



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

Кафедра экспериментальной физики атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Исследование методики выделения во временных рядах
метеорологических величин периодов, благоприятных для сбора
кленового сока»

Исполнитель **Ивановская Марина Витальевна**
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Восканян Карина Левановна
(фамилия, имя, отчество)

« 23 » июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Характеристика клена и его виды	6
1.1 Виды кленов и ареалы его распространения на территории РФ	6
1.2 Как собирают кленовый сок.....	8
1.3 Продукты из кленового сока.....	10
2 Метеорологические параметры, влияющие на сбор кленового сока	12
2.1 Создание архива метеорологических данных для исследования влияния метеорологических факторов на эффективность сбора кленового сока.....	12
2.2 Методика обработки архивных данных для определения благоприятных условий сбора кленового сока	16
3 Анализ результатов, полученных при использовании предложенной методики обработки архивных данных	20
3.1 Анализ временных рядов температуры исследуемых регионов.....	20
3.2 Анализ числа общих переходов через 0 °С для двух сезонов за период с 2020 по 2024 гг. в Воронеже, Тамбове и Курске	25
3.3 Анализ благоприятных весенних периодов для сбора кленового сока за 2020 – 2024 гг. в Воронеже, Тамбове и Курске	39
Заключение	49
Список использованных источников	50

ВВЕДЕНИЕ

Кленовый сок является важным природным продуктом, и имеет широкое использование во многих направлениях, таких как: пищевая промышленность, медицина, народное хозяйство. Так как процесс сбора кленового сока является сельскохозяйственной деятельностью, то для большинства регионов имеет большое культурное и экономическое значение.

Успешный сбор кленового сока, зависит от метеорологических условий, напрямую влияющих на активность сокодвижения. Работа посвящена исследованию методики выделения во временных рядах метеорологических величин периодов, благоприятных для сбора кленового сока.

Актуальность выпускной квалификационной работы заключается в оценке пригодности выбранных регионов для сбора кленового сока в весенний период. Данная оценка связана с анализом ряда ключевых моментов.

1. Климатические изменения

Изменение климатических условий может привести к смещению устоявшихся временных рамок, когда происходят различные природные процессы, включая сокодвижение у кленов. Дальнейшие исследования в данной области могут помочь адаптировать практики сбора сока к новым климатическим условиям.

2. Экономическая целесообразность

Для многих регионов сбор кленового сока может быть весьма прибыльным бизнесом. Доход от продажи кленового сока ежегодный, в

отличие от вырубки деревьев. Например, если срубить сосну или ель в возрасте промышленной спелости в 80 лет, то продажа древесины принесет однократный доход, а продажа кленового сиропа, начиная с 30-40 летнего возраста деревьев, будет приносить ежегодный доход. Оптимизация сроков сбора сока может привести к увеличению объема производства, также будет улучшаться качество продукции.

3. Научные исследования

Появление новых методик анализа временных рядов и обработки метеорологических данных поспособствует расширению научного понимания биологических процессов, связанных с сокодвижением, тем самым выявив новые закономерности.

4. Современные технологии

В современном мире, благодаря внедрению новых технологий, анализирование большого количества данных, становится быстрее, точнее и эффективнее.

5. Польза кленового сока

Во времена популяризации здорового образа жизни большая часть населения не знает о пользе кленового сока. Кленовый сок содержит железо, магний, кальций, калий, фосфор, а также витамины группы В. Кленовый сок помогает в борьбе с воспалениями, укреплении иммунитета, улучшении работы сердца и сосудов [1].

Целью данной работы является исследование и выявление метеорологических параметров, влияющих на благоприятные условия для сбора кленового сока.

Для достижения этих целей были поставлены следующие задачи:

1. Изучить метеорологические условия, при которых возможен сбор

кленового сока.

2. Собрать метеорологические данные для исследования пригодности выбранных регионов для сбора кленового сока.
3. Проанализировать полученные данные и выявить благоприятные периоды в исследуемых регионах.

Выполненная работа состоит из введения, 3 глав и заключения. Текст содержит 51 рисунок, 2 таблицы. Список использованных источников содержит 7 источников.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕНА И ЕГО ВИДЫ

1.1 Виды кленов и ареалы его распространения на территории РФ

Клен – это род древесных растений семейства Сапиндовые, объединяющий порядка 150 видов деревьев и кустарников. Клен широко распространен в умеренных и субтропических регионах Северного полушария, таких как Северная Америка, Азия и Европа. Также различные виды клёнов распространены в Японии и Китае, включая даже декоративные виды.

Канада является мировым лидером в производстве кленового сока и сиропа. Провинция Квебек в Канаде является крупнейшим производителем, представляя 96,4% канадского экспорта продукции. Производители строго следят за качеством, что обеспечивает высокую репутацию на международном рынке [2].

Для России кленовый сок относительно новая и неразвитая тема, и не имеет такой же культурной значимости.

Листья клена имеют разнообразную окраску и форму, меняют цвет в зависимости от сезона, многие виды в осенний период приобретают яркие оттенки. Древесина клена является одной из самых ценных. У клена прямой, мощный и прочный ствол, а сама древесина имеет красивую текстуру, которую используют для изготовления мебели, паркета и других изделий. Также у клена хорошо развита корневая система, крепкие и мощные корни помогают деревьям устойчиво держаться в земле и получать из почвы воду и питательные вещества. Кленам предпочитают хорошо дренированную почву, больше всего для них подходит слабокислая или суглинистая почва с высоким содержанием органических веществ. Клены хорошо растут в

солнечных местах, также солнечный свет необходим для фотосинтеза, который влияет на количество сахаров в клене, тем самым повышается эффективность сокодвижения.

Основные виды клена, подходящие для сбора кленового сока:

1. Клен сахарный

Сахарный клен в основном распространен в восточной и центральной части Северной Америки и Канаде. Сахарный клен предпочитает влажные и плодородные почвы. Также высоко ценится древесина сахарного клена, из которой изготавливают огромное количество различных изделий. Но больше всего сахарный клен ценится своим соком, который собирают в весенний период для производства кленового сиропа. Данный вид клена обладает самым высоким содержанием сахара в соке.

2. Клен черный

Клен черный похож на сахарный клен, и также может использоваться для сбора сока, но его распространенность в отличие от сахарного клена ограничена. В основном этот вид клена встречается в восточной части Северной Америки.

3. Клен остролистный

Данный вид клена тоже используется для сбора кленового сока, но его сладость гораздо ниже, чем у сахарного. Несмотря на это, его распространенность делает его доступным для сбора сока в некоторых регионах. Остролистный клен произрастает в Евразии, Великобритании и США.

4. Клен красный

Из красного клена сок получается не такой сладкий, так как содержание сахара в нем меньше, чем в сахарном клене. Этот вид клена хорошо распространен в южной части Канады и восточной части Северной Америки.

На территории России произрастает около 20 видов клена. Больше всего распространены: остролистный, татарский и ясенелистный. Растут клены в основном в европейской части России и южных регионах [3].

1.2 Как собирают кленовый сок

Сбор кленового сока проводят в весенний период, когда температура днем положительная, а ночью отрицательная, так называемые температурные “качели”, способствуют сокодвижению клена. Для сбора сока в стволе дерева на высоте 1-1,5 метра от земли сверлят одно или два отверстия, глубина отверстия должна быть примерно 4-5 см. В эти отверстия вставляют трубки, по которым сок течет на приемную базу, на аппарат обратного осмоса. Каждый год необходимо использовать новое отверстие для сбора сока, а предыдущее герметично закупоривается. Данная технология много лет разрабатывалась канадцами и является максимально щадящей для деревьев. С одного дерева можно получить от 30 до 60 литров сока, при использовании вакуумной системы сбора.



Рисунок 1.1 – Система сбора кленового сока

Вся система для сбора сока должна быть герметична, чтобы избежать попадания воздуха в трубки и падения давления.



Рисунок 1.2 – Приемная станция с аппаратом обратного осмоса

Чтобы из кленового сока приготовить сироп, его сгущают выпариванием при температуре 104-106 °С. Так как кленовый сок на 95% состоит из воды, то при выпаривании он сильно сокращается в объеме. Для получения 1 литра кленового сиропа требуется около 60 литров сока. Для удаления из сиропа возможных примесей и осадка, после уваривания его профильтровывают через марлю или специальный фильтр. Далее, готовый сироп разливают по стерилизованным бутылкам.

1.3 Продукты из кленового сока

Кленовый сироп используется не только, как самостоятельный десерт, но и широко применяется в качестве ингредиента и добавки в различные продукты.

Вот некоторые продукты, в которых можно использовать кленовый сироп:

1. Кленовый сахар

Для того, чтобы получить кленовый сахар, полученный из кленового сока сироп продолжают уваривать до кристаллизованного состояния. Чаще всего кленовый сахар используют, как замену обычному сахару, добавляя его в чай, кофе, выпечку.

2. Добавка к блюдам

Жители Канады и США на завтрак предпочитают панкейки, вафли, маффины, овсянку и добавляют кленовый сироп, как сладкое дополнение к блюду.

3. Кленовая горчица

Смешивание кленового сиропа с дижонской горчицей создает сладкий и острый соус, который отлично подходит к мясным блюдам и салатам.

4. Леденцы

Из кленового сиропа можно приготовить вкусные леденцы. Для того, чтобы приготовить леденцы необходимо вскипятить сироп, затем вылить его на заранее подготовленный чистый снег, взять деревянную палочку и накрутить на нее леденец [4-6].

2. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СБОР КЛЕНОВОГО СОКА

2.1 Создание архива метеорологических данных для исследования влияния метеорологических факторов на эффективность сбора кленового сока

Для создания архива данных для регионов Воронеж, Тамбов, Курск с сайта “meteo.ru” были взяты данные за период с 2020 по 2024 гг. о температуре минимальной, среднесуточной и максимальной [7].

Географическое расположение выбранных регионов представлено на карте рисунке 2.1.

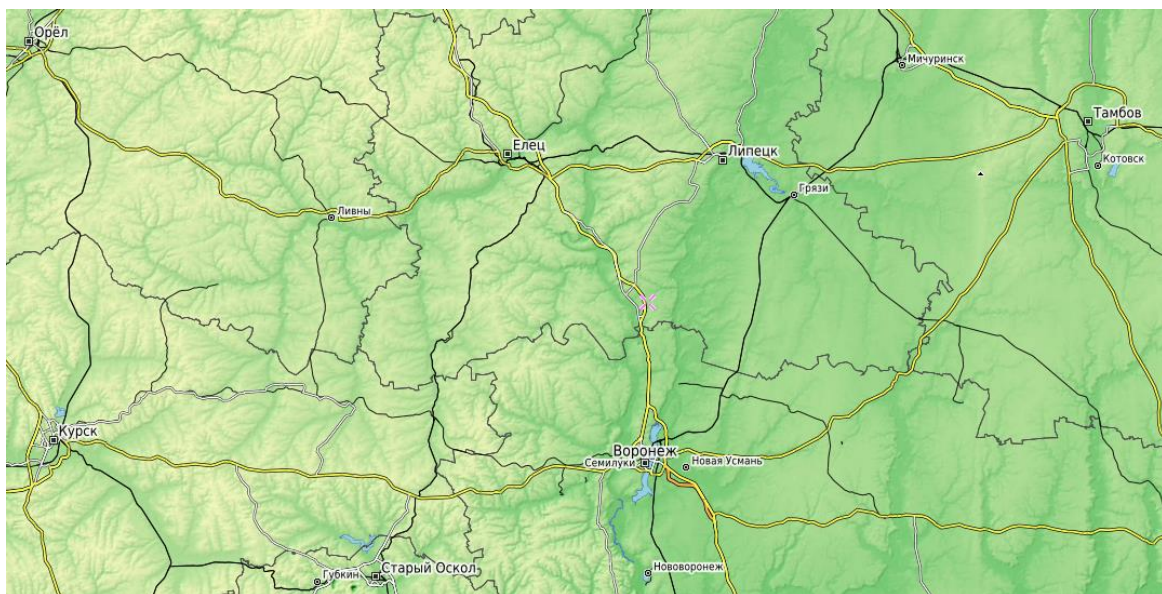


Рисунок 2.1 – Карта расположения Воронежа, Тамбова и Курска

На рисунке 2.2 отображен пример архива данных для региона Воронеж.

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	2020	1	1	-0,3	0,8	2,2
2	2	2020	1	2	-5,5	-2,4	1
3	3	2020	1	3	-0,7	0,3	1,5
4	4	2020	1	4	-1,6	0	2,3
5	5	2020	1	5	0	0,6	1,4
6	6	2020	1	6	-2,2	-1	0,3
7	7	2020	1	7	-2,5	-1,6	-0,3
8	8	2020	1	8	-6,6	-3,6	-1,2
9	9	2020	1	9	-5,7	-3,7	-1
10	10	2020	1	10	-2,6	0,2	1,3
11	11	2020	1	11	-0,9	-0,2	0,8
12	12	2020	1	12	-4,4	-1,7	0,5
13	13	2020	1	13	-5,1	-2,2	0
14	14	2020	1	14	0	0,6	1,3
15	15	2020	1	15	-0,8	0,6	1,8
16	16	2020	1	16	-0,2	0,4	1
17	17	2020	1	17	0,7	1,3	2,8
18	18	2020	1	18	-2,9	0,2	1,8
19	19	2020	1	19	-3,6	-0,9	0,8
20	20	2020	1	20	-4,6	-2,6	0,3
21	21	2020	1	21	0	0,5	0,9
22	22	2020	1	22	0,7	2	3
23	23	2020	1	23	-3,7	-1,7	1,1
24	24	2020	1	24	-8,6	-4,6	-0,9
25	25	2020	1	25	-0,9	1,1	2,2
26	26	2020	1	26	-1,2	0,6	2,2
27	27	2020	1	27	-0,1	1,4	1,8
28	28	2020	1	28	0,1	0,4	1,5
29	29	2020	1	29	-0,4	0,4	1,6
30	30	2020	1	30	0,5	1,7	2,8

Рисунок 2.2 – Архив данных для региона Воронеж

На рисунке 2.3 отображен пример архива данных для региона Тамбов.

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	2020	1	1	-1,3	0,4	1,6
2	2	2020	1	2	-9,3	-4,5	-0,3
3	3	2020	1	3	-1,8	0,1	0,7
4	4	2020	1	4	-1,8	-0,6	0,9
5	5	2020	1	5	-0,3	0,3	1
6	6	2020	1	6	-4,6	-2,3	0,1
7	7	2020	1	7	-5,1	-3,5	-1,4
8	8	2020	1	8	-12,3	-7	-2,7
9	9	2020	1	9	-7	-4,2	-2,4
10	10	2020	1	10	-3	-1,1	0,3
11	11	2020	1	11	-1,7	-0,7	0,1
12	12	2020	1	12	-5,2	-2,7	-1,6
13	13	2020	1	13	-5,5	-2,4	0
14	14	2020	1	14	-1	0,3	1,2
15	15	2020	1	15	-1,6	-0,6	0,2
16	16	2020	1	16	-0,3	0,4	1,2
17	17	2020	1	17	0,4	1	2,1
18	18	2020	1	18	0,4	1	1,7
19	19	2020	1	19	-2,4	-1,1	1,2
20	20	2020	1	20	-4	-2,1	0,3
21	21	2020	1	21	0	0,4	0,8
22	22	2020	1	22	-0,2	1,2	2,3
23	23	2020	1	23	-5,2	-2,6	-0,1
24	24	2020	1	24	-12,8	-7,8	-2,6
25	25	2020	1	25	-2,6	0,6	2
26	26	2020	1	26	-3,9	-0,9	1,7
27	27	2020	1	27	-3,8	0,5	2,8
28	28	2020	1	28	-4,3	-2,1	0,7
29	29	2020	1	29	-1	0,1	1
30	30	2020	1	30	0	1,3	2,9

Рисунок 2.3 – Архив данных для региона Тамбов

На рисунке 2.4 отображен пример архива данных для региона Курск.

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	2020	1	1	-3,4	-0,3	0,8
2	2	2020	1	2	-5,8	-2,8	-0,8
3	3	2020	1	3	-1,4	-0,8	0,1
4	4	2020	1	4	-3,1	-2,3	-1,4
5	5	2020	1	5	-1,4	-0,4	0,7
6	6	2020	1	6	-2	-1,2	0
7	7	2020	1	7	-5,1	-2,9	-0,7
8	8	2020	1	8	-6,6	-3,9	-1,7
9	9	2020	1	9	-4,1	-2,3	-0,4
10	10	2020	1	10	-0,8	-0,3	0,7
11	11	2020	1	11	-0,8	-0,3	0,6
12	12	2020	1	12	-3,8	-2,7	-0,3
13	13	2020	1	13	-2,9	-0,9	0,3
14	14	2020	1	14	-0,3	0,3	0,9
15	15	2020	1	15	-0,3	0,3	2,3
16	16	2020	1	16	-0,6	-0,4	0,3
17	17	2020	1	17	-1,3	0,9	4,1
18	18	2020	1	18	-2,4	-0,7	0,8
19	19	2020	1	19	-3,8	-3,2	0,1
20	20	2020	1	20	-4,1	-1,9	0
21	21	2020	1	21	-0,9	-0,3	0,3
22	22	2020	1	22	0,2	1,6	2,6
23	23	2020	1	23	-4,6	-2,7	0,7
24	24	2020	1	24	-6,3	-3,2	-0,6
25	25	2020	1	25	-0,8	0,4	1,4
26	26	2020	1	26	-1,5	0,1	1,5
27	27	2020	1	27	-0,4	0,5	1,1
28	28	2020	1	28	-1,2	-0,7	-0,3
29	29	2020	1	29	-1,2	0,2	1,2
30	30	2020	1	30	-0,3	0,6	2,3

Рисунок 2.4 – Архив данных для региона Курск

2.2 Методика обработки архивных данных для определения благоприятных условий сбора кленового сока

Для обработки архивных данных использовалась программа “Сок”. Автор данной программы доктор физ. – мат. наук, профессор кафедры ЭФА Кузнецов А.Д. Программа “Сок” работает с помощью записанного макроса и предназначена для выделения периодов, когда в течение суток температура менялась от положительных значений до отрицательных. Для работы программы необходимо загрузить в Excel архив данных, отображенный на рисунке 2.5, включающий в себя информацию о времени и метеорологическую: год, месяц, день, минимальную, среднесуточную и максимальную температуру.

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1995	1	1	1.8	2.6	3.6
2	2	1995	1	2	-2.6	0.2	2
3	3	1995	1	3	-9.3	-5.2	-2.2
4	4	1995	1	4	-12	-5.2	0.3
5	5	1995	1	5	-1.4	-0.2	1.1
6	6	1995	1	6	-9.1	-6.5	-1.2
7	7	1995	1	7	-11.2	-9.3	-7.7
8	8	1995	1	8	-11.5	-6.5	-3.5
9	9	1995	1	9	-4.6	-2.3	0
10	10	1995	1	10	-4.1	-1.9	-0.7

Рисунок 2.5 – Временная и метеорологическая информация

На рисунке 2.6 отображен процесс работы программы, которая автоматически определяет длину файла с исходными данными, даты начала и конца имеющихся данных, общее число переходов суточной температуры

через 0 °С и отдельно число весенних переходов с 01.03 по 01.07 для каждого года.

R	S	T	U
Временной	промежуток =>	1990.0101	1995.1231
Размер	файла =>	2191	
Число	переходов =>	419	
Переходы	с 01.03	по 01.07 =>	142

Рисунок 2.6 – Пример представления выходной информации

На рисунке 2.7 отображена расшифровка выходной информации временных рядов.

Колонка А	№ п/п		
Колонка В	Год		
Колонка С	Месяц		
Колонка D	День		
Колонка Е	Т мин [С]		
Колонка F	Т сред [С]		
Колонка G	Т макс [С]		
Колонка H	Индикатор		
Колонка I	Порядк. номер	перехода	в файле
Колонка J	Порядк. номер	в каждом	переходе
Колонка K	dT = Т макс -	Т мин	[С]
Колонка L	Дата перехода:	Год+Месяц/100	+День/10000
Колонка M	Накоп.сумма	мин.	температур
Колонка N	Накоп.сумма	сред.	температур
Колонка O	Накоп.сумма	макс.	температур
Колонки P и Q	=> Данные	с 01.03	по 01.07.
Колонка P:	Порядк. номер	в каждом	переходе
Колонка Q:	Дата перехода:	Год+Месяц/100	+День/10000

Рисунок 2.7 – Расшифровка информации

На рисунке 2.8 отображается общий вид входной и выходной информации. Колонка “H” содержит значение индикатора перехода температуры через 0 °C. Колонка “L” отображает дату перехода, если он наблюдался. В колонке “J” отображается длительность серии переходов. Колонка “I” показывает порядковый номер дня в году, когда произошел переход. В колонке “K” показан размах суточного изменения температуры при каждом переходе через 0 °C.

E	F	G	H	I	J	K	L
-4.6	-2.1	-0.9	0				
-6.4	-5	-4.1	0				
-14.2	-11.3	-6.2	0				
-15.4	-11.6	-7.5	0				
-8.6	-2.9	0.1	1	5	1	8.7	1990.0105
-1.3	-0.6	0.3	1	6	2	1.6	1990.0106
-1.9	-1.2	-0.5	0				
-0.5	1	1.9	1	8	1	2.4	1990.0108
-1.7	0	1.4	1	9	2	3.1	1990.0109
-0.6	0.4	0.9	1	10	3	1.5	1990.0111
-12.6	-4.7	0.7	1	11	4	13.3	1990.0111

Рисунок 2.8 – Пример представления выходной информации

3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕДЛОЖЕННОЙ МЕТОДИКИ ОБРАБОТКИ АРХИВНЫХ ДАННЫХ

3.1 Анализ временных рядов температуры исследуемых регионов

Для исследования временных периодов, благоприятных для сбора кленового сока были исследованы климатические особенности трех городов: Воронежа, Тамбова и Курска.

На рисунке 3.1 изображены временные ряды минимальной, средней и максимальной температуры воздуха в Воронеже за период с 2020 по 2024 гг.

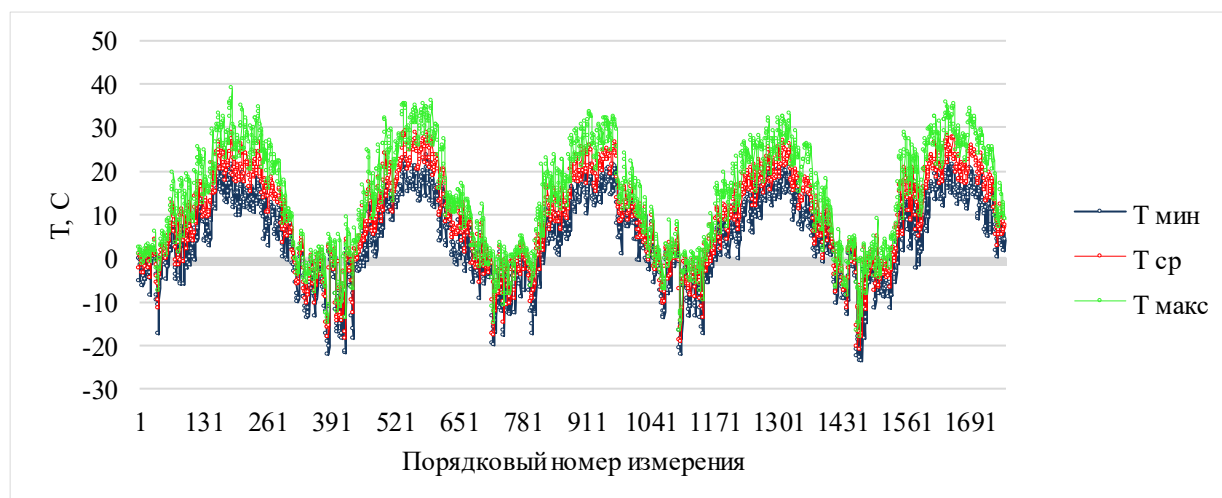


Рисунок 3.1 – Временные ряды минимальной, средней и максимальной суточной температуры воздуха в Воронеже за период с 2020 по 2024 гг.

На рисунке 3.2 представлены временные ряды минимальной, средней и максимальной температуры воздуха в Тамбове за период с 2020 по 2024 гг.

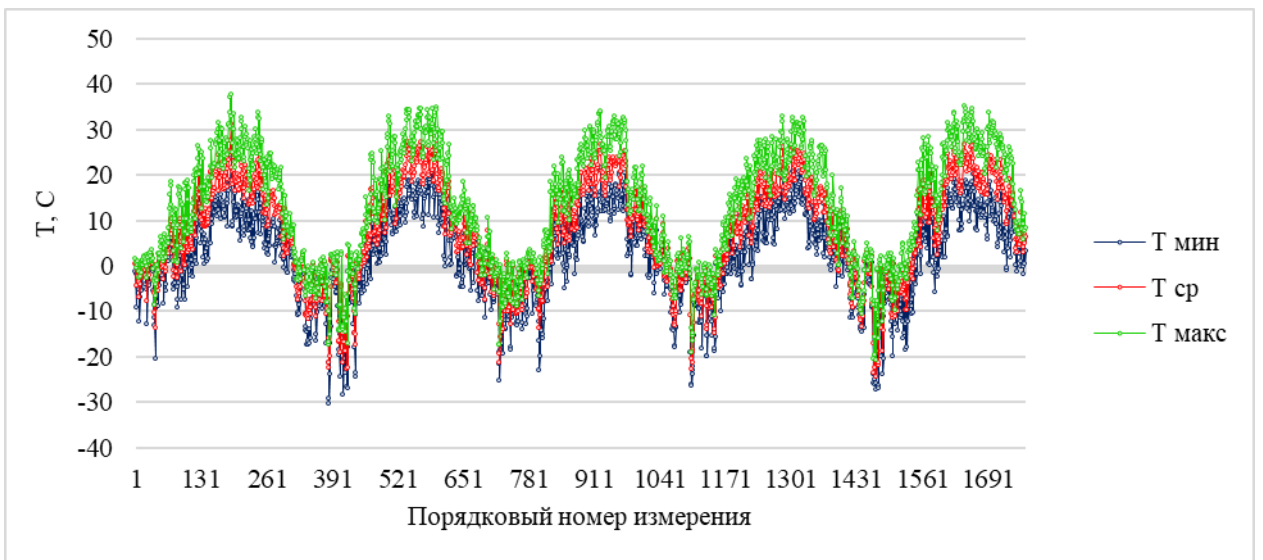


Рисунок 3.2 – Временные ряды минимальной, средней и максимальной суточной температуры воздуха в Тамбове за период с 2020 по 2024 гг.

На рисунке 3.3 представлены временные ряды минимальной, средней и максимальной температуры воздуха в Курске за период с 2020 по 2024 гг.

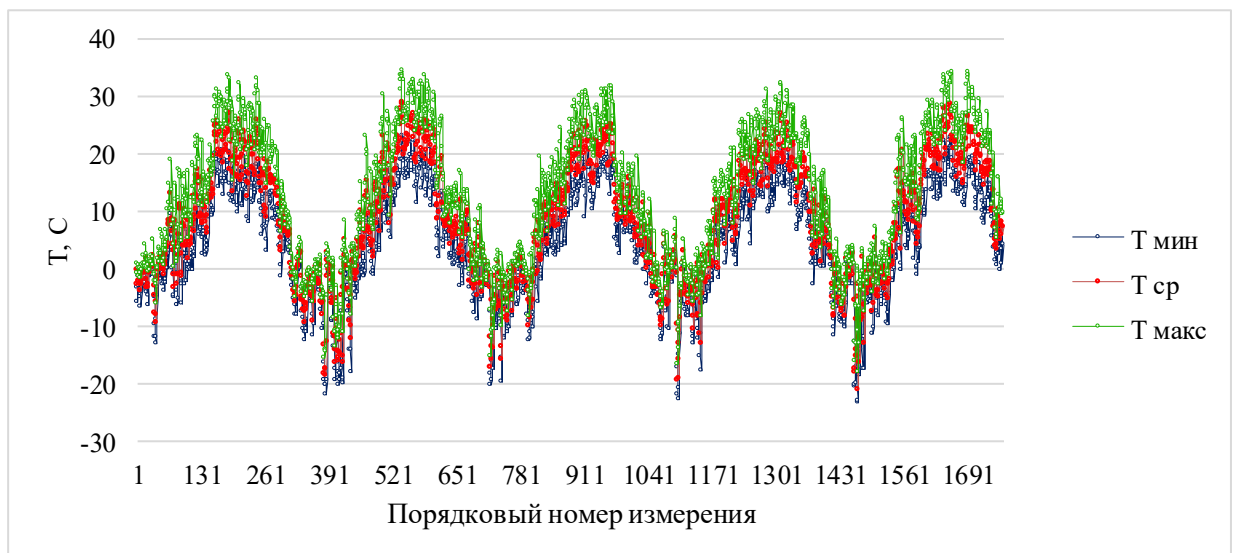


Рисунок 3.3 – Временные ряды минимальной, средней и максимальной суточной температуры воздуха в Курске за период с 2020 по 2024 гг.

На графиках рисунок 3.1 – 3.3 отчетливо прослеживается годовой ход температуры.

На рисунке 3.4 отображается минимальная температура воздуха в выбранных для исследования городах за период с 2020 по 2024 гг. По графику можно увидеть, что в Тамбове минимальная суточная температура воздуха ниже, чем в Воронеже и Курске.

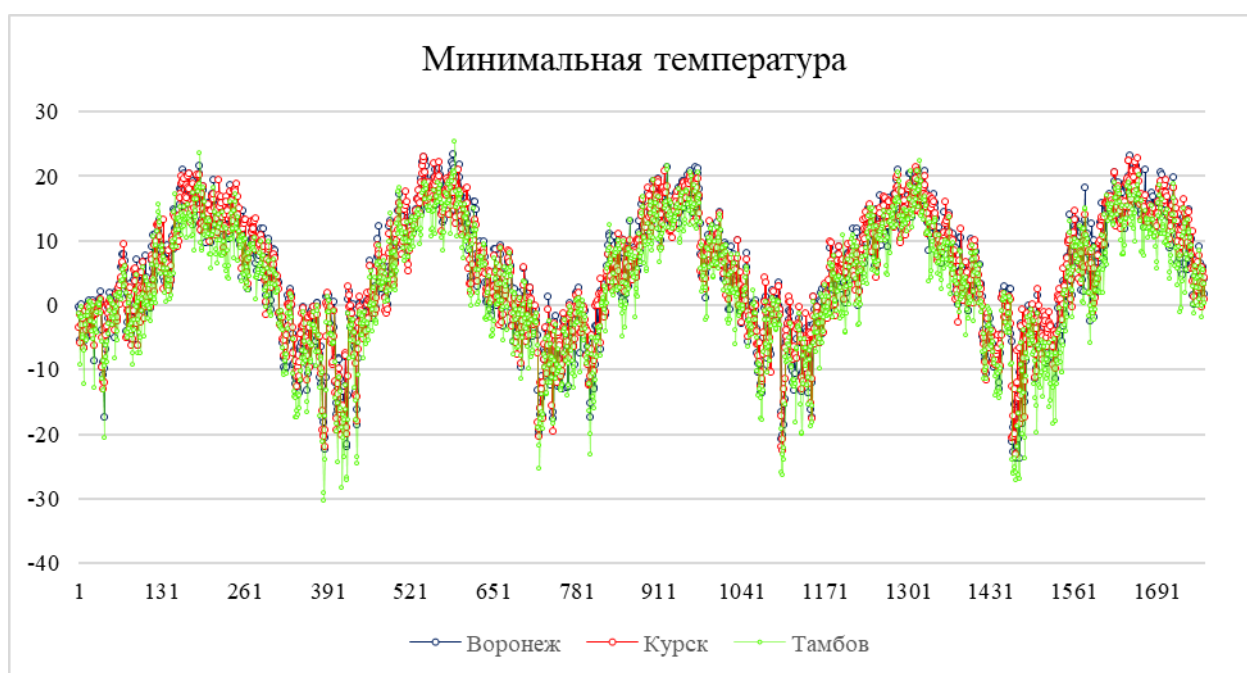


Рисунок 3.4 – минимальная температура воздуха на трех станциях за период с 2020 по 2024 гг.

На рисунке 3.4 также хорошо прослеживается годовой ход и видны характерные выбросы минимальной температуры, которые в ряде случаев достигают -30°C .

На рисунке 3.5 отображается максимальная температура воздуха в выбранных для исследования городах за период с 2020 по 2024 гг. По графику

видно, что во всех выбранных для исследования городах максимальная суточная температура воздуха повторяет ход минимальной температуры.

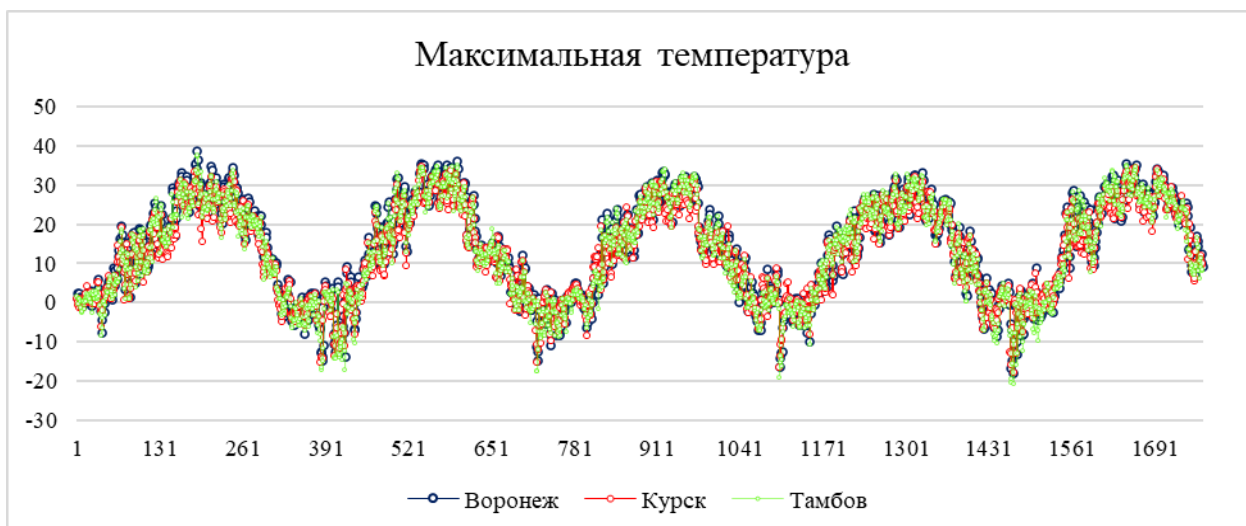


Рисунок 3.5 – Максимальная температура воздуха на трех станциях за период с 2020 по 2024 гг.

На графике рисунок 3.6 отображается минимальная температура воздуха в выбранных для исследования городах за 2021 г. По графику мы можем определить, что в Тамбове минимальная суточная температура воздуха в течение года ниже, чем в других городах.

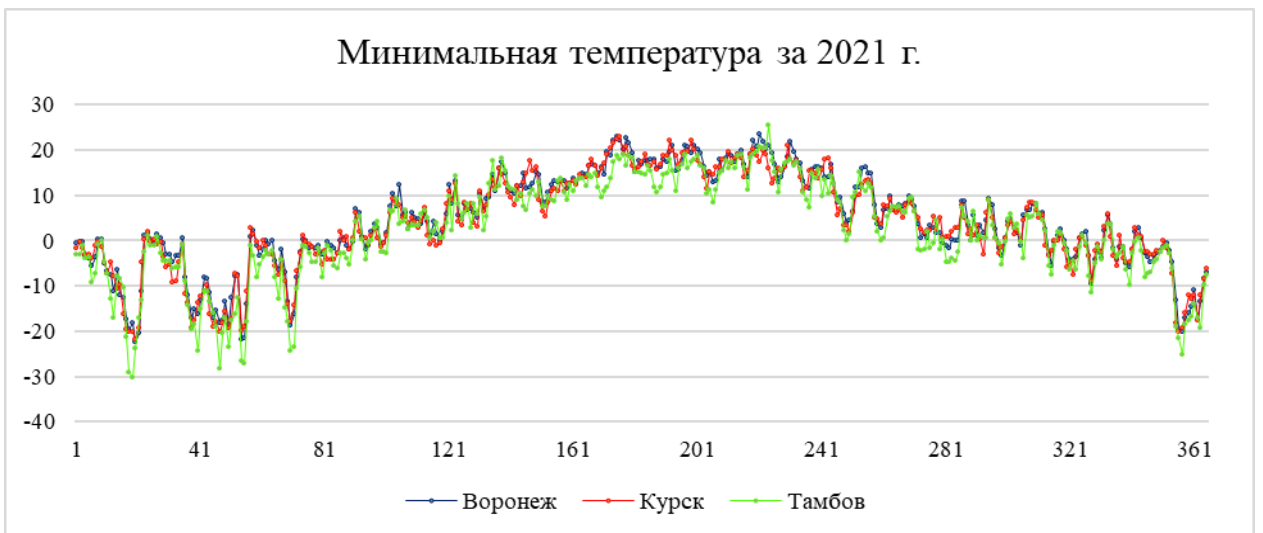


Рисунок 3.6 – Минимальная температура воздуха
на трех станциях за 2021 г.

На рисунке 3.7 отображается максимальная температура воздуха в выбранных для исследования городах за 2021 г. По графику видно, что максимальная суточная температура воздуха практически одинаковая во всех выбранных городах.

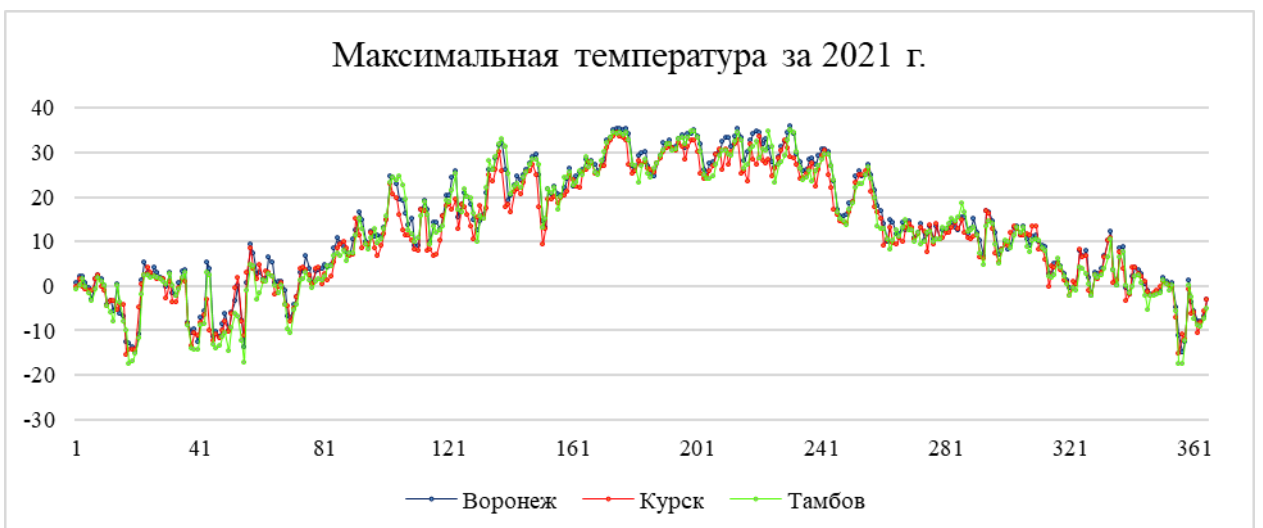


Рисунок 3.7 – Максимальная температура воздуха
на трех станциях за 2021 г.

3.2 Анализ числа общих переходов через 0 °С для двух сезонов за период с 2020 по 2024 гг. в Воронеже, Тамбове и Курске

Данный график рисунок 3.8 показывает распределение значений индикатора перехода за период с 2020 по 2024 гг. в Воронеже. На графике видно, что переход температуры из минусовой в плюсовую происходит в весенний и осенний период.

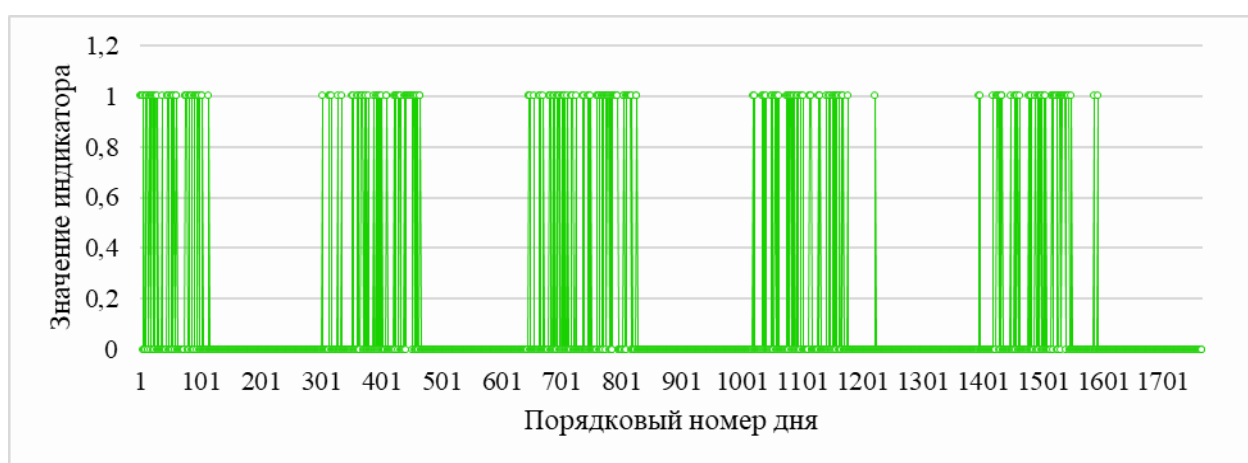


Рисунок 3.8 – Распределение значений индикатора перехода в Воронеже за период с 2020 по 2024 гг.

Данный график на рисунке 3.9 показывает распределение значений индикатора перехода за период с 2020 по 2024 гг. в Тамбове. На графике видно, что переход температуры из минусовой в плюсовую также происходит в весенний и осенний период и таких переходов много.

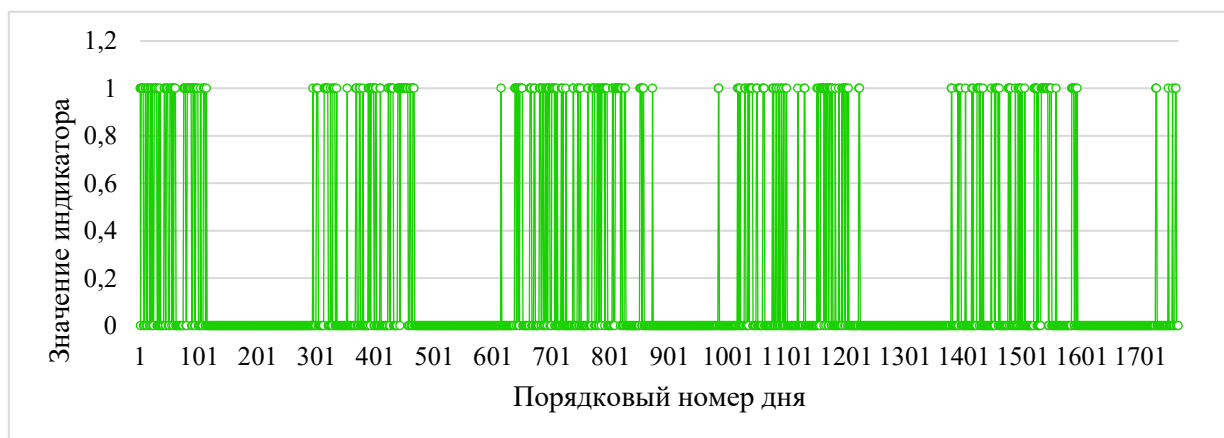


Рисунок 3.9 – Распределение значений индикатора перехода в Тамбове за период с 2020 по 2024 гг.

Данный график на рисунке 3.10 показывает распределение значений индикатора перехода за период с 2020 по 2024 гг. в Курске. На графике видно, что переход температуры из минусовой в плюсовую происходит в весенний и осенний период.

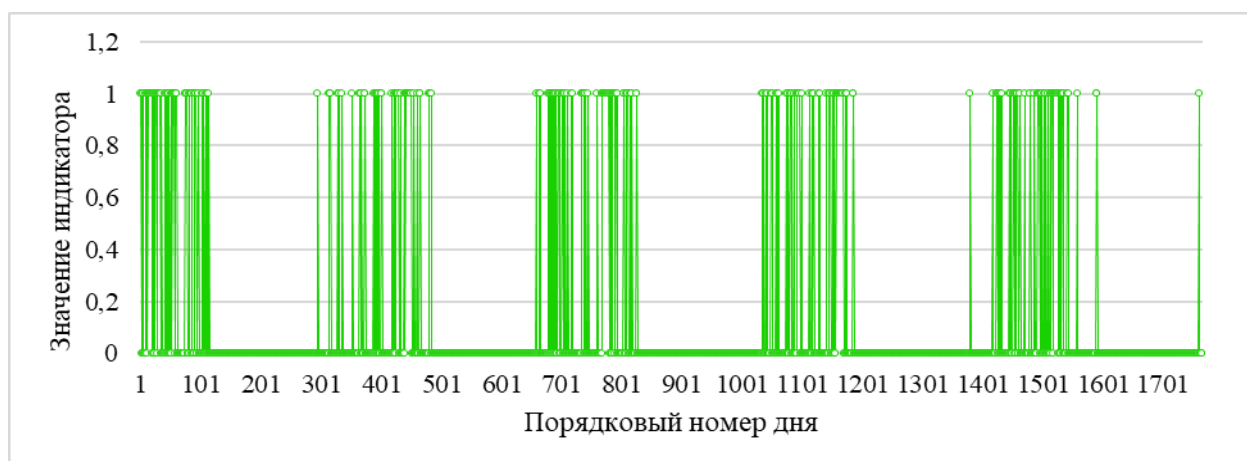


Рисунок 3.10 – Распределение значений индикатора перехода в Курске за период с 2020 по 2024 гг.

Далее разберем графики распределения значений индикатора перехода на каждой выбранной для исследования станции за каждый год отдельно.

На данном графике рисунок 3.11 изображено распределение значений индикатора в Воронеже. За весь 2020 год произошло 58 переходов температуры, из которых 20 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

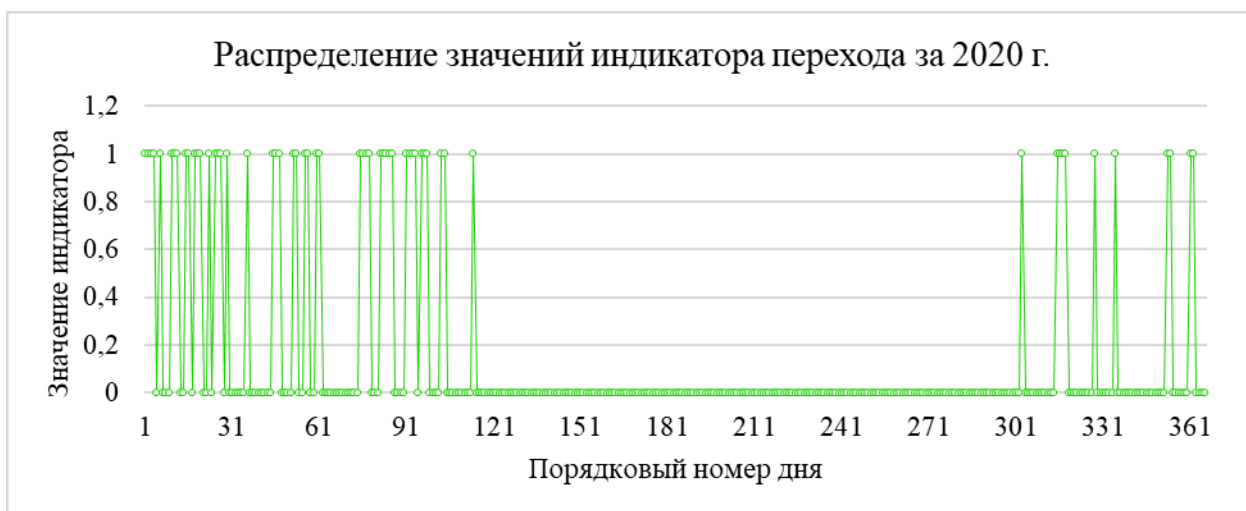


Рисунок 3.11 – Распределение значений индикатора перехода в Воронеже за 2020 г.

На данном графике на рисунке 3.12 изображено распределение значений индикатора в Тамбове. За весь 2020 год произошло 75 переходов температуры, из которых 25 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

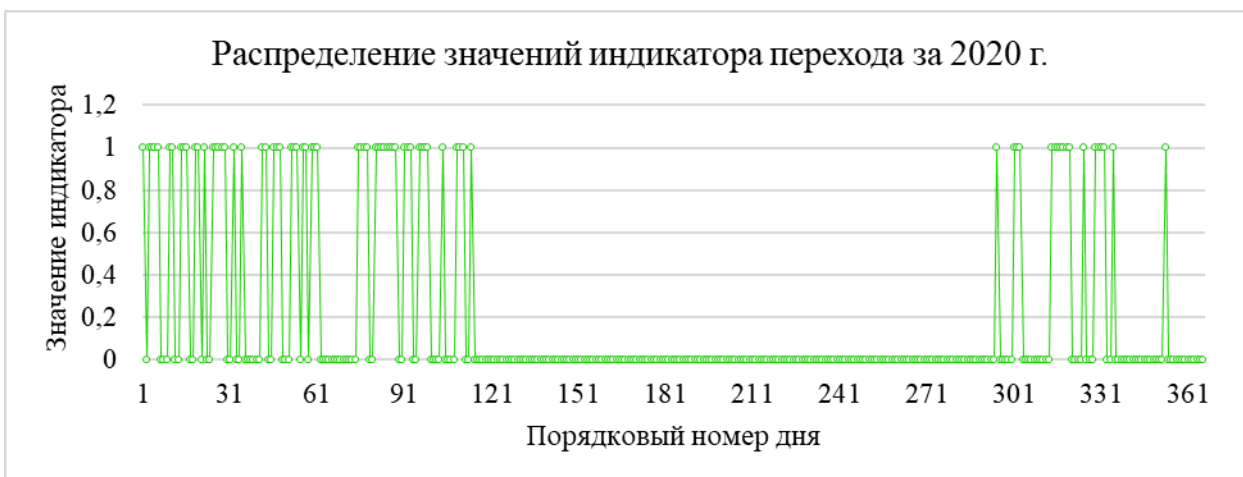


Рисунок 3.12 – Распределение значений индикатора перехода в Тамбове за 2020 г.

На данном графике на рисунке 3.13 изображено распределение значений индикатора в Курске. За весь 2020 год произошло 65 переходов температуры, из которых 20 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

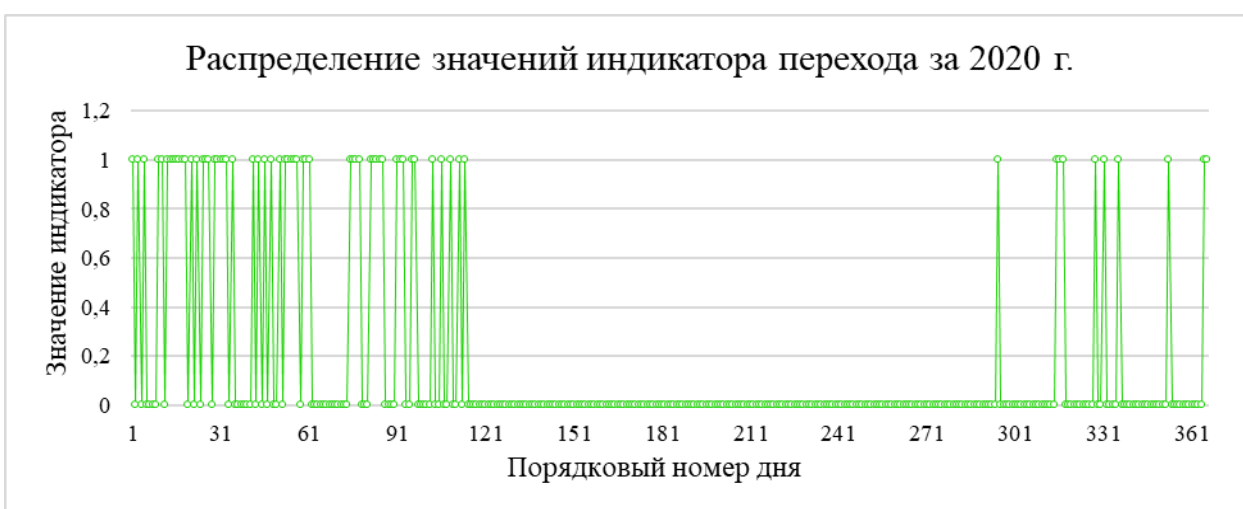


Рисунок 3.13 – Распределение значений индикатора перехода в Курске за 2020 г.

На данном графике на рисунке 3.14 изображено распределение значений индикатора в Воронеже. За весь 2021 год произошло 69 переходов температуры, из которых 26 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

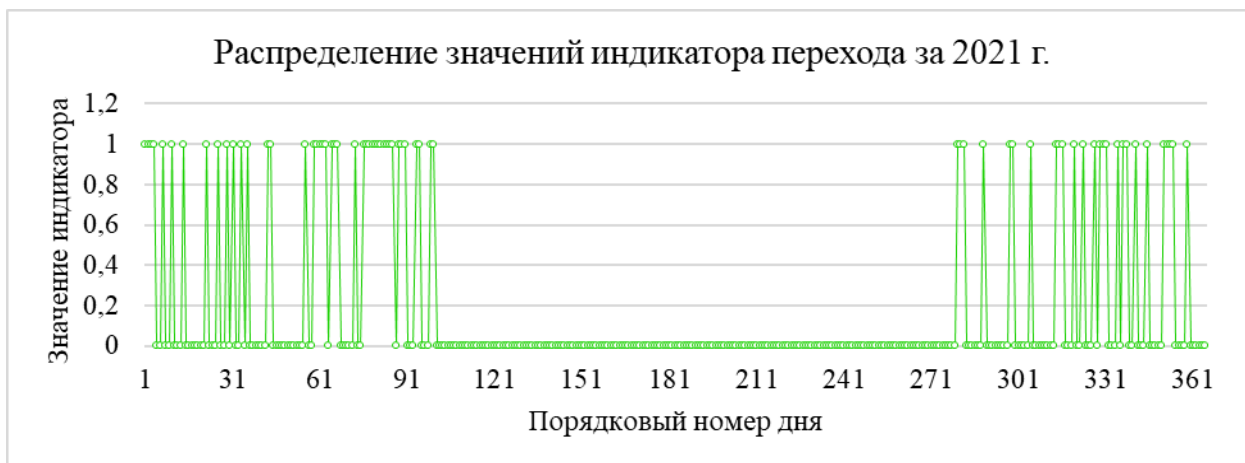


Рисунок 3.14 – Распределение значений индикатора перехода в Воронеже за 2021 г.

На данном графике на рисунке 3.15 изображено распределение значений индикатора в Тамбове. За весь 2021 год произошло 85 переходов температуры, из которых 27 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.



Рисунок 3.15 – Распределение значений индикатора перехода
в Тамбове за 2021 г.

На данном графике на рисунке 3.16 изображено распределение значений индикатора в Курске. За весь 2021 год произошел 61 переход температуры, из которых 26 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

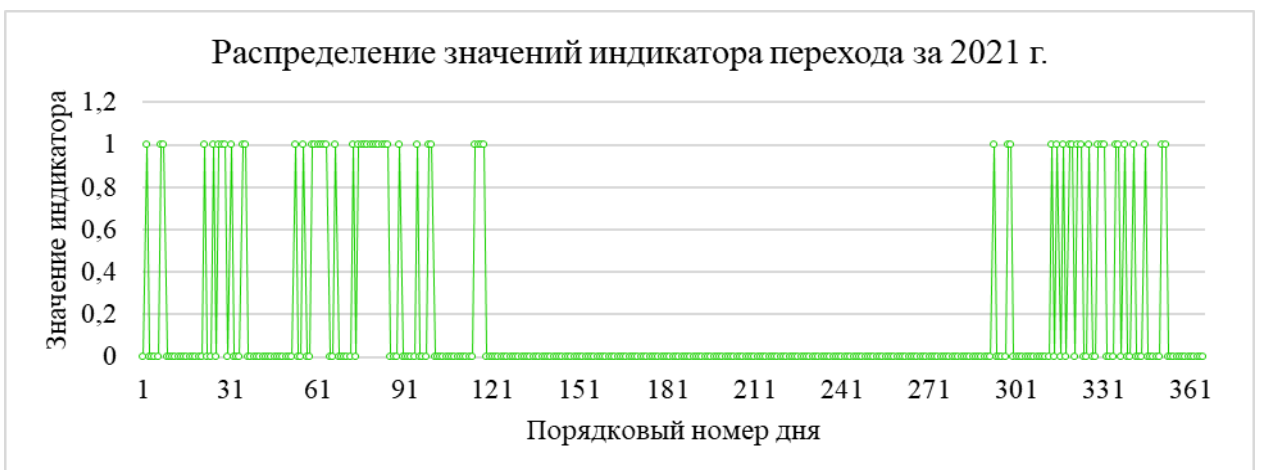


Рисунок 3.16 – Распределение значений индикатора перехода
в Курске за 2021 г.

На данном графике на рисунке 3.17 изображено распределение значений индикатора в Воронеже. За весь 2022 год произошло 67 переходов температуры, из которых 17 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

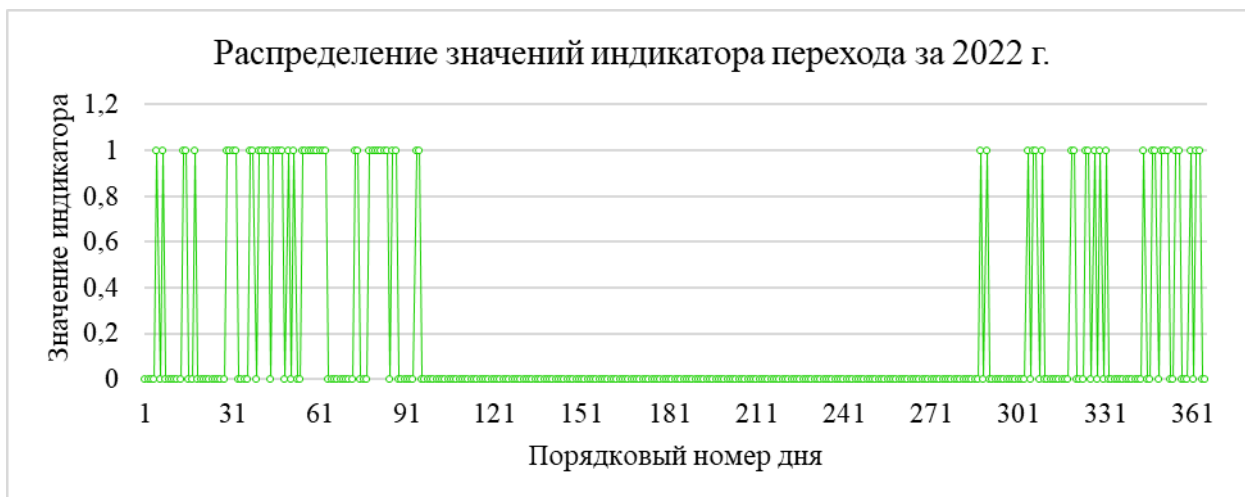


Рисунок 3.17 – Распределение значений индикатора перехода в Воронеже за 2022 г.

На данном графике на рисунке 3.18 изображено распределение значений индикатора в Тамбове. За весь 2022 год произошло 74 перехода температуры, из которых 25 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

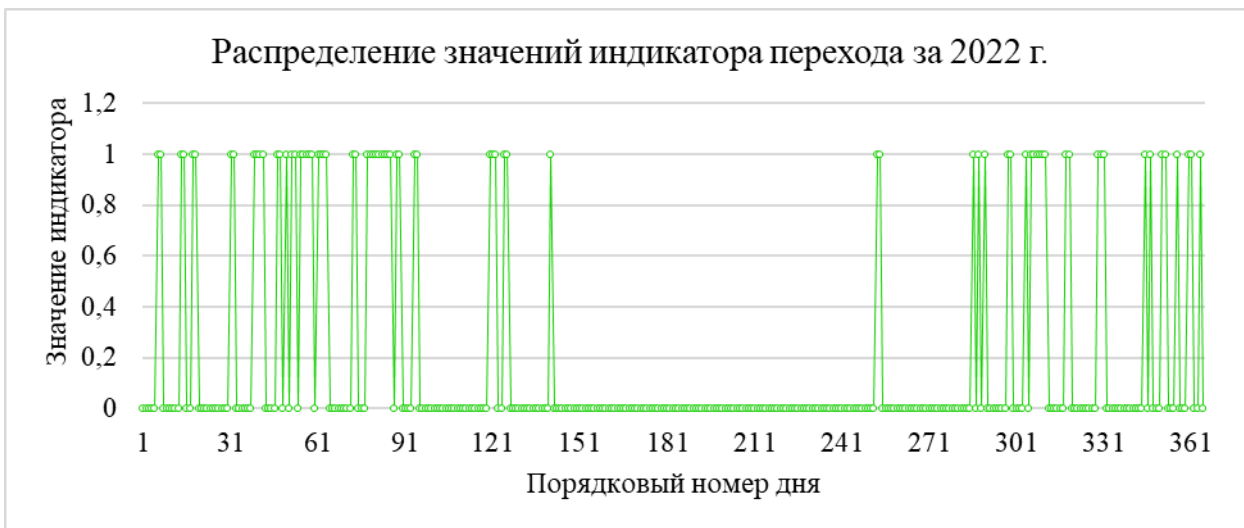


Рисунок 3.18 – Распределение значений индикатора перехода в Тамбове за 2022 г.

На данном графике на рисунке 3.19 изображено распределение значений индикатора в Курске. За весь 2022 год произошло 60 переходов температуры, из которых 13 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

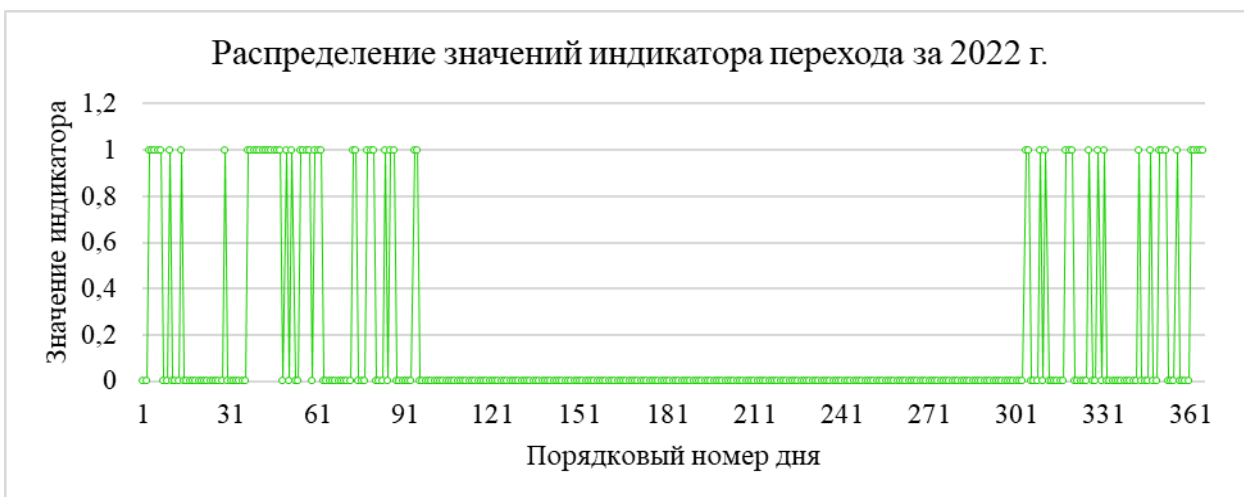


Рисунок 3.19 – Распределение значений индикатора перехода в Курске за 2022 г.

На данном графике на рисунке 3.20 изображено распределение значений индикатора в Воронеже. За весь 2023 год произошло 44 перехода температуры, из которых 10 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.



Рисунок 3.20 – Распределение значений индикатора перехода в Воронеже за 2023 г.

На данном графике на рисунке 3.21 изображено распределение значений индикатора в Тамбове. За весь 2023 год произошло 57 переходов температуры, из которых 28 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

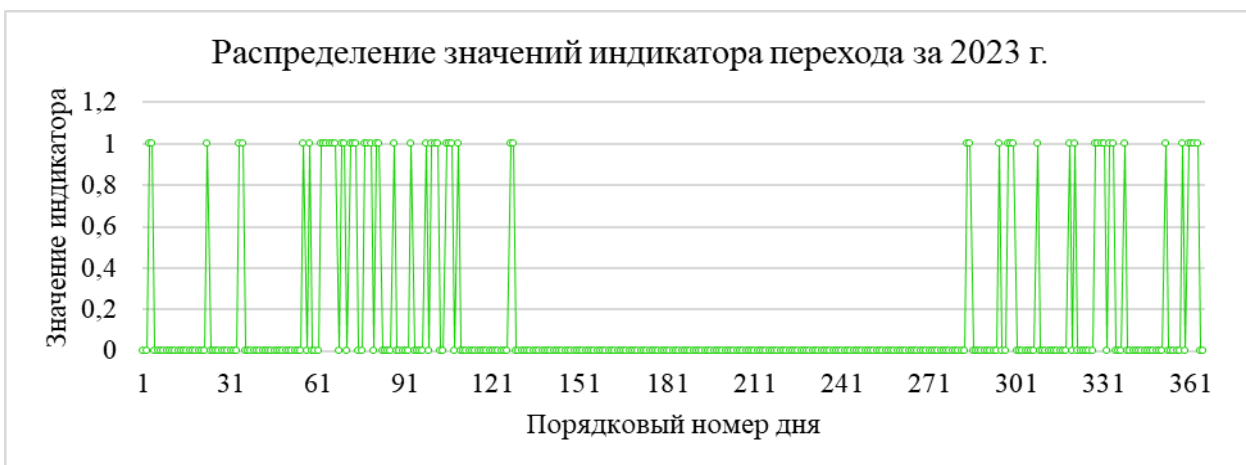


Рисунок 3.21 – Распределение значений индикатора перехода в Тамбове за 2023 г.

На данном графике на рисунке 3.22 изображено распределение значений индикатора в Курске. За весь 2023 год произошло 48 переходов температуры, из которых 18 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

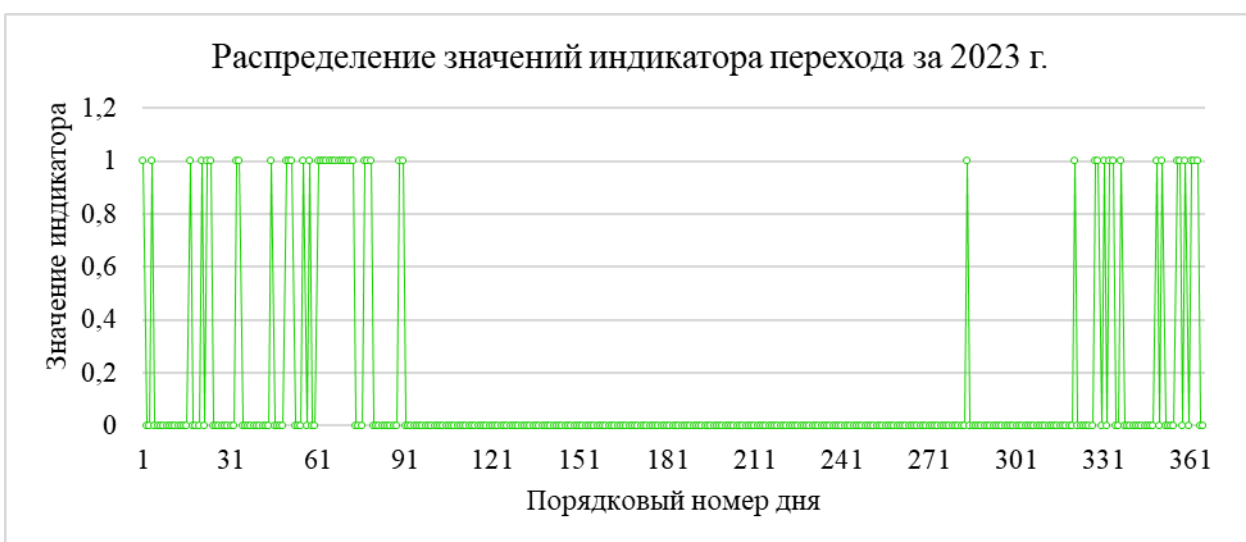


Рисунок 3.22 – Распределение значений индикатора перехода в Курске за 2023 г.

На данном графике на рисунке 3.23 изображено распределение значений индикатора в Воронеже. За весь 2024 год произошло 40 переходов температуры, из которых 21 произошел в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.

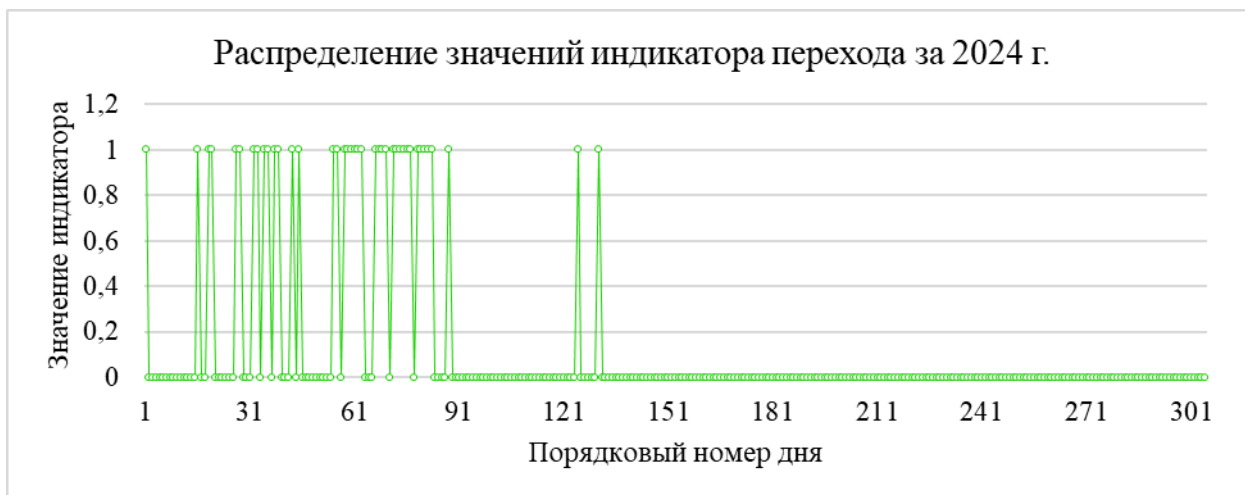


Рисунок 3.23 – Распределение значений индикатора перехода в Воронеже за 2024 г.

На данном графике на рисунке 3.24 изображено распределение значений индикатора в Тамбове. За весь 2024 год произошло 47 переходов температуры, из которых 29 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.



Рисунок 3.24 – Распределение значений индикатора перехода в Тамбове за 2024 г.

На данном графике на рисунке 3.25 изображено распределение значений индикатора в Курске. За весь 2024 год произошло 40 переходов температуры, из которых 16 произошло в весенний, благоприятный для сбора кленового сока период.



Рисунок 3.25 – Распределение значений индикатора перехода в Курске за 2024 г.

На графике на рисунке 3.26 изображена частота переходов и продолжительность серий переходов в Воронеже за период с 2020 по 2024 гг. Из анализа данного графика следует, что переходы происходят весной и осенью, самая максимальная продолжительность перехода составила 11 суток в 2021 году.

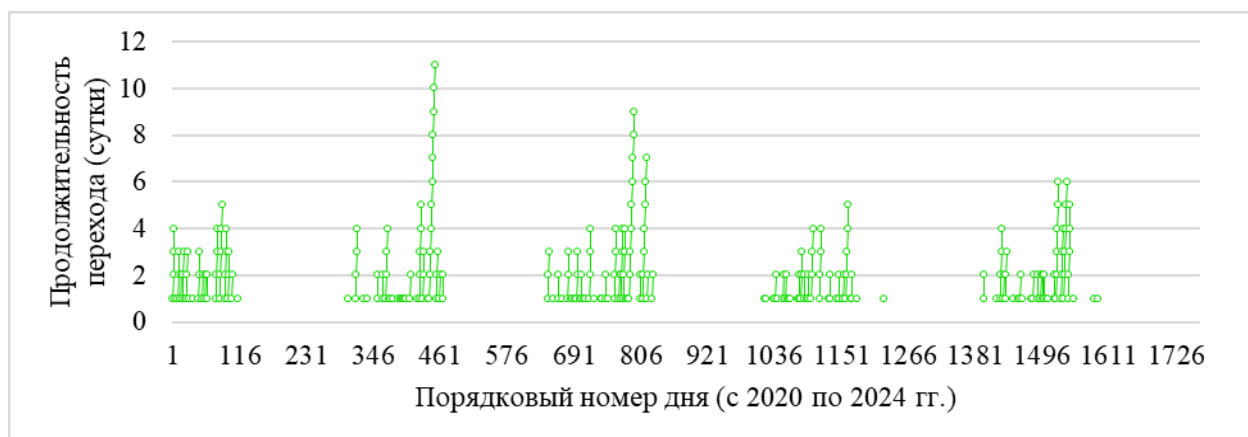


Рисунок 3.26 – Частота переходов и продолжительность серий переходов в Воронеже за период с 2020 по 2024 гг.

На графике (рисунок 3.27) изображена частота переходов и продолжительность серий переходов в Тамбове за период с 2020 по 2024 гг. Из анализа данного графика следует, что переходы происходят весной и осенью, самая максимальная продолжительность перехода составила 13 суток в 2021 году.

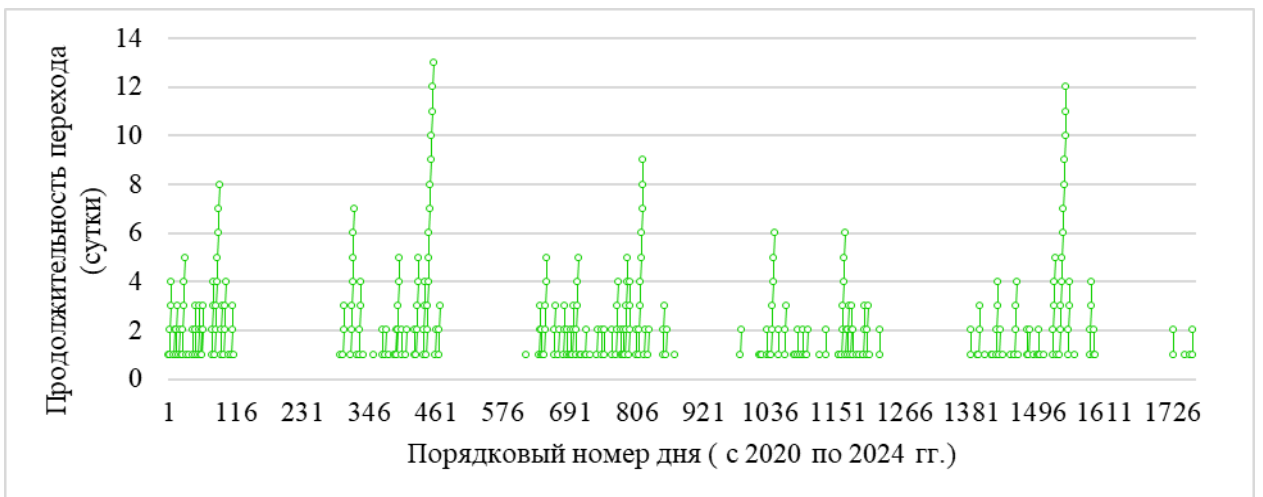


Рисунок 3.27 – Частота переходов и продолжительность серий переходов в Тамбове за период с 2020 по 2024 гг.

На графике (рисунок 3.28) изображена частота переходов и продолжительность серий переходов в Курске за период с 2020 по 2024 гг. Из анализа данного графика следует, что переходы происходят весной и осенью, самая максимальная продолжительность перехода составила 13 суток в 2023 году.

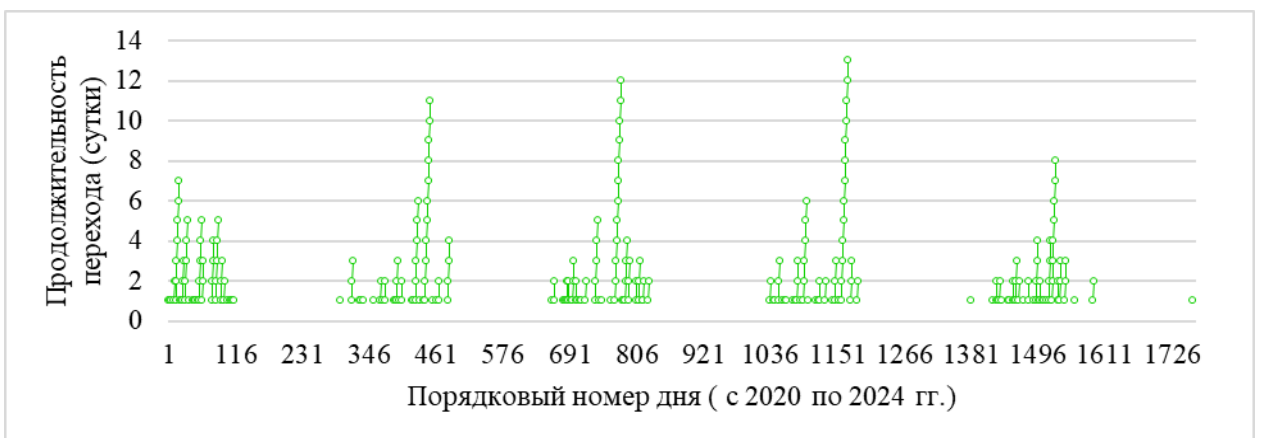


Рисунок 3.28 – Частота переходов и продолжительность серий переходов в Курске за период с 2020 по 2024 гг.

3.3 Анализ благоприятных весенних периодов для сбора кленового сока за 2020 – 2024 гг. в Воронеже, Тамбове и Курске

Таблица 3.1 показывает общее число переходов за каждый год и число переходов в весенний период. В Тамбове количество переходов каждый год больше, чем в Воронеже и Курске. Самое большое количество переходов за год в Тамбове составило 85 в 2021 году. В весенний период в Тамбове также наблюдалось больше переходов, чем в Воронеже и Курске, в 2024 году было 29 переходов. В 2024 году в Воронеже и Курске наблюдалось всего 40 переходов температуры за год, что является самым минимальным количеством переходов за выбранный период исследования. В 2023 году в Воронеже наблюдалось всего 10 переходов в весенний период.

Таблица 3.1

Частота переходов и продолжительность серий переходов за период с 2020 по 2024 гг.

	2020		2021		2022		2023		2024	
	Общее число переходов	Число переходов весной	Общее число переходов	Число переходов весной	Общее число переходов	Число переходов весной	Общее число переходов	Число переходов весной	Общее число переходов	Число переходов весной
Воронеж	58	20	69	26	67	17	44	10	40	21
Тамбов	75	25	85	27	74	25	57	28	47	29
Курск	65	20	61	26	60	13	48	18	40	16

На графике (рисунок 3.29) изображено графическое представление моментов переходов и их длительность в Воронеже за весенний период (с 01.03 по 01.07) с 2020 по 2024 гг.

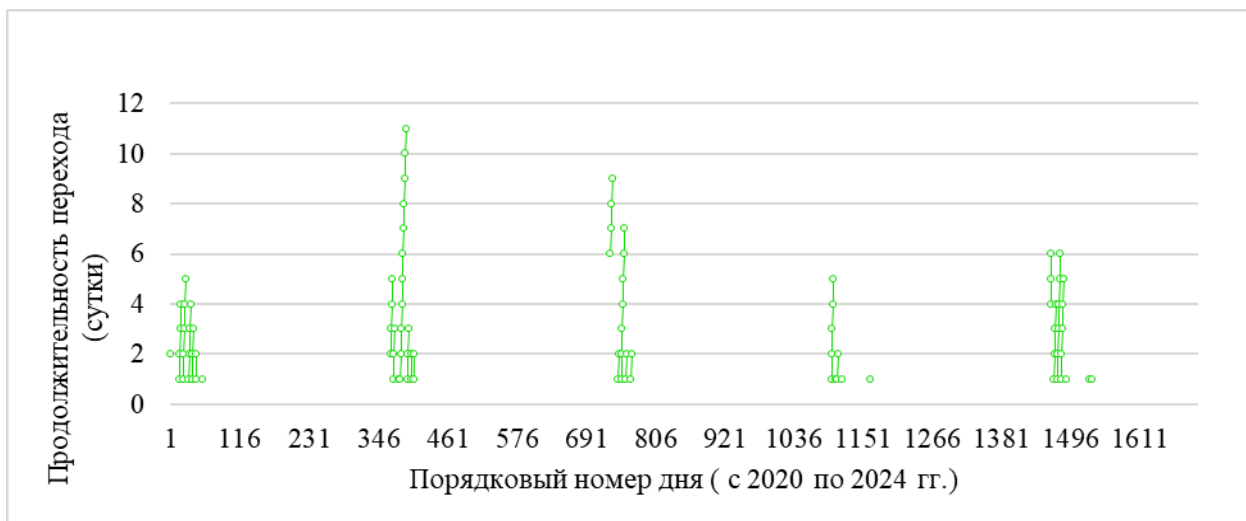


Рисунок 3.29 – Графическое представление моментов переходов и их длительность в Воронеже (с 2020 по 2024 гг. только для периодов с 01.03 по 01.07)

На графике (рисунок 3.30) изображено графическое представление моментов переходов и их длительность в Тамбове за весенний период (с 01.03 по 01.07) с 2020 по 2024 гг.

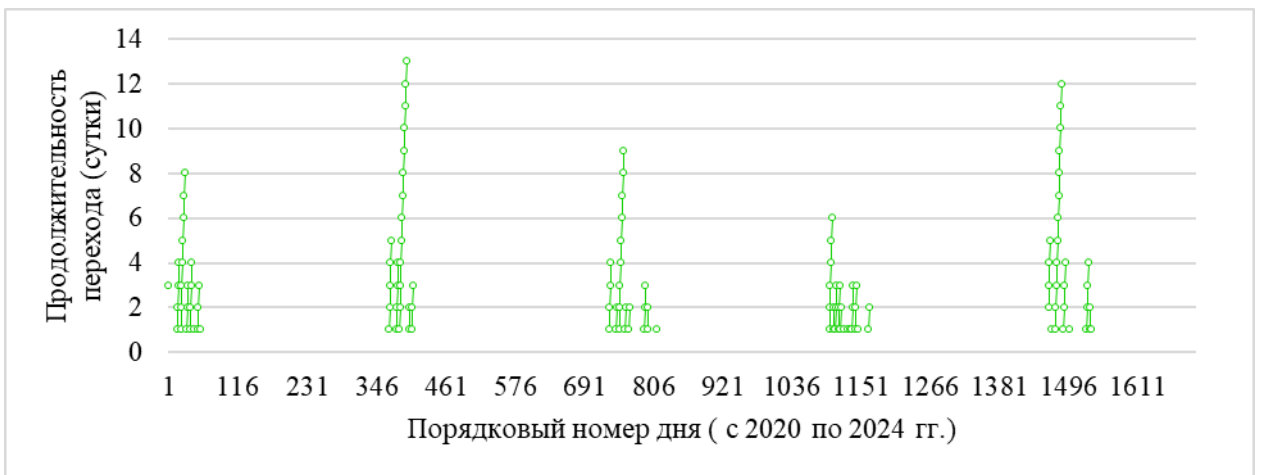


Рисунок 3.30 – Графическое представление моментов переходов и их длительность в Тамбове (с 2020 по 2024 гг. только для периодов с 01.03 по 01.07)

На графике (рисунок 3.31) изображено графическое представление моментов переходов и их длительность в Курске за весенний период (с 01.03 по 01.07) с 2020 по 2024 гг.

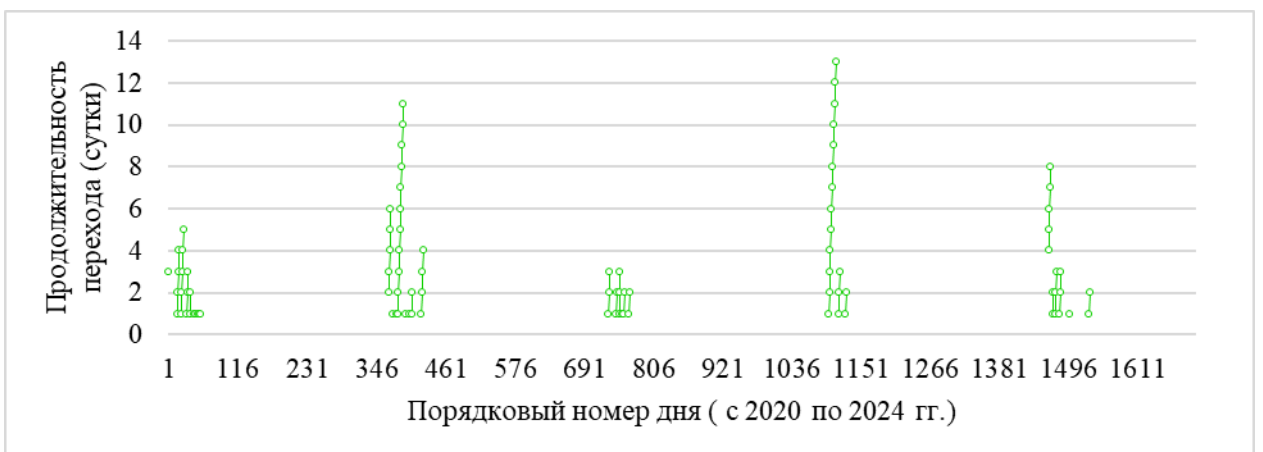


Рисунок 3.31 – Графическое представление моментов переходов и их длительность в Курске (с 2020 по 2024 гг. только для периодов с 01.03 по 01.07)

В таблице 3.2 отображается общее число переходов в весенний период и максимальная длительность переходов. В 2024 году в Тамбове наблюдалось 29 переходов в весенний период, самая большая длительность переходов составила 12 дней. Самые длительные переходы наблюдались в 2021 году в Тамбове и в 2023 году в Курске, их продолжительность составила 13 дней.

Таблица 3.2

Общее число переходов весной и максимальная длительность переходов.

	2020		2021		2022		2023		2024	
	Общее число переходов весной	Максимальная длительность перехода ов, сутки	Общее число переходов весной	Максимальная длительность перехода ов, сутки	Общее число переходов весной	Максимальная длительность перехода ов, сутки	Общее число переходов весной	Максимальная длительность перехода ов, сутки	Общее число переходов весной	Максимальная длительность перехода ов, сутки
Воронеж	20	5	26	11	17	9	10	5	21	6
Тамбов	25	8	27	13	25	9	28	6	29	12
Курск	20	5	26	11	13	3	18	13	16	8

За выбранный период исследования больше всего переходов наблюдалось в 2021 г. Рассмотрим график (рисунок 3.32), на котором изображено графическое представление моментов переходов и их продолжительность в выбранных для исследования станциях за весенний

период в 2021 г. По графику можно определить различия продолжительности переходов. Самый длительный переход температуры в 2021 г. составляет 13 суток в Тамбове. В Курске и Воронеже, также были длительные переходы температуры, которые продолжались 11 суток.

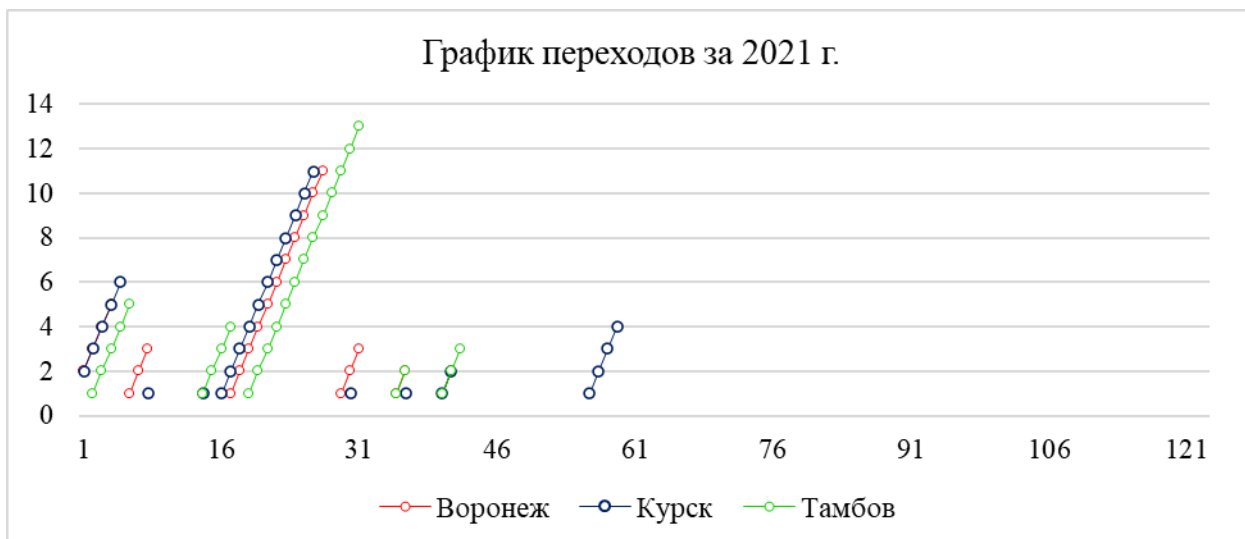


Рисунок 3.32 – Графическое представление моментов переходов и их длительность в Воронеже, Тамбове и Курске за 2021 г.

На рисунке 3.33 показан размах суточного изменения температуры при каждом переходе через 0°C , за период с 2020 по 2024 гг. в Воронеже.

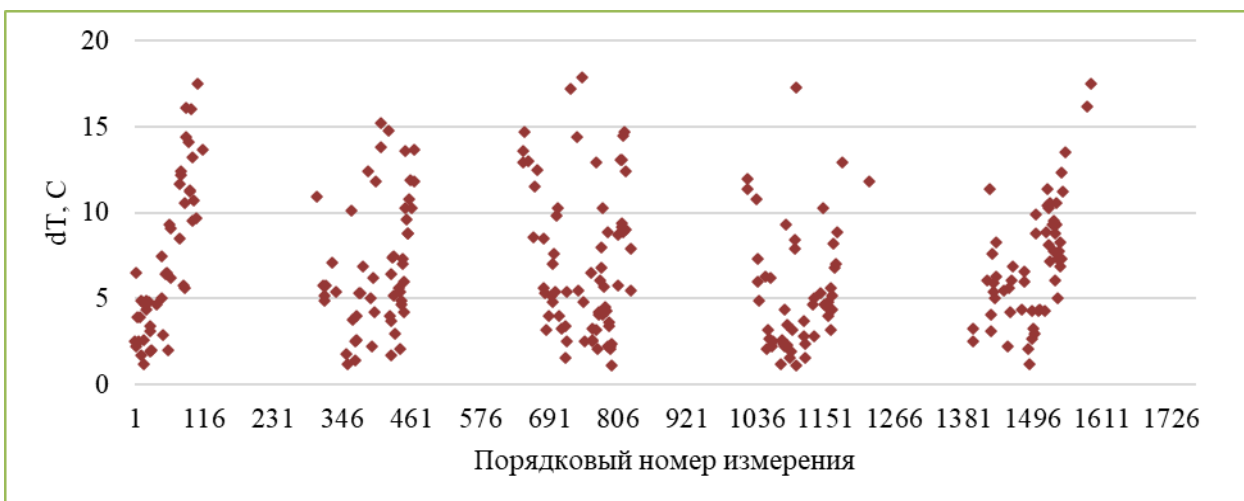


Рисунок 3.33 – Размах суточного изменения температуры при каждом переходе через 0 °С, за период с 2020 по 2024 гг. в Воронеже

Из анализа графика рисунок 3.33 следует, что основные изменения dT составляют порядка 5-7 °С, но величина размахов может достигать 10-17 °С.

На рисунке 3.34 показан размах суточного изменения температуры при каждом переходе через 0 °С, за период с 2020 по 2024 гг. в Тамбове

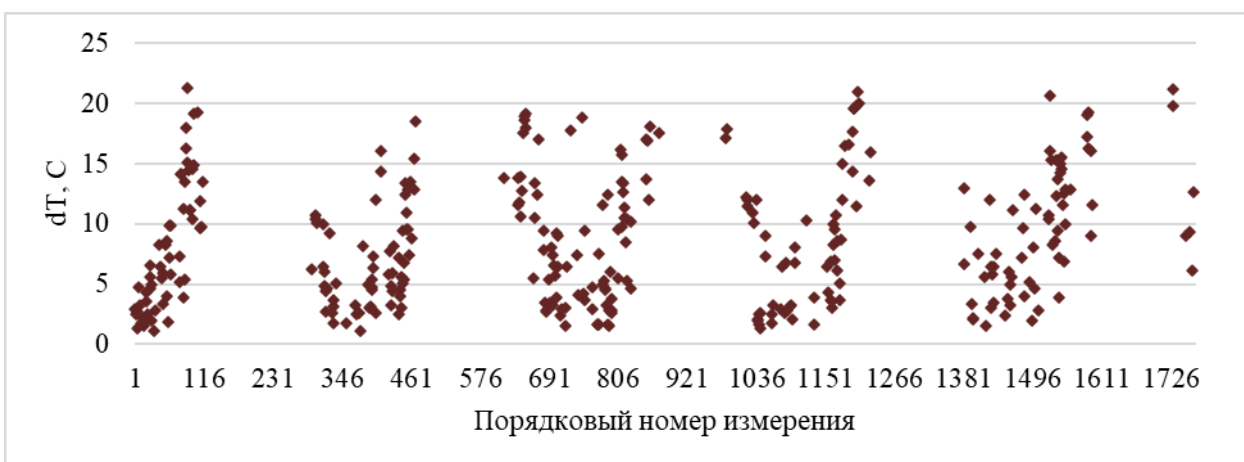


Рисунок 3.34 – Размах суточного изменения температуры при каждом переходе через 0 °С, за период с 2020 по 2024 гг. в Тамбове

Из анализа графика следует, что основные изменения dT составляют порядка 4-8 $^{\circ}C$, но величина размахов может достигать 10-21 $^{\circ}C$.

На рисунке 3.35 показан размах суточного изменения температуры при каждом переходе через 0 $^{\circ}C$, за период с 2020 по 2024 гг. в Курске

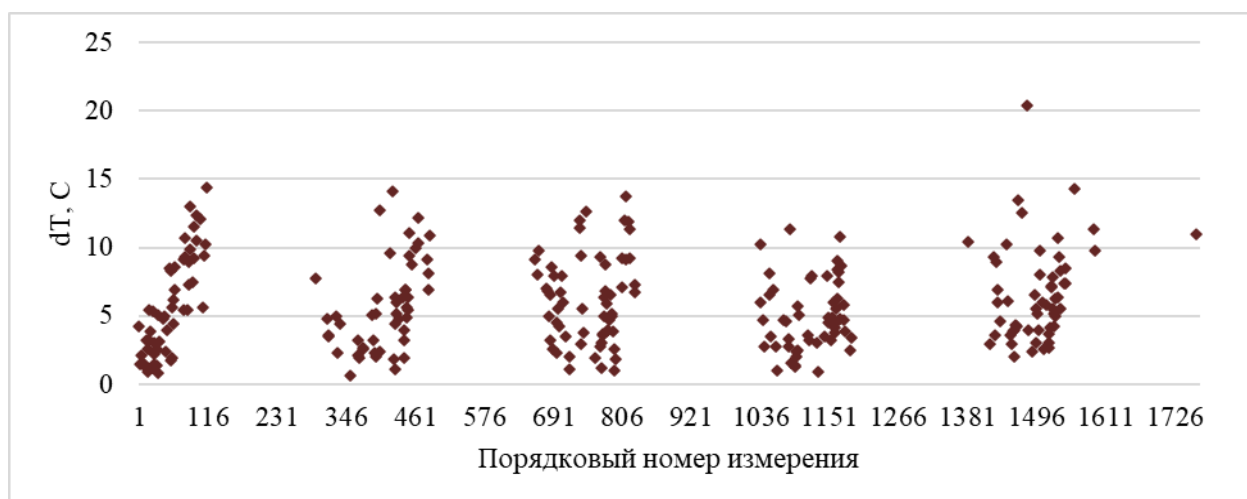


Рисунок 3.35 –Размах суточного изменения температуры при каждом переходе через 0 $^{\circ}C$, за период с 2020 по 2024 гг. в Курске

Из анализа графика следует, что основные изменения dT составляют порядка 3-8 $^{\circ}C$, но величина размахов может достигать 9-14 $^{\circ}C$.

График на рисунке 3.36 иллюстрирует общее количество переходов через 0 $^{\circ}C$ в г. Воронеж в течение года, что может быть важным для безопасного зимнего содержания автомобильных дорог из-за появления гололеда. А график на рисунке 3.37 информативен для производителей кленового сока, т.к. отражает именно то количество дней, которое благоприятно для его сбора в весенний период.

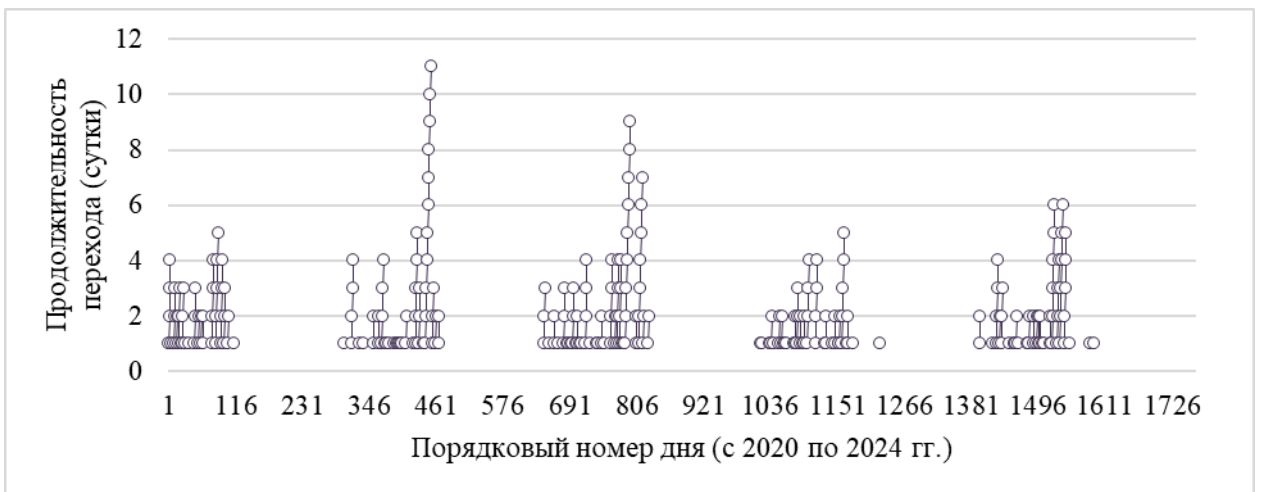


Рисунок 3.36 – Частота переходов и продолжительность серий переходов в Воронеже в течение года (с 2020 по 2024 гг.)

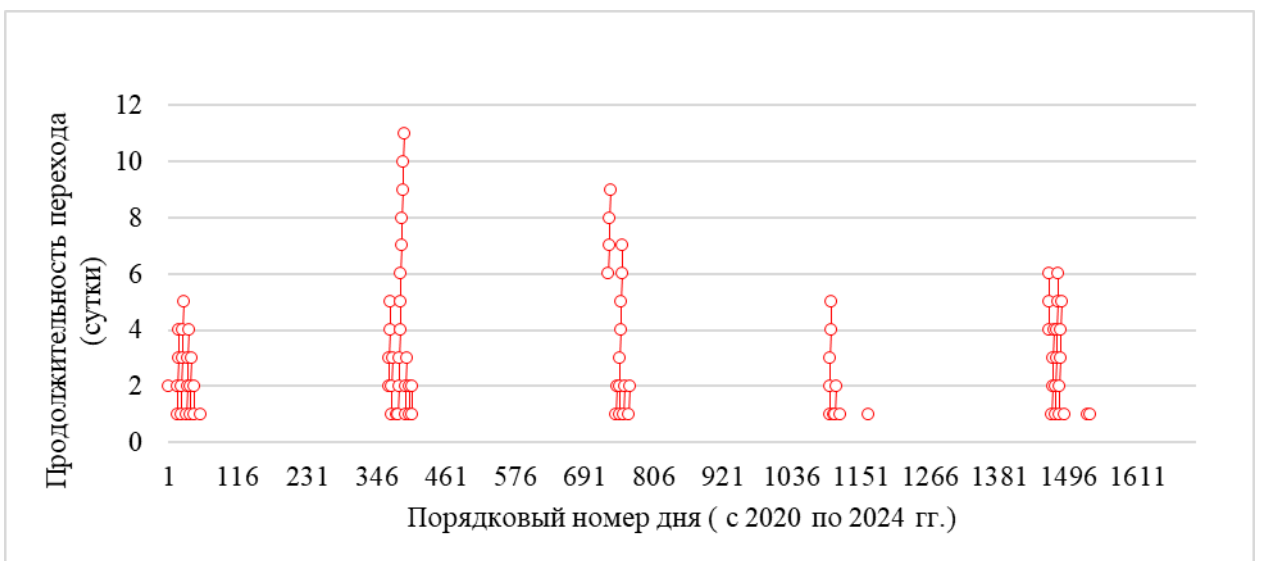


Рисунок 3.37 – Моменты переходов и их длительность в Воронеже в весенний период (с 2020 по 2024 гг.)

Далее сравним графики перехода температуры воздуха через 0°C в Тамбове. На графике рисунок 3.38 изображены переходы в течение года, но так как кленовый сок добывают только весной, то информативными являются

данные на следующем графике рисунок 3.39, где показаны только весенние переходы температур.

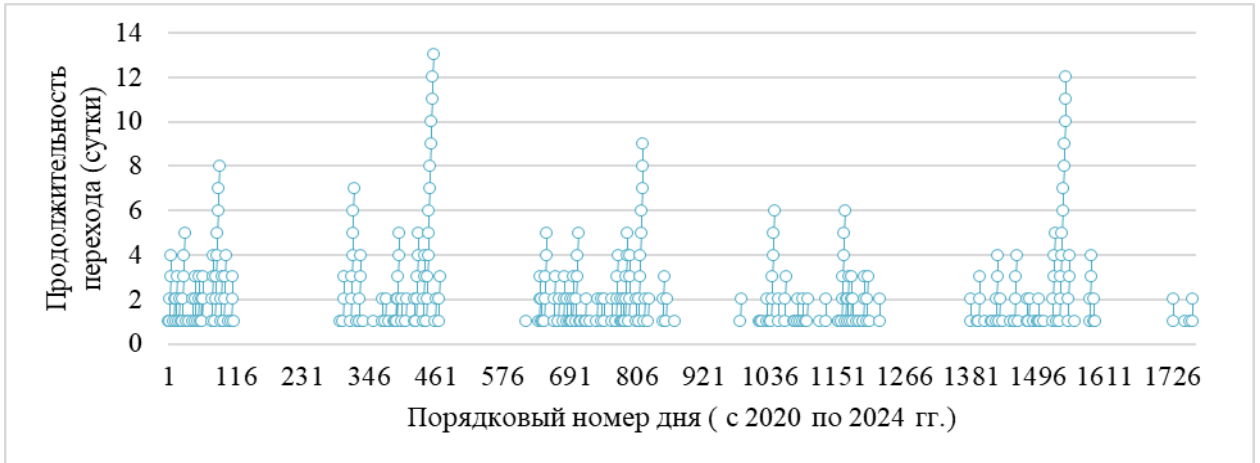


Рисунок 3.38 – Частота переходов и продолжительность серий переходов в Тамбове в течение года (с 2020 по 2024 гг.)

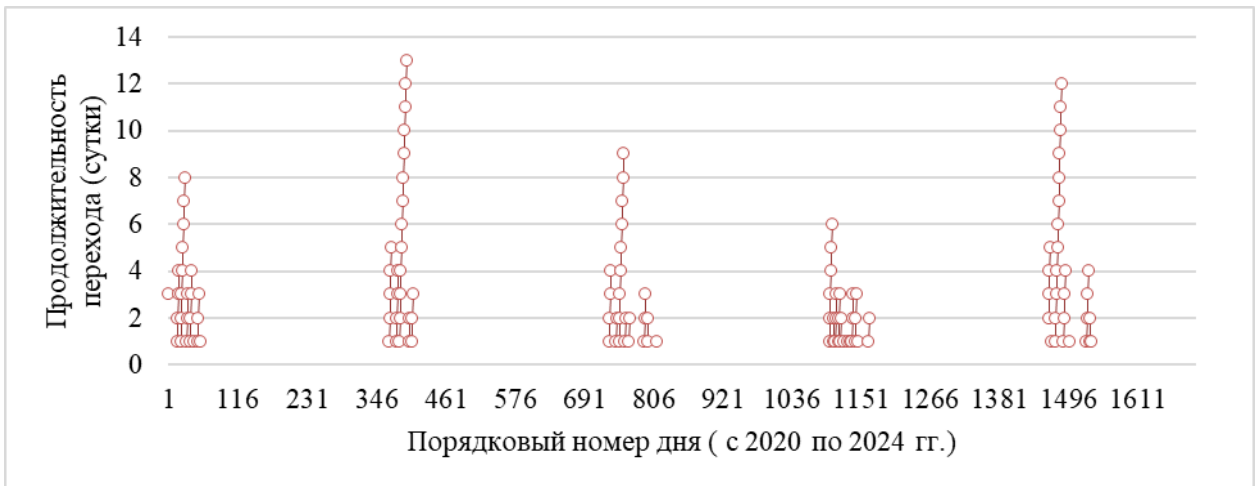


Рисунок 3.39 – Моменты переходов и их длительность в Тамбове в весенний период (с 2020 по 2024 гг.)

Аналогично сравним графики перехода температуры воздуха через 0°С в Курске. На графике рисунок 3.40 изображены переходы в течение года, но так как кленовый сок добывают только весной, то информативными являются данные на следующем графике рисунок 3.41, где показаны только весенние переходы температур.

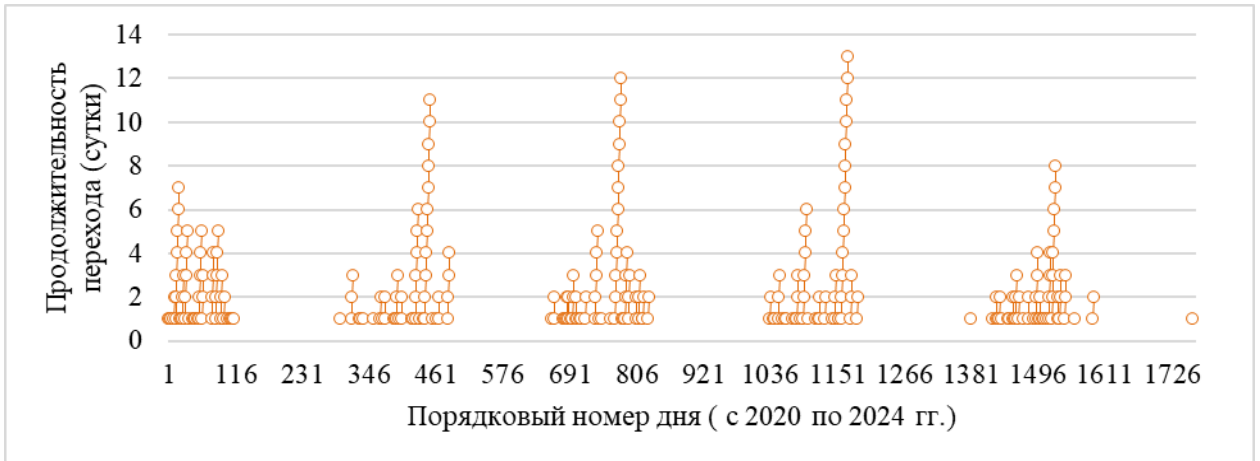


Рисунок 3.40 – Частота переходов и продолжительность серий переходов в Курске в течение года (с 2020 по 2024 гг.)

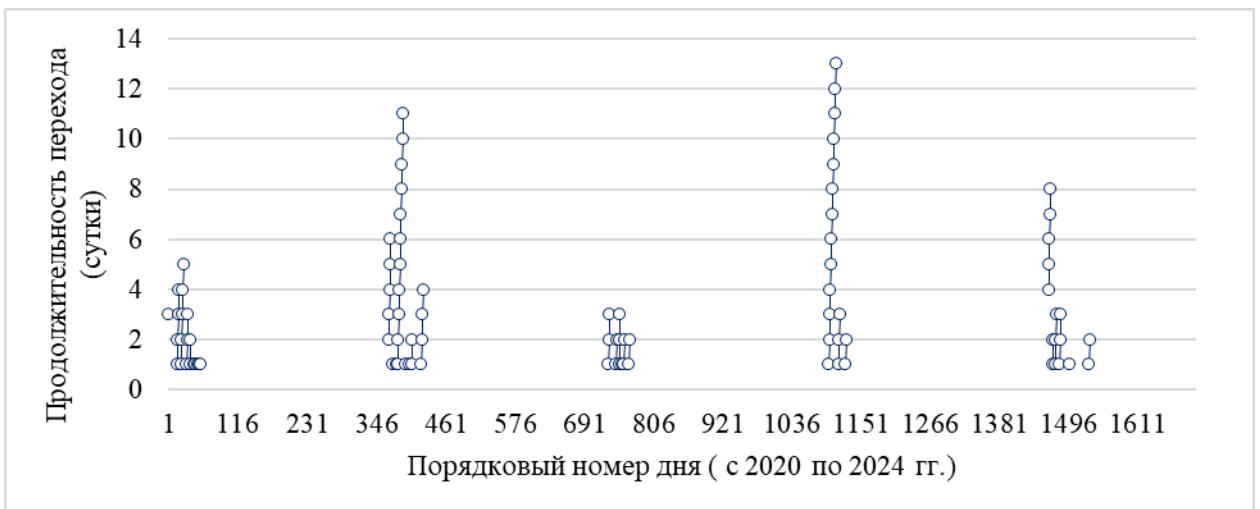


Рисунок 3.41 – Моменты переходов и их длительность в Курске в весенний период (с 2020 по 2024 гг.)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа посвящена исследованию возможности сбора кленового сока. Рассмотрены виды клена, пригодные для сбора кленового сока, используемого в пищевой промышленности. Основное внимание уделено метеорологическим факторам, которые влияют на эффективность сбора кленового сока (температурные «качели»).

С учетом метеорологических факторов, влияющих на эффективность сбора кленового сока проанализированы возможности использования трех регионов (Воронеж, Тамбов, Курск) в качестве площадок для промышленного сбора кленового сока. Для этой цели был использован архив метеорологических данных, содержащий суточные значения минимальной, максимальной и средней температуры воздуха в исследуемых регионах за 2020 – 2024 гг.

Показано, что все три рассмотренных региона имеют потенциальную возможность быть использованными в качестве полигонов для сбора кленового сока. При этом наиболее благоприятные условия за рассмотренный период наблюдались в Тамбовском регионе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://rskrf.ru/tips/eksperty-obyasnyayut/chem-polezen-klenovyy-sirop/>
2. <https://mignews.com/news/economics/kanada-aktivno-razvivaet-proizvodstvo-klenovogo-soka.html>
3. https://www.picturethisai.com/ru/wiki/Acer_rubrum.html
4. <https://masterglass.ru/blog/klenovyy-sirop-iz-chego-delayut-kak-vybrat-s-chem-sochetaetsya-i-retsepty/>
5. <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/maple-sugar-industry>
6. <https://mapledip.com/maple-candies/>
7. <http://meteo.ru/>