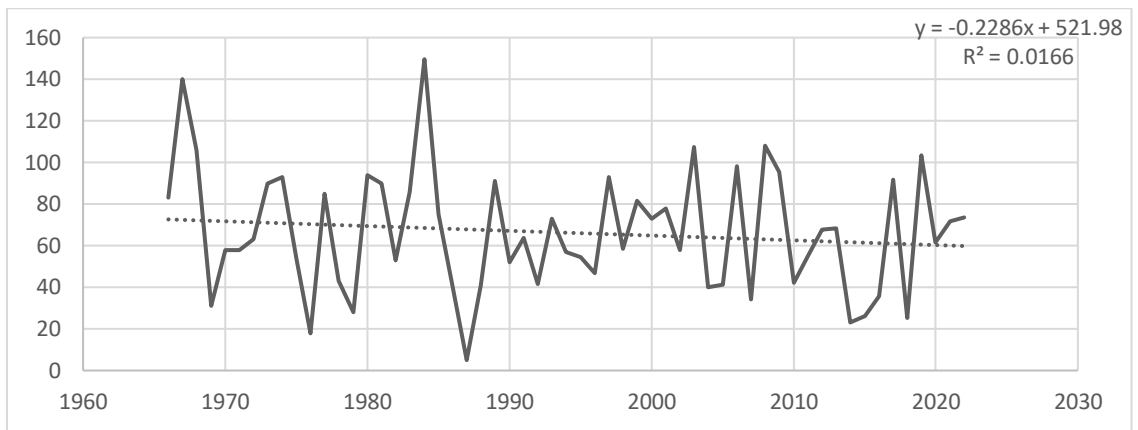


Рисунок 10 – График осадков октября за длинный ряд.

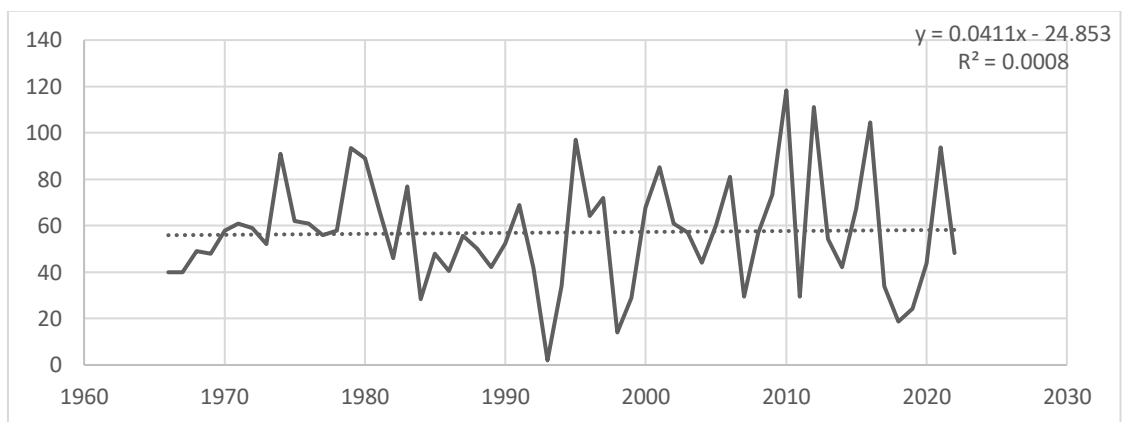


Рисунок 11 – График осадков ноября за длинный ряд.

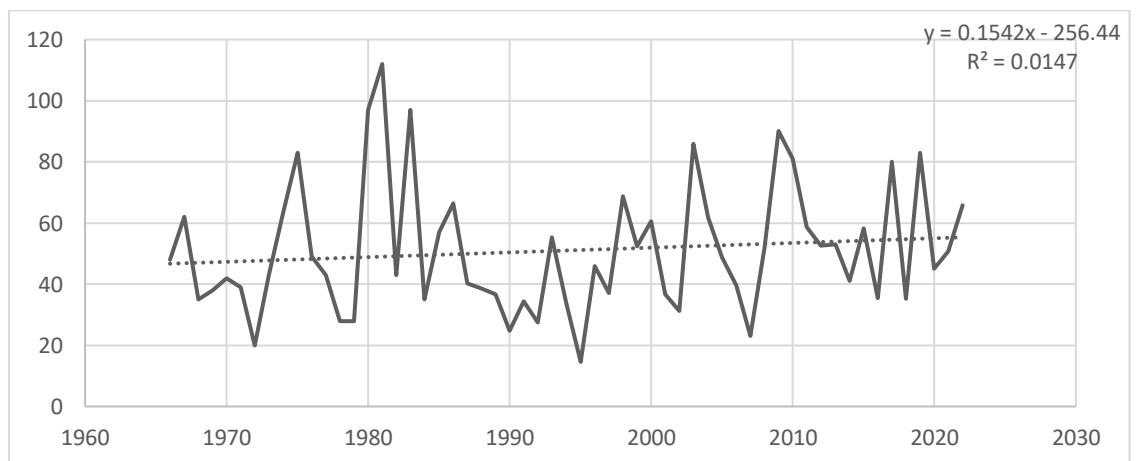


Рисунок 12 – График осадков декабря за длинный ряд.

Приложение Д – Графики осадков за последние 30 лет

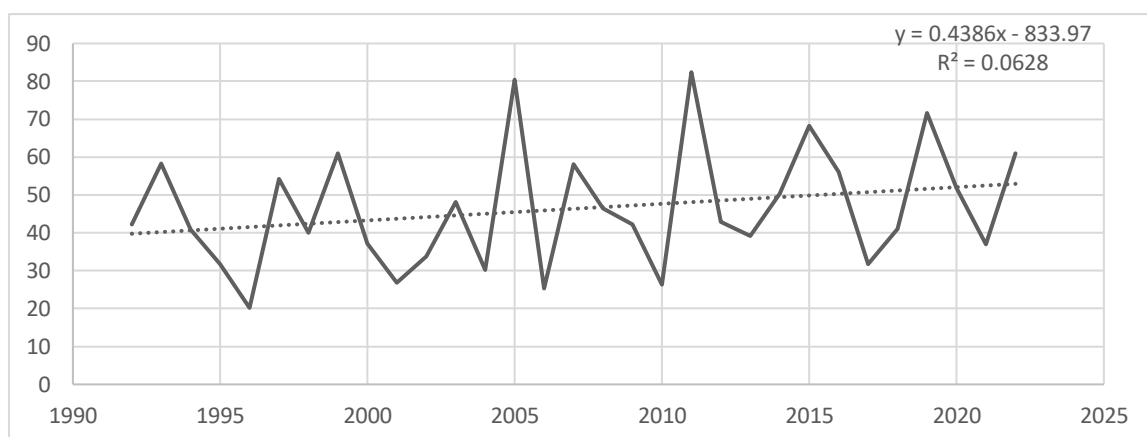


Рисунок 1 – График осадков января за последние 30 лет.

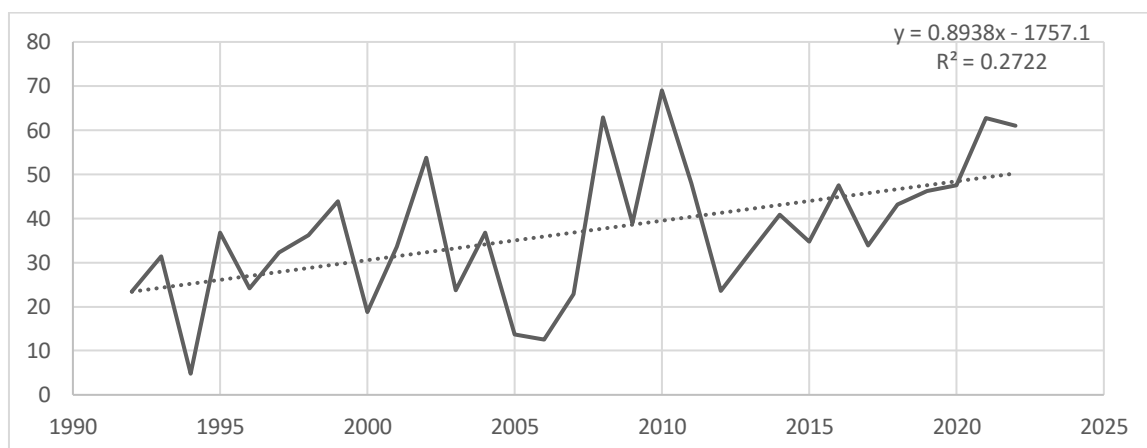


Рисунок 2 – График осадков февраля за последние 30 лет.

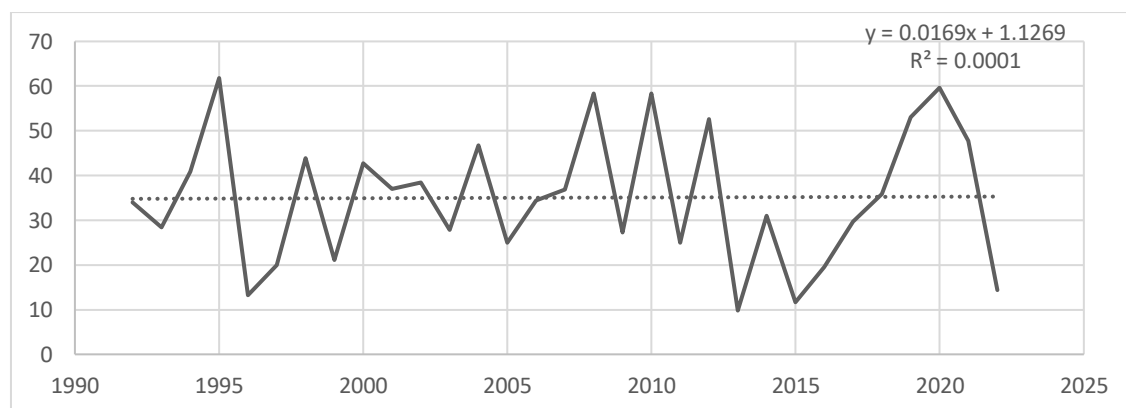


Рисунок 3 – График осадков марта за последние 30 лет.

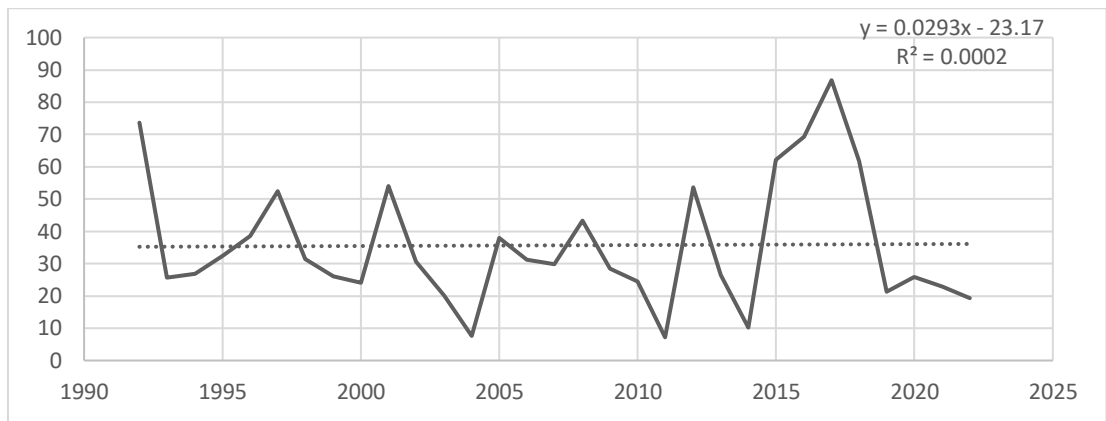


Рисунок 4 – График осадков апреля за последние 30 лет.

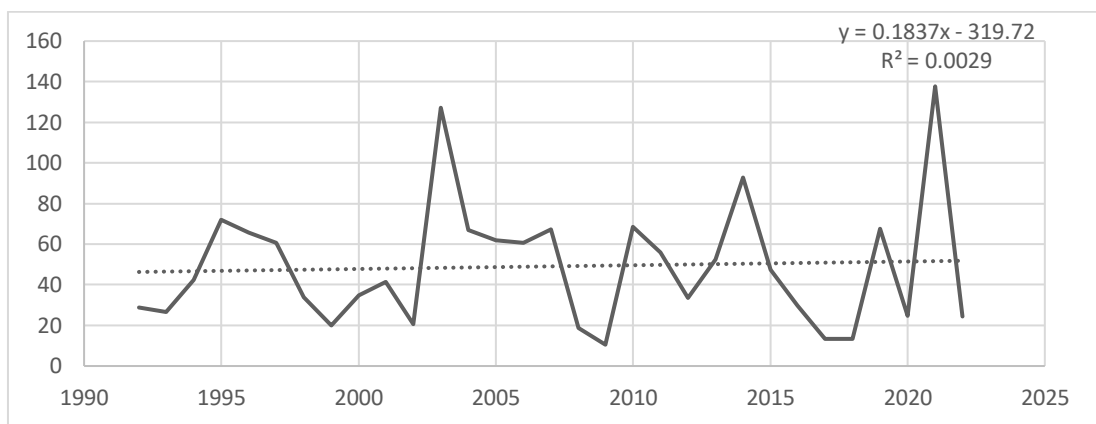


Рисунок 5 – График осадков мая за последние 30 лет.

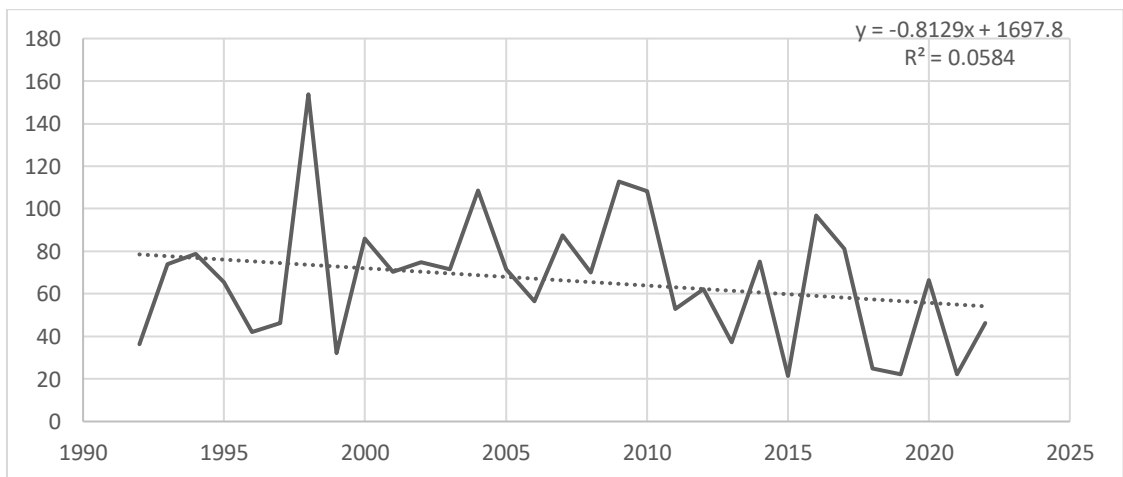


Рисунок 6 – График осадков июня за последние 30 лет.

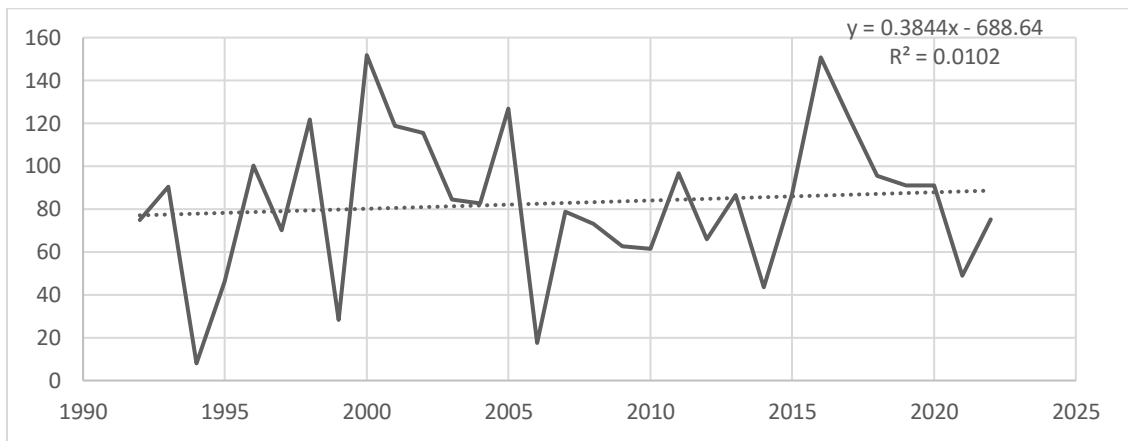


Рисунок 7 – График осадков июля за последние 30 лет.

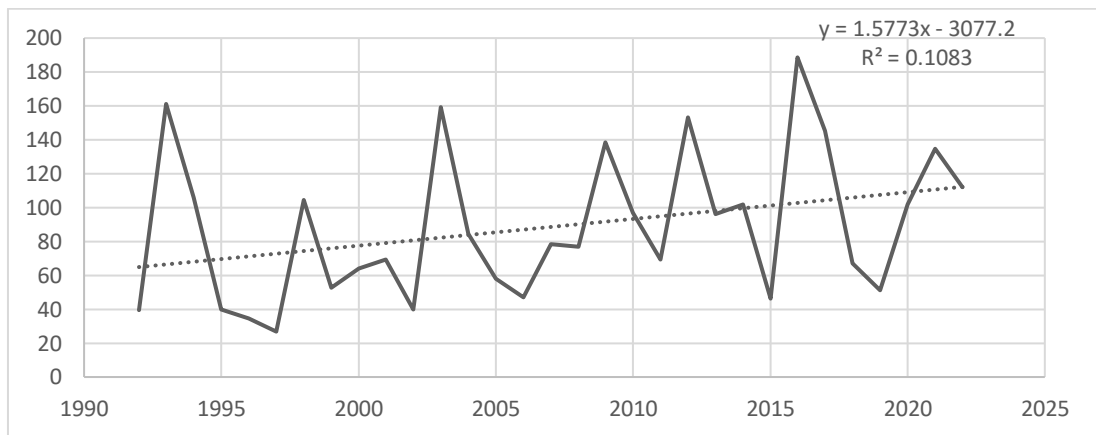


Рисунок 8 – График осадков августа за последние 30 лет.

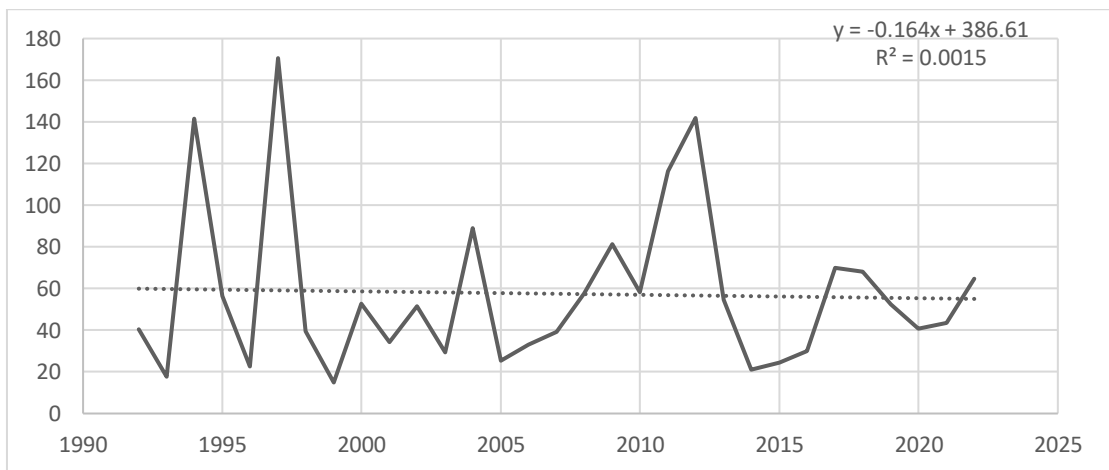


Рисунок 9 – График осадков сентября за последние 30 лет.

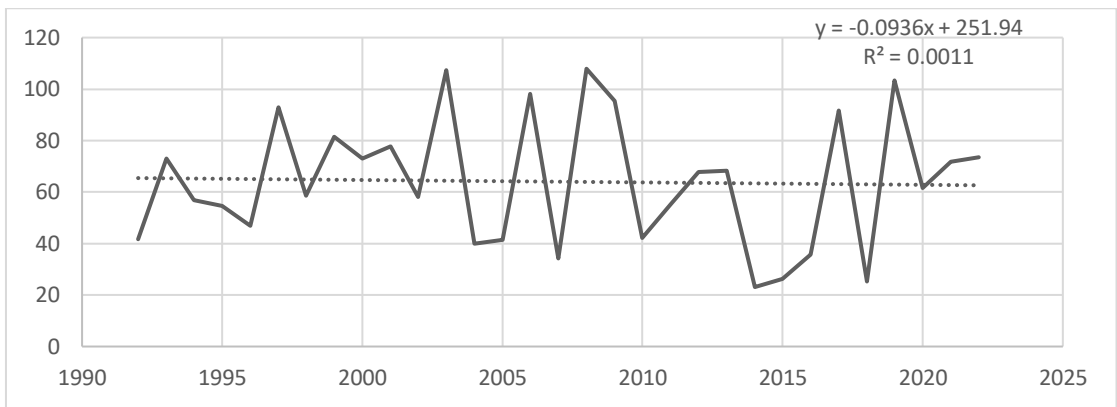


Рисунок 10 – График осадков октября за последние 30 лет.

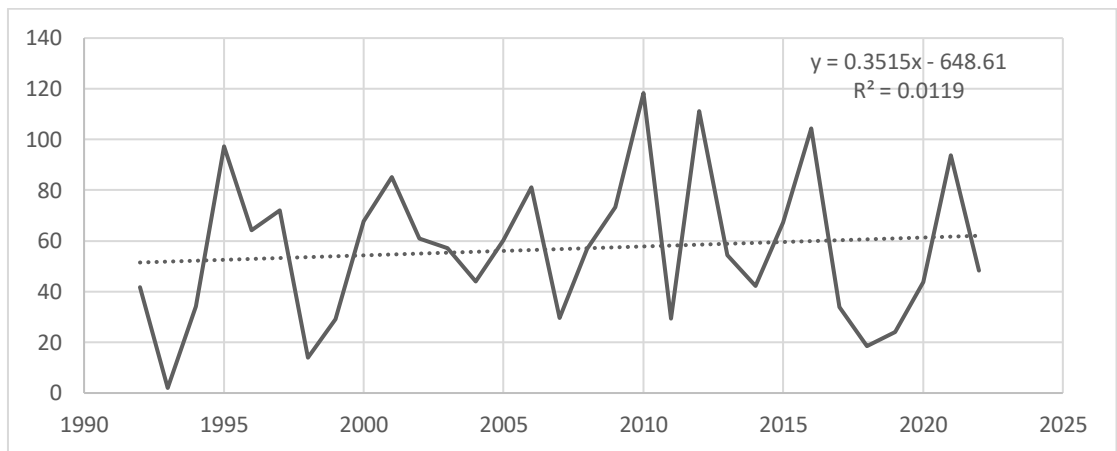


Рисунок 11 – График осадков ноября за последние 30 лет.

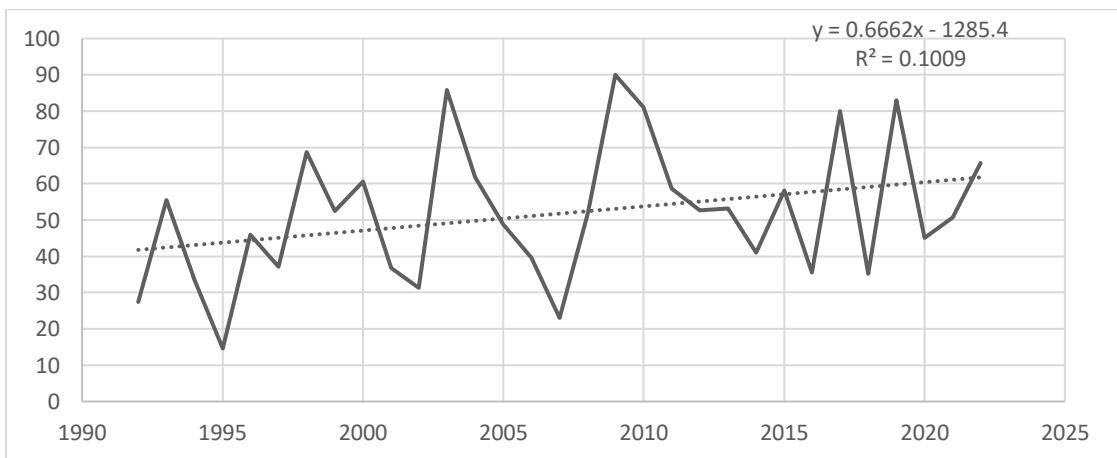


Рисунок 12 – График осадков декабря за последние 30 лет.