

МАОУ «Гимназия №39 им. Файзуллина А.Ш.»  
МБОУ ДО «Детский эколого-биологический центр»

ПЕРВОЦВЕТЫ В ГОРОДЕ – ВЫЖИВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ  
КЛИМАТА

**Ямалов Артем Сергеевич**, ученик 4 класса  
МАОУ «Гимназия №39 им. Файзуллина А.Ш.», г.Уфа  
Научные руководители:  
Туляшева Дина Фаниловна, учитель начальных классов  
МАОУ «Гимназия №39 им. Файзуллина А.Ш.»,  
Голованов Я.М., к.б.н, в.н.с. ЮУБСИ УФИЦ РАН

УФА – 2023 г.

## Оглавление

	Стр.
Введение.....	3
Глава 1. Раннецветущие растения – эфемеры и эфемероиды.....	5
Глава 2. Природные условия территории исследования.....	9
Глава 3. Материал и методы исследования.....	11
Глава 4. Результаты исследования.....	16
4.1. Видовой состав первоцветов на опытных площадках.....	16
4.2. Динамика абиотических факторов.....	18
4.3. Динамика численности первоцветов и особенности прохождения фенологических фаз.....	20
4.4. Сравнение данных по площадке 1 и 2 .....	30
4.5. Температура – лимитирующий фактор.....	31
4.6. Изменение климата и первоцветы.....	31
Выводы.....	35
Литература.....	36

## Введение

Уфа – один из самых «зеленых» городов Южного Урала. Это связано с тем, что в Уфе расположено много сохранившихся широколиственных лесов – как в черте города, так и в его зеленой зоне. Весной наш город славится красотой раннецветущих растений. Ранней весной в этих лесных сообществах появляются первые цветы и серый город преобразуется.

Первоцветы - это растения, которые проходят весь жизненный цикл от прорастания семян, роста, цветения и до плодоношения за короткий срок, когда после зимнего периода ещё нет конкуренции с другими растениями. Функции этих видов в условиях города значительные – это первые декоративные растения в ландшафтах и первое питание для насекомых. Большое значение они имеют и в экосистемах для поддержания биоразнообразия, круговорота веществ, сохранения и приумножения почвенного плодородия и др.

В то же время, даже не проводя серьезных наблюдений, видно, что с каждым годом цветов становится все меньше. Очевидно, что это связано не только со сбором этих красивоцветущих растений на букеты и с нарушениями их местообитаний, но и с глобальным изменением климата. Поэтому мы начали изучать абиотические факторы, которые приводят к сокращению численности в городе этих растений.

Целью нашей работы было изучение сезонного развития первоцветов г. Уфы и определения абиотических факторов, влияющих на их численность и прохождение фенологических фаз.

В работе были поставлены следующие задачи:

1. На пробных площадках города с разными экологическими условиями провести учет абиотических факторов среды, определяющих развитие первоцветов – свет, температуру, влажность.
2. Выполнить анализ динамики численности и закономерностей прохождения основных фенологических фаз разных видов первоцветов на этих площадках.
3. Определить диапазон значений по лимитирующим абиотическим факторам, в пределах которых первоцветы проходят сезонное развитие и с использованием архива климатических данных выяснить, менялся ли этот диапазон за последние 20 лет.

## Глава 1. Раннецветущие растения – эфемеры и эфемероиды

Среди видов растительных экосистем разных природных зон особое значение имеет группа эфемероидов, которые отрастают весной в ранние сроки и создают яркие аспекты в лесах, лугах, опушках и степных склонах.

Эфемероиды – группа многолетних растений с коротким вегетационным периодом, который приходится на наиболее благоприятное время года. Для них характерен длительный период покоя и короткий вегетационный период. Как правило, это раннецветущие растения – рост и цветение их происходит до распускания листвы на деревьях, а к лету надземные побеги полностью отмирают. Биологический смысл такого характера вегетации образом, они занимают

своеобразную экологическую нишу в экосистеме и уходят от борьбы за ресурсы, в частности за солнечный свет, с другими видами. Значение первоцветов в экосистеме состоит в том, что они являются источником пищи для появившихся после зимнего периода первых насекомых-опылителей и некоторых животных (Беляев, Князев, 1986; Евсеева, 2020). В то же время многие виды первоцветов, их разнообразие, популяционные характеристики, вопросы экологии и развития остаются слабо изученными, особенно для городских экосистем.

Эфемероиды отличаются разнообразием жизненных форм и разнообразием экотопов в которых они произрастают. Так, под пологом древесных насаждений, по их опушкам и на полянах в парках и скверах, в апреле-мае прекрасный многоцветный ковер создадут ветренички (ветреницы) - алтайская, лютиковидная, относящиеся к короткокорневищным геофитам. Их гармонично дополняют клубневые геофиты (хохлатка плотная) и луковичные геофиты (гусиные луки).

От прикорневых листьев у **ветреничек** поднимается высокий цветонос с мутовкой из трех 3-5-пальчаторассеченных листьев. На верхушке цветоноса расположен одиночный довольно крупный цветок (иногда, два цветка). Цветок, в отличие от ближайшего родственника – лютика, не имеет чашелистиков, а состоит из одних только лепестков. Продолжительность цветения очень короткая, к моменту распускания листьев на деревьях ветреница уже отцветает, а к лету – созревают семена и надземная часть растения засыхает. Такое быстрое развитие связано с тем, что растение торопится отцвести и дать семена пока деревья стоят без листьев и в лесу светло (Анищенко и др., 2015). Ветреницы алтайская и лютиковидная - лесные эфемероиды, почти всю свою жизнь проводящие под землей в виде горизонтально расположенного толстого крахмалистого корневища. Это корневище залегает в самом поверхностном слое почвы, поэтому встретить ветреницу можно лишь в малонарушенных лесах с достаточно рыхлой почвой: стоит землю немного утоптать или перекопать – и корневище погибнет. В конце зимы, еще под снегом, из почки на конце корневища начинается развитие будущего цветка.

**Гусиный лук** – самый маленький из представителей семейства лилейные. Луком это растение прозвали потому, что имеет оно крошечную луковицу, а гусиным, потому, что его охотно поедают гуси. Опылители – маленькие мухи, жуки и пчелы – собирают нектар, скапливающийся около тычинок. Семена снабжены придатками, привлекающими муравьев. Иногда на месте соцветия образуются луковички. Подстилка оказывает на всходы угнетающее действие, поэтому масса всходов погибает (они не могут пробиться на поверхность). Стебель от 10 до 30 см. Растение с одной лишь луковицей, соцветие из 1...7 цветков. В луковицах содержится запас питательных веществ. Эфемер. Лепестки тупые или притупленные. Соцветие из 8...10 цветков, 6 листочков околоцветника располагаются в двух рядах, они ланцетные, длиной 13...18 мм, тупые, бледно-желтые, снаружи зеленые; 6 тычинок, которые почти вдвое короче околоцветника. Цветет в марте - апреле. Летом наблюдается период покоя. К концу лета и к осени в почках возобновления полностью сформирован побег будущего года, включая соцветие и цветки. Верхушки листьев выглядят как твердое светлое острие,

состоящее из группы клеток механической ткани - оно служит для выхода из-под слоя мерзлой почвы, опада, снежного покрова и ледяной корки. Вегетационный период продолжается 2...3 недели. Цветки открываются в 10 ч, закрываются в 16...17 ч, в пасмурную и дождливую погоду они закрыты.

**Хохлатка плотная** - травянистый многолетник семейства дымянковые высотой 4...6 см. Название "хохлатка" объясняется, по-видимому, причудливой формой цветков, диаметр которых не превышает 2 см. Научное название хохлатки - "коридалис" - в переводе означает "чуб жаворонка", а ее немецкое название переводится как "шпорец жаворонка". Внутренние лепестки хохлатки окрашены иначе, чем внешние, и образуют яркий глазок, привлекающий насекомых; кроме того, они прикрывают тычинки и пестик от дождя. На цветоносе взрослых растений бывает до 30 цветков, образующих пышное соцветие, которое сохраняет декоративность 5-8 дней.

Клубень у растения шаровидный, внутри плотный. Он всегда одной величины независимо от возраста, так как каждый год закладывается новый, а наружные части отмирают. Внутри клубень заполнен тканями. Стебель простой, несет кистевидное соцветие с красно-лиловыми, пурпуровыми цветками. От стебля хохлатки обычно отходит 2...3 ажурных зеленых тройчатых (иногда с голубоватым или сизым оттенком) листа.

Цветет на 4-5 год после прорастания. Шпорец цветков на конце загнут. Опыляется главным образом длиннохоботной пчелой. Нектар находится в длинном шпорце – выросте цветка. Шмель не может достать нектар и прогрызает шпорец. Плод – коробочка.

Чистяк весенний относится к семейству лютиковые. Стебель 8-25 см. при основании с пучком клубней. Листья округло-сердцевидные, с угловатыми краями. В пазухах развиваются маленькие клубеньки, служащие для размножения этого растения. Клубеньки прорастают уже осенью. Семена созревают редко. Обыкновенно по лесам, кустарникам, сырым лугам. Типичный эфемер. При основании лепестков – нектарники, из-за чего он посещается многими насекомыми.

Растения - эфемероиды часто произрастают совместно и различия в их фенологии могут обеспечить длительный декоративный эффект на городских пространствах. Эфемероиды отрастают вскоре после схода снега, их плотные, свернутые в виде шила молодые листья и побеги пробивают наслоения прошлогодней отмершей листвы, обеспечивая ее надежное удержание от раздувания ветром и последующее перегнивание под покровом травостоя. Так, эфемероиды, создавая себе и другим растениям условия для жизни, помогут решить проблему уборки и утилизации прошлогодней листвы.

Большинство эфемероидов – это клонообразующие растения, в природе они интенсивно размножаются вегетативным путем: ветренички – ветвлением и легкой партикуляцией корневищ, гусиные луки - образованием множества дочерних луковичек. Хохлатка плотная в природе и культуре очень продуктивно размножается семенным путем (Полонская, 1999).

## **Глава 2. Природные условия территории исследования**

Территория Уфы относится к Кушнаренковско-Уфимскому району широколиственных лесов, типчаковых степей и пойменных лесов, остепненных, степевидных и солончаковатых лугов округа долины реки Белой (Жудова, 1966). По ботанико-географическому районированию (Миркин и др., 2004), территория Уфы относится к Предбельскому лесостепному району Башкирского Предуралья.

Значительная удаленность города Уфы от океанов и его положение на самом востоке Европы обуславливают континентальность климата на его территории и в зеленой зоне. Климат характеризуется влажным теплым летом и умеренно-суровой снежной зимой (Кадыльников, 1970).

Среднегодовое количество осадков составляет для г. Уфы составляет 419 мм. С ноября по март выпадает 119 мм, т.е. 28 % годовой суммы осадков, а с апреля по октябрь – 300 мм, т. е. 72 % годовой суммы (Климат Уфы, 1987).

Среднегодовая температура воздуха составляет 2,5°C. Самая низкая среднемесячная температура - 14,6°C приходится на январь. Абсолютный минимум составляет - 44°C. Средняя температура июля равна 19°C, а абсолютный максимум достигает +39°C. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 137 дней, но в отдельные годы она может колебаться от 98 до 176 дней. Устойчивый снежный покров образуется в среднем 10 ноября. Сроки появления первого снежного покрова колеблются от 14 сентября до 19 ноября.

Для территории г. Уфы в прошлом было характерно господство широколиственных лесов и луговых степей. В настоящее время травянистая растительность значительно нарушена воздействием человека и сохранилась небольшими фрагментами на лесных полянах, склонах и опушках. Естественные леса зеленой зоны г. Уфы - типичные широколиственные. Основными лесобразующими породами в них являются *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Populus tremula*, *Acer plantanoides*. В подлеске с подростом из коренных пород растут *Corylus avellana*, *Sorbus aucuparia*, *Padus avium*, *Frangula alnus*, *Rhamnus cathartica*, *Euonymus verrucosa*, *Rosa majalis*, *Ribes nigrum* с хорошо развитым травяным ярусом.

### Глава 3. Материалы и методы исследования

Исследования проводились в вегетационный сезон 2023 года. Период исследования – с конца марта до начала мая.

Для того, чтобы **исключить рекреационный фактор**, опытные площадки заложены на территории Южно-Уральского ботанического сада УФИЦ РАН. Площадки заложены на участке где, сохранились фрагменты естественных широколиственных лесов и где не проходят маршруты для посетителей ботанического сада.

Для изучения влияния фактора освещенности были выбраны два местообитания – одно более открытое – опушка, второе наиболее затененное – лес. На них были заложены две площадки (рис. 1) по 100 кв.м.

**Площадка 1** (рис. 2) **представляет собой аналог опушки широколиственного леса.** Она заложена на более открытом месте с редко стоящими деревьями. Площадка была хорошо освещена (общее проективное

покрытие древесного яруса в мае составляло менее 5%) в течение весенней вегетации первоцветов.

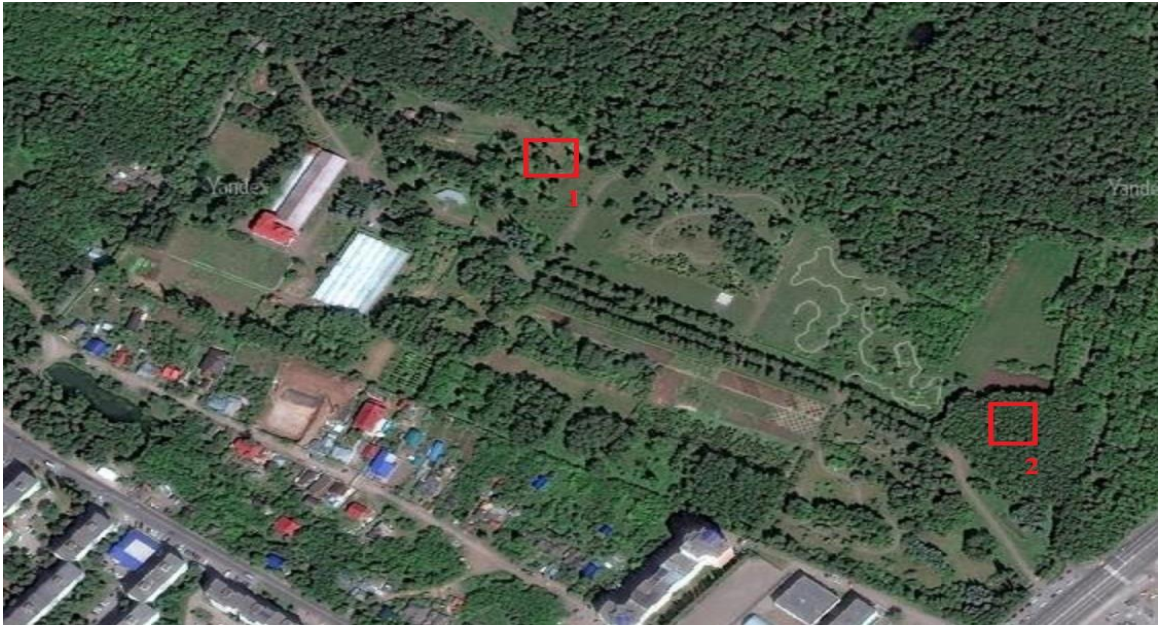


Рис.1. Расположение опытных площадок 1 и 2.



Рис. 2. Площадка 1. Опушка.

**Площадка 2** (рис. 3) была заложена на сохранившемся участке липово-дубового леса, являющейся зональным типом лесов Предуралья. За счет хорошо развитого древесного яруса (общее проективное покрытие древесного яруса в мае составляло более 80%) - местообитание затенено больше в сравнении с площадкой 1.



Рис.3. Площадка 2. Широколиственный лес.

Измерение освещенности проводилось с использованием программы «Светомер» для мобильных устройств.

Измерение влажности и температуры проводилось с использованием автоматических регистраторов серии TR — TR-2V (Модификация — TRKO-2V) с набором комплектующих — DS1923-F5 (рис. 4).



Рис. 4. Регистраторы температуры и влажности серии TR — TR-2V

31 марта регистраторы в специальных боксах были закреплены на поверхности почвы на каждой площадке (рис. 5). 4 мая регистраторы были изъяты и с них были скачаны данные.

Нижний (верхний) предел температуры и влажности для регистраторов данной серии и модификации —  $-20\text{ C}$  ( $+85\text{ C}$ ) и 5% (95%) соответственно.

Показания автоматически фиксировались приборами раз в сутки днем в 14 часов. На площадках каждую неделю проводился количественный и качественный учет видов – первоцветов. Также фиксировались даты начала и окончания их фенофаз. При определении видов использовался «Определитель высших растений Башкирской АССР» (1988, 1999) и информационный ресурс Плантариум ([www.plantarium.ru](http://www.plantarium.ru)).



Рис. 5. Закладка датчиков 31 марта.

## Глава 4. Результаты исследования

### 4.1. Состав первоцветов на опытных площадках.

Всего на площадках было зафиксировано 5 видов относящиеся к первоцветам (рис. 6): Гусиный лук (*Gagea minima*), Ветреничка алтайская (*Anemone altaica*), Ветреничка лютиковидная (*Anemone ranunculoides*), Хохлатка плотная (*Corydalis solida*) и Чистяк весенний (*Ficaria verna*). Эти виды относятся к основным первоцветам, распространенным в пригородных лесах и парках г.Уфы (Ишбирдина, Ишбирдин, 1995; Едренкина, 2005).

На обеих площадках зафиксированы одинаковые виды, кроме Чистяка весеннего. Этот вид, предпочитающий открытые местообитания был зафиксирован только на опушке (площадка 1) и отсутствовал в лесном сообщества (площадка 2).



1

2

3



4

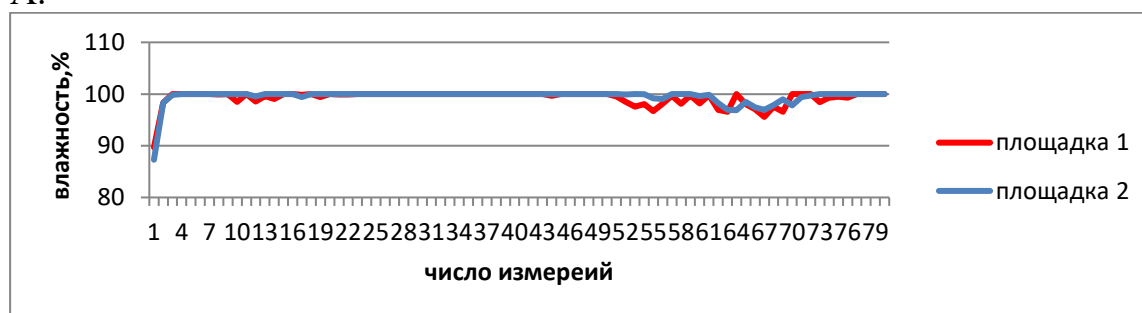
5

Рис. 6. 1 - Хохлатка плотная (*Corydalis solida*); 2 - Гусиный лук (*Gagea minima*); 3 - Ветреничка лютиковидная (*Anemone ranunculoides*); 4- Ветреничка алтайская (*Anemone altaica*); 5 - Чистяк весенний (*Ficaria verna*)

#### 4.2. Динамика абиотических факторов

Изменение параметров температуры и влажности показано на рис. 5. График температуры (рис. 7, Б) показывает, что температура достаточно сходна на площадке 1 и 2.

А.



Б.

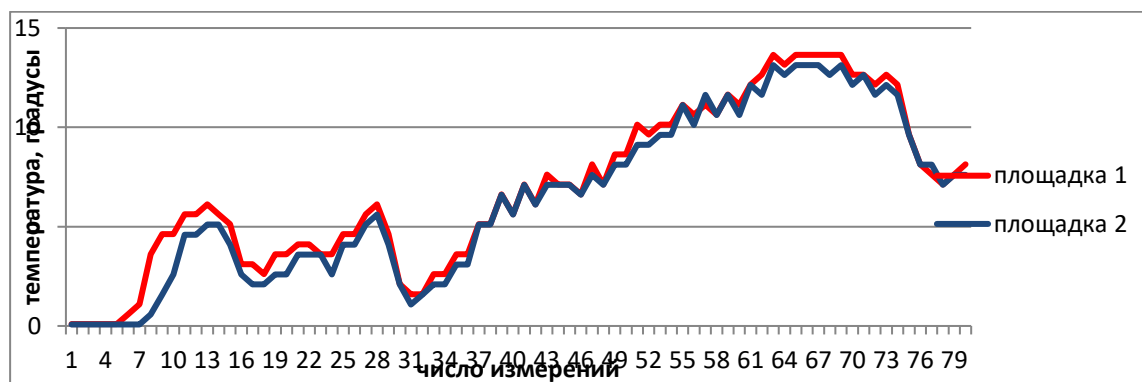


Рис. 7. Динамика влажности (А) и температуры (Б) на площадке 1 и 2.

Температура была несколько выше на площадке 1 до середины апреля, но не значительно. В то же время параметры влажности отличаются сильнее. Более

открытое место, отсутствие древесного полога приводит к более большим колебаниям влажности почвы особенно с конца апреля (рис. 5, А). В тоже время более низкая влажность почвы и ее колебания начинаются только в конце апреля после прохождения видами основных стадий, но по-видимому в комплексе с другими факторами оказывает влияние на окончание вегетации особей. График интенсивности света на площадке (рис.8), показывает, что ее кривая резко падает в конце апреля – в начале мая на площадке 2 при распускании листьев деревьев первого яруса.

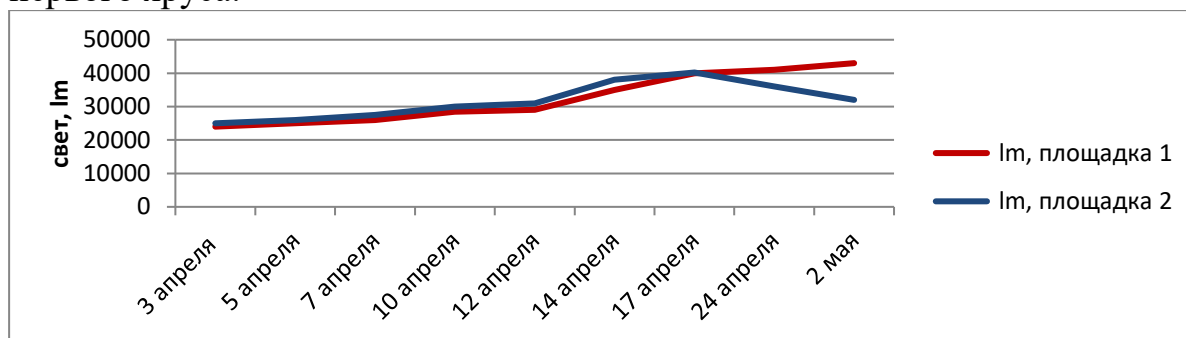


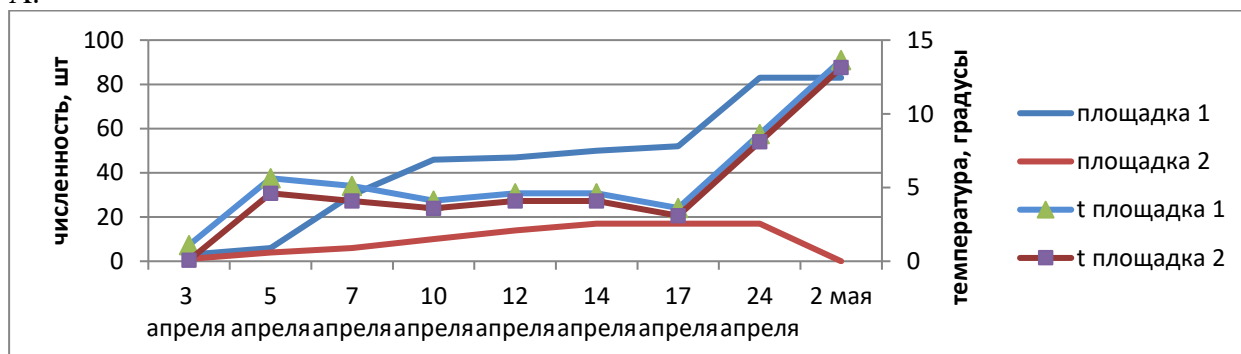
Рис. 8. Динамика освещенности на площадке 1 и 2.

### 4.3. Динамика численности первоцветов и особенности прохождения фенологических фаз.

#### Гусиный лук (*Gagea minima*)

Динамика численности Гусиного лука на площадке 1 и 2 показана на рис.9, прохождение фенологических фаз в табл. 1.

А.



Б.

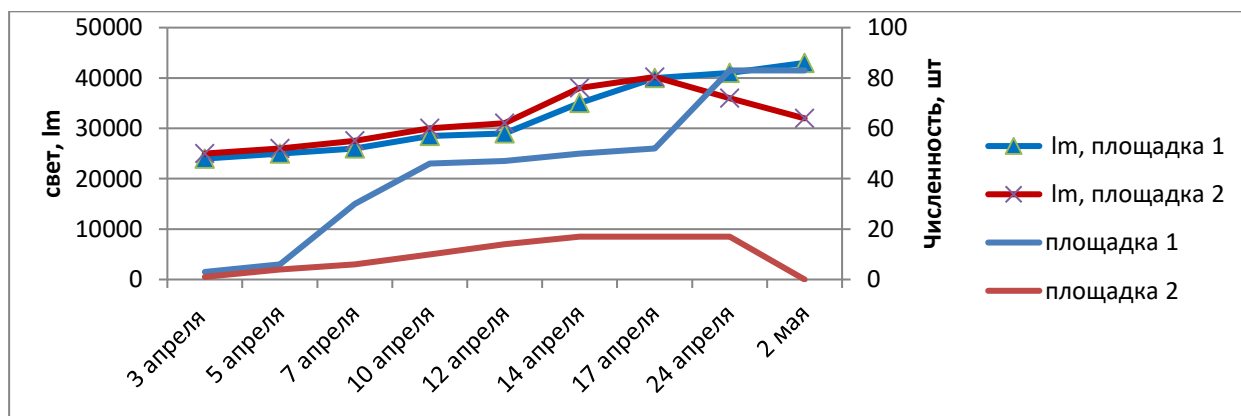


Рис. 9. Динамика численности Гусиного лука в зависимости от: температуры (А) и освещения (Б) на площадке 1 и 2.

Таблица 1

Прохождение фенологических фаз Гусинного лука на площадке 1 и 2.

Площадка	3 апреля	5 апреля	7 апреля	10 апреля	12 апреля	14 апреля	17 апреля	24 апреля	2 мая
1	в	в	б	б	б	б, цв	цв	цв	в, о
2	в	в	в	б	б	б	б, цв	цв	в, о

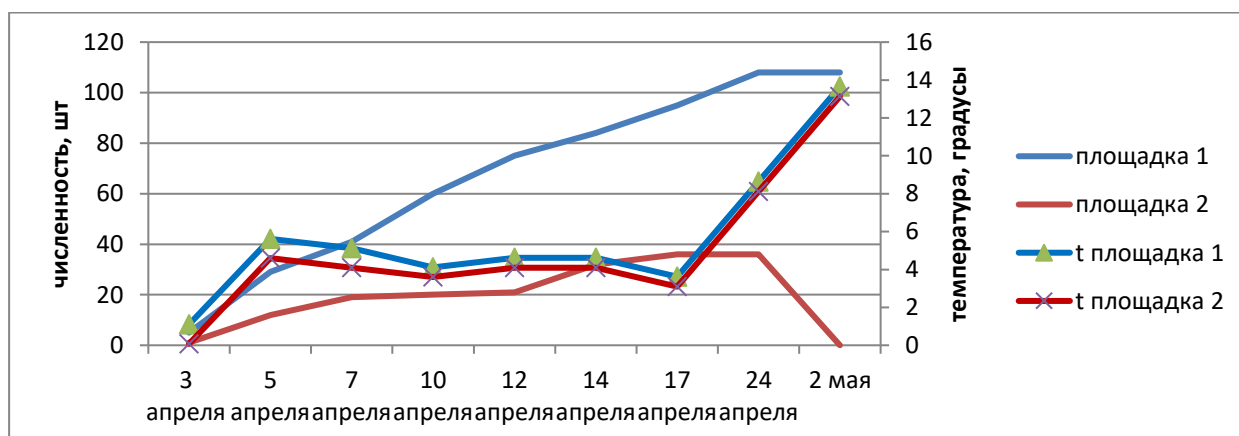
Численность Гусинного лука на площадке 1 (рис. 9, А) значительно превышала показатель на площадке 2. Подъем температуры в начале апреля привела к скачку численности до 40-50 шт. к середине апреля. Затем снижение температуры до 17 апреля привело к замедлению появления новых особей. После 17 апреля повышение температуры инициировало появление новых растений и их численность возросла до 83.

На площадке 2 зависимость численности Гусинного лука от температуры намного слабее. Численность особей равномерно росла до 14 апреля и кривая этого показателя достигнув 17 шт. на площадке к середине апреля перешла на плато. Затем к началу мая растения начали отмирать и их трудно было идентифицировать в травостое. Эту закономерность хорошо иллюстрирует динамика освещенности площадки 2 (рис. 9, Б). При появлении густой листвы деревьев первого яруса освещенность упала и резко снизилось число особей на площадке 2, которые закончили прохождение основных фенологических фаз (табл. 1). На площадке 2 первая фаза вегетации шла дольше чем на площадке 1 и фаза цветения была значительно короче.

### Ветреничка алтайская (*Anemone altaica*)

Динамика численности Ветренички алтайской на площадке 1 и 2 показана на рис.10, прохождение фенологических фаз в табл. 2.

А.



Б.

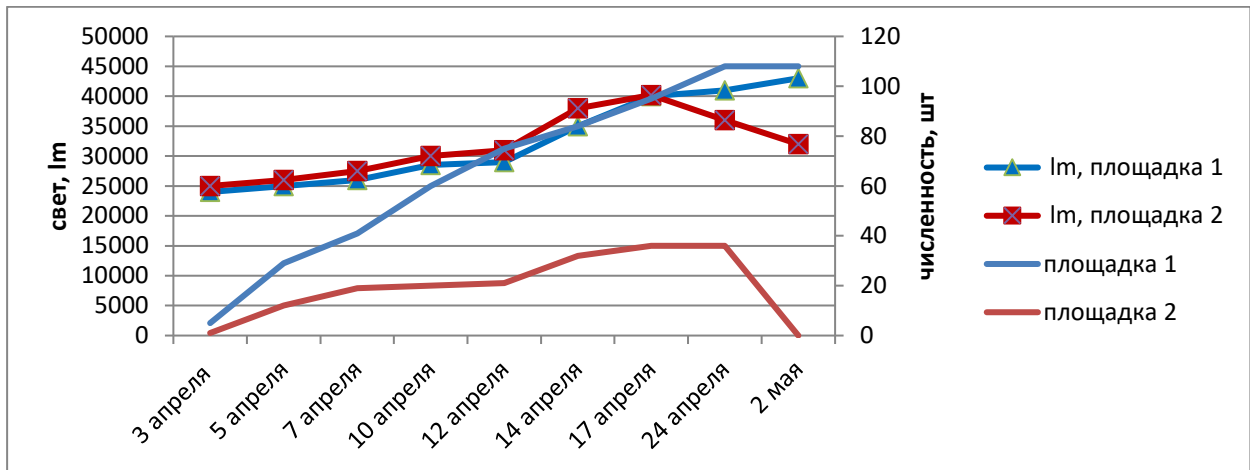


Рис. 10. Динамика численности Ветренички алтайской в зависимости от: температуры (А) и освещения (Б) на площадке 1 и 2.

Таблица 2

Прохождение фенологических фаз Ветренички алтайской на площадке 1 и 2.

Площадка	3 апреля	5 апреля	7 апреля	10 апреля	12 апреля	14 апреля	17 апреля	24 апреля	2 мая
1	в	б	цв	цв	цв	цв	цв	в	в
2	в	в	в	в,б	в,б	б	б	цв	в

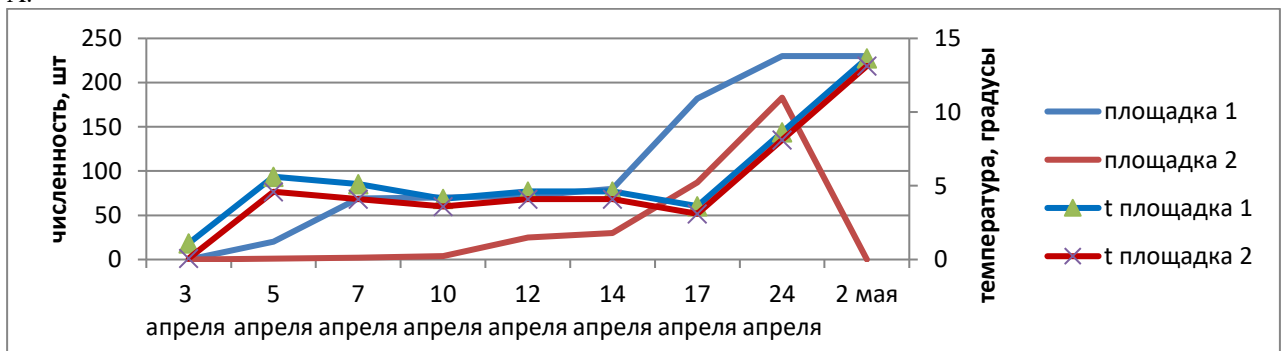
Численность Ветренички алтайской на площадке 1 (рис. 10 А) также как и у Гусиного лука, значительно превышала показатель на площадке 2. Однако увеличение численности с апреля по май росла более равномерно до 108 особей на 100 кв. м на площадке 1 и до 36 шт. на площадке 2.

При появлении густой листвы деревьев первого яруса и снижение освещенности (рис. 10, Б) также привело к резкому снижению числа особей (их идентификации в травостое) на площадке 2. Прохождение фенологических фаз на площадках сильно отличались. Так на площадке 1 фаза цветения была длительной и фиксировалась с 7 апреля до 17 апреля и к 24 апреля она закончилась. На площадке 2 начальная стадия вегетации проходила дольше и а фаза цветения наступила позже и была короткой.

### Ветреничка лютиковидная (*Anemone ranunculoides*)

Динамика численности Ветренички лютиковидной на площадке 1 и 2 показана на рис.11, прохождение фенологических фаз в табл. 3.

А.



Б.

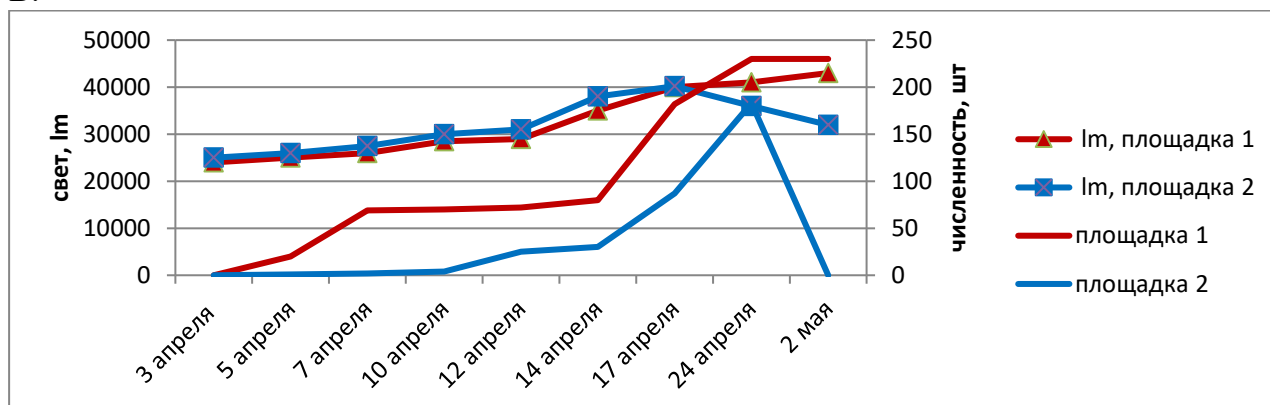


Рис. 11. Динамика численности Ветренички лютиковидной в зависимости от: температуры (А) и освещения (Б) на площадке 1 и 2.

Таблица 3

Прохождение фенологических фаз Ветренички лютиковидной на площадке 1 и 2.

Площадка	3 апреля	5 апреля	7 апреля	10 апреля	12 апреля	14 апреля	17 апреля	24 апреля	2 мая
1	-	в	в	вб	вб	б	б	цв	в
2	-	в	в	в	в	в,б	б	цв	в

Ветреничка лютиковидная – главный доминант травостоя на площадке 2.

Численность Ветренички лютиковидной на площадке 1 (рис. 11, А) увеличивалось с 0 до 230 на первой площадке и до 183 на площадке 2. На площадке 1 наблюдалась два резких скачка по численность – а начале апреля (до 10 чисел) и с 17 апреля (до 24 апреля). Численность почти не увеличивалась с 10 по 17 апреля. Основной рост численности на площадке 2 начался после 14 апреля, затем с конца апреля она начала резко снижаться. Это хорошо коррелирует с графиком температуры (рис. 11, А) и освещенности на площадках (рис. 11, Б).

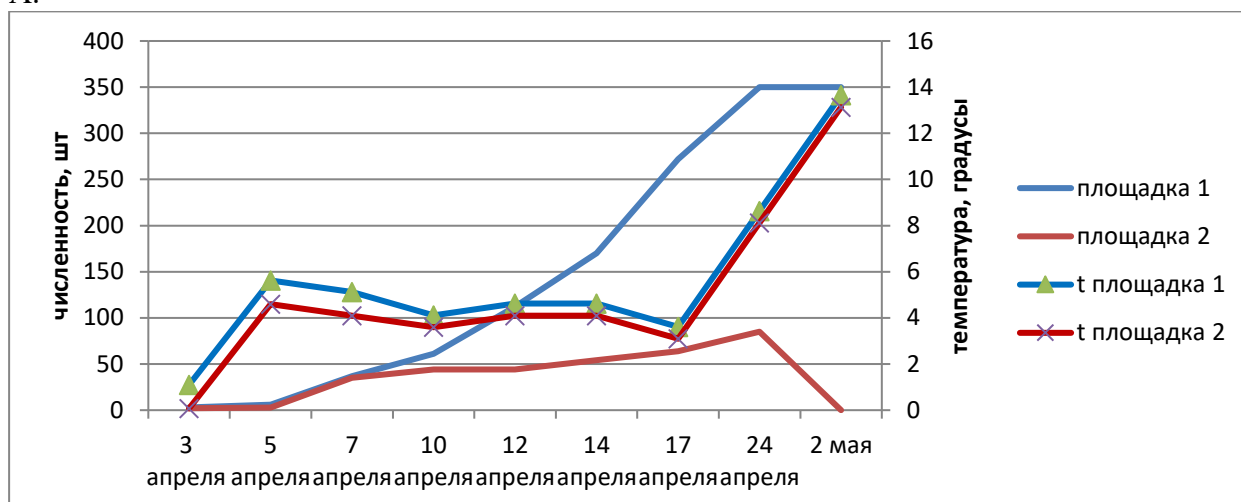
Разница в микроклиматических условиях и освещенности площадок привела к более длительной стадии вегетации растений на площадке 2 (табл. 3).

### Хохлатка плотная (*Corydalis solida*)

Динамика численности Хохлатки плотной на площадке 1 и 2 показана на рис.12, прохождение фенологических фаз в табл. 4.

Хохлатка плотная – главный доминант травостоя на площадке 1. Численность Хохлатки плотной равномерно увеличивалось после 5 апреля и достигла значений 350 шт. на площадке 1 и 85 шт. на площадке 2 (рис. 12).

А.



Б.

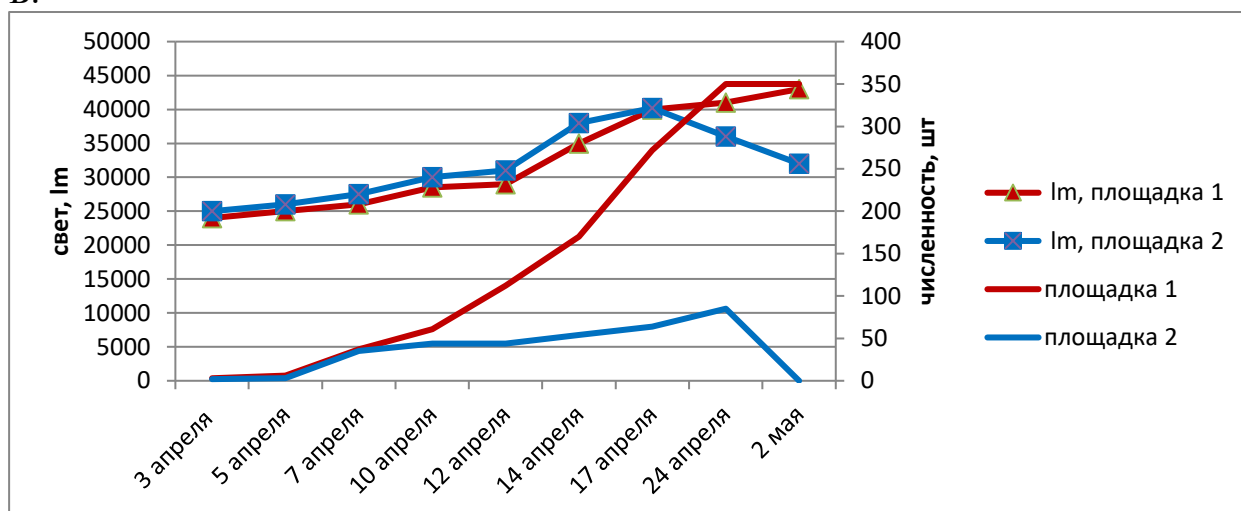


Рис. 12. Динамика численности Хохлатки плотной в зависимости от: температуры (А) и освещения (Б) на площадке 1 и 2.

Увеличение численности особенно на начальных этапах вегетации слабо коррелирует со скачками температуры (рис. 12, А). В тоже время снижение численности при снижении освещенности хорошо прослеживается, особенно на площадке 2 (рис. 12, Б).

Таблица 4

Прохождение фенологических фаз Хохлатки плотной на площадке 1 и 2.

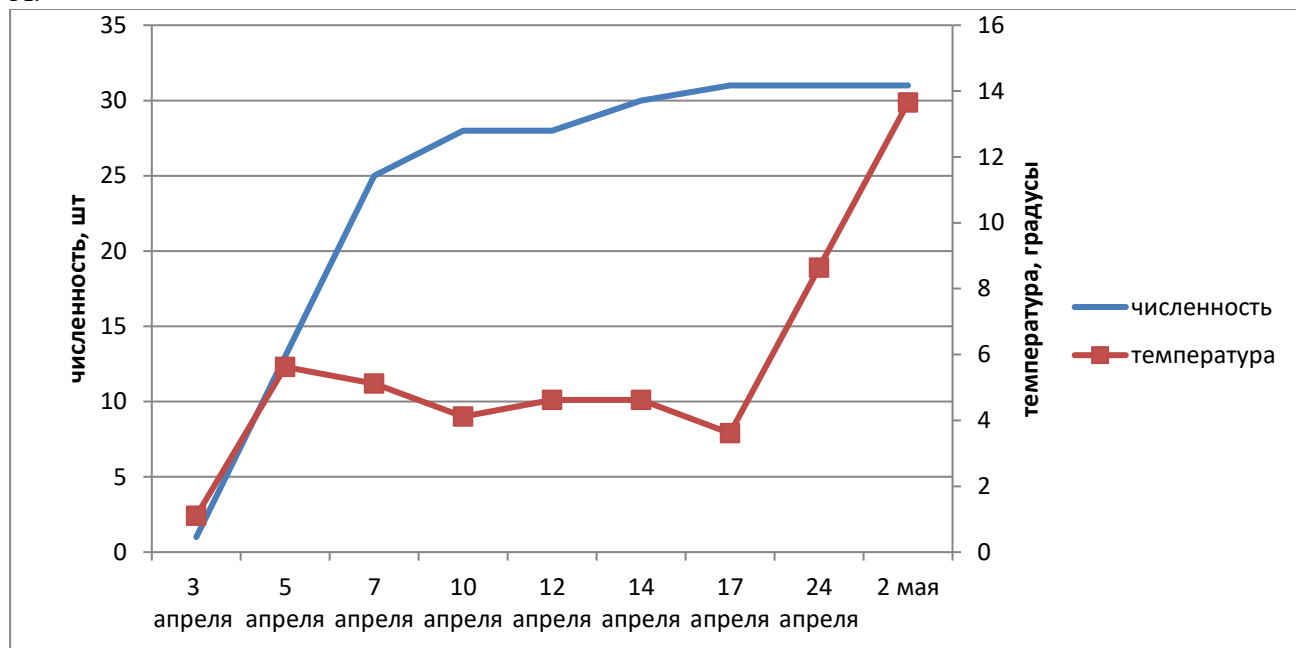
Площадка	3 апреля	5 апреля	7 апреля	10 апреля	12 апреля	14 апреля	17 апреля	24 апреля	2 мая
1	в	в,б	б,цв	цв, б	цв, б	цв	цв	цв	в, цв
2	в	в	в, б	б, в	б,в	б, цв	цв, б	цв	в

Прохождение фенологических фаз на площадках также сильно отличалось. На площадке 1 стадии наступали раньше, а такие стадии как бутонизация и цветение длились значительно дольше в сравнении с площадкой 2 (табл. 4).

### Чистяк весенний (*Ficaria verna*)

Динамика численности Чистяка весеннего на площадке 1 и 2 показана на рис.13, прохождение фенологических фаз в табл. 5.

А.



Б.

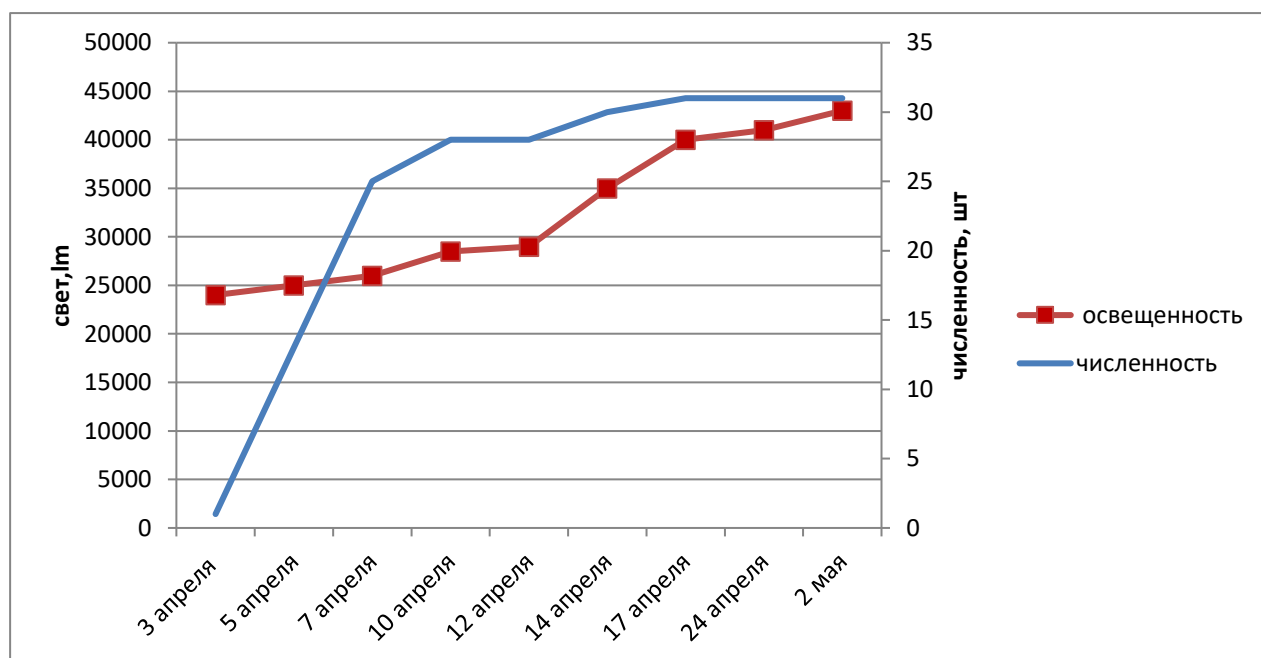


Рис. 13. Динамика численности Чистяка весеннего в зависимости от: температуры (А) и освещения (Б) на площадке 1.

Прохождение фенологических фаз Чистяка весеннего на площадке 1 и 2.

Площадка	3 апреля	5 апреля	7 апреля	10 апреля	12 апреля	14 апреля	17 апреля	24 апреля	2 мая
1	в	в	в	в	в	в	в	цв, б	цв

Чистяк весенний был зафиксирован только на площадке один. Его численность была невелика. Она росла равномерно с начала апреля до середины апреля и достигла 31 шт. (рис. 13). Она не коррелировала со скачками температуры (рис. 13, А) и освещенности (рис. 13, Б).

Вегетация Чистяка весеннего шла с начала апреля до 17 апреля, затем отмечались две короткие стадии бутонизации и цветения (табл. 5).

#### 4.4. Сравнение данных по площадке 1 и 2

Численность и прохождение фенологических фаз первоцветов на площадках значительно различались. Численность была выше на площадке 1, которая представляла более открытое место (опушка) и намного меньше под пологом широколиственного леса. Хохлатка плотная была главным доминантом травостоя на площадке 1 (опушка), Ветреничка лютиковидная – главным доминантом травостоя на площадке 2 (широколиственный лес).

Анализ абиотических факторов в течение весеннего вегетационного сезона на двух пробных площадок – опушки и леса показали, что температура почвы была примерно одинакова, однако освещение на лесном участке (площадка 2) резко упало при распускании листьев деревьев первого яруса.

Влажность почвы была достаточно стабильно высокая вплоть до конца апреля. Наибольшее снижение показателя «влажность почвы» отмечалось только в конце апреля, после прохождения видами основных стадий и в комплексе с другими факторами оказало влияние на окончание вегетации особей. При этом влажность сильно колебалась в течение сезона на площадке 1.

На изменение температуры – ее подъем температуры до 5 апреля и последующее снижение до 17 апреля влияли на виды площадки 1 (опушка) в значительно большей степени, чем на площадке 2 (лес). Это такие виды как Гусиный лук, Ветреничка лютиковидная. Появление новых особей Ветренички алтайской и Чистяка весеннего, не зависело от колебаний температуры.

Изменение освещенности, прежде всего ее резкое снижение при появлении листьев на деревьях вызвали снижение численности (усыхание, не возможность идентифицировать в травостое, нет появления новых особей) всех видов под лесным пологом на площадке 2.

Прохождение фенологических фаз под пологом леса и на опушке сильно отличаются. У всех видов на открытом месте (площадка 1) уменьшается продолжительность стадий вегетации и увеличиваются продолжительность стадий бутонизации и цветения. Начальные стадии развития особей под пологом леса (площадка 2) проходят длительнее, а конечные стадии резко укорачиваются при появлении листьев и снижении освещенности.

#### 4.5. Температура – лимитирующий фактор

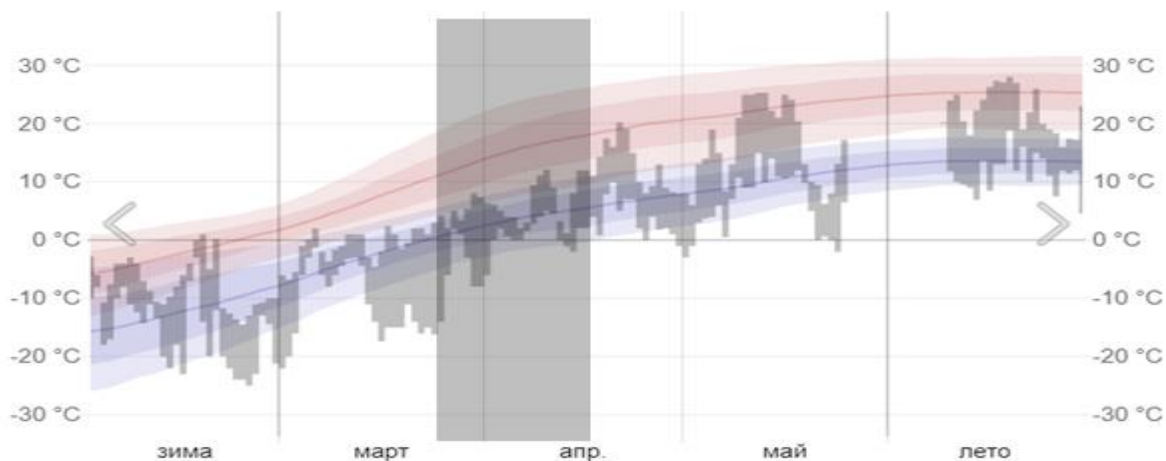
Таким образом, температура 5-6<sup>0</sup> является «стартовой» для начала вегетации первоцветов. В то же время температура 14-15<sup>0</sup> является верхним пределом и при достижении этой температуры наблюдается сокращение численности видов и окончание весенней вегетации. Температура достигла 5-6<sup>0</sup> 5 апреля. Затем до 17 апреля выше не поднималась. Резкое повышение температуры началось с 17 апреля и от +3<sup>0</sup> достигло +14<sup>0</sup> уже в начале мая. Появление в это время листьев на деревьях резко снизило освещенность. При этом влажность почвы была достаточно стабильно высокая вплоть до конца апреля.

Все это показывает, что главным климатическим фактором, определяющим развитие первоцветов является температура. Температура 5-6<sup>0</sup> запускает развитие видов, при достижении 14-15<sup>0</sup> наблюдаются конечные стадии развития. Фактор освещенности также является лимитирующим фактором для первоцветов, но связан с температурой, которая запускает развитие листового аппарата у деревьев, что снижает освещенность травяного яруса. Таким образом за лимитирующий фактор можно принять температуру, а лимитирующим диапазоном по этому фактору от 5 до 15<sup>0</sup>С.

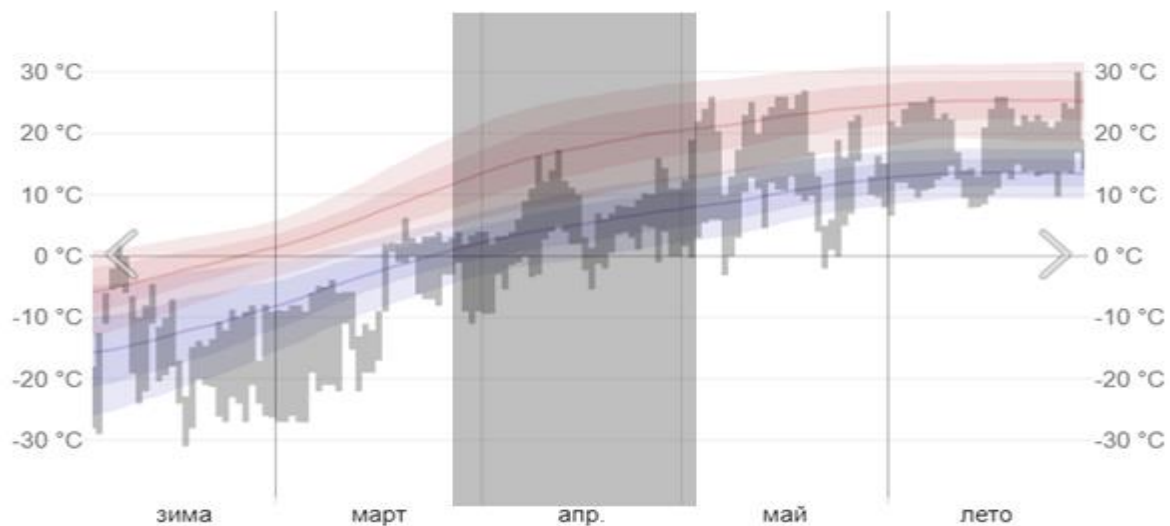
#### 4.6. Изменение климата и первоцветы

Анализ весенних периодов с 1992 года в городе Уфе с диапазоном температур 5-14<sup>0</sup> показывает что, что благоприятный период для развития первоцветов уменьшается (рис. 14). Если в 1992 и 1993 годах он составлял **25-32 дня**, то в 2022 и 2023 годах – **12 дней и меньше**.

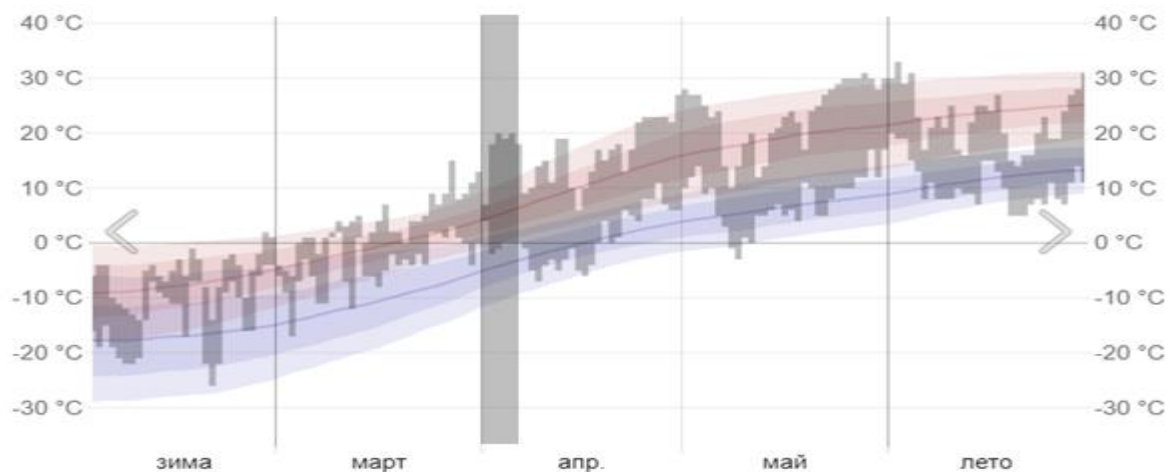
1992 год



1993 год



2022 год



2023 год

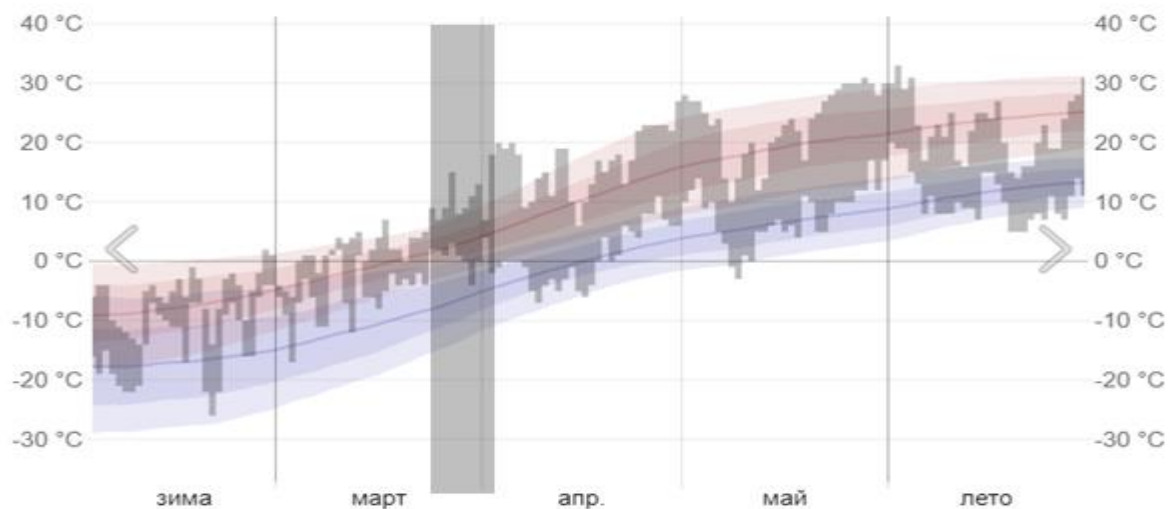


Рис. 14. Изменение весеннего периода с диапазоном температур 5-15<sup>0</sup> за 20 лет. Диапазон выделен серым цветом.

Предполагаем, что потепление климата на фоне других факторов (прежде всего – антропогенных), короткая и жаркая погода в апреле (более 14<sup>0</sup>) может сократить вегетацию до критически низких значений, что представляет угрозу для существования первоцветов в условиях города Уфы.

Главным климатическим фактором более поздних стадий развития первоцветов является освещенность. Открытые опушки и редколесья создают более благоприятные условия. Виды быстрее проходят основные фенологические стадии. Особенно заметное смещение стадий наблюдалось у Хохлатки плотной и Ветренички алтайской.

Сохранение первоцветов в городе при потеплении климата возможно, прежде всего, на опушках, поэтому эти местообитания надо сохранить.

## Выводы

1. Численность первоцветов на опушке значительно выше, чем под пологом широколиственного леса. Прохождение фенологических фаз под пологом леса и на опушке также сильно отличаются. У всех видов на опушке уменьшается продолжительность стадий вегетации и увеличиваются продолжительность стадий бутонизации и цветения. Начальные стадии развития особей под пологом леса проходят длительнее, а конечные стадии резко укорачиваются при появлении листьев и снижении освещенности.
2. Главным фактором, определяющим развитие первоцветов в городе Уфе, является температура. Температура плюс 5-6<sup>0</sup> является «стартовой» для их развития, а температура +14-15<sup>0</sup> является верхним пределом, при достижении которого наблюдается сокращение численности видов и окончание их весенней вегетации. Верхний предел фактора температуры действует на развитие первоцветов не на прямую, а через фактор освещенности, вызывая сильное затенение при появлении листьев на деревьях.
3. Потепление климата, короткая и жаркая погода в апреле (более 14<sup>0</sup>) может сократить вегетацию до критически низких значений, что представляет угрозу для существования первоцветов в условиях города Уфы. Благоприятный период для развития первоцветов за 20 лет уменьшился в более чем в два раза. Если в 1992 и 1993 годах он составлял 25-32 дня, то в 2022 и 2023 годах – 12 дней и меньше.
4. Сохранение первоцветов в городе при потеплении климата возможно, прежде всего, на опушках, где будет снижено влияние температурного фактора весной, поэтому эти местообитания надо сохранить.

## Литература

1. Анищенко Л.Н., Борздыко Е.В., Любимов В.Б., Мельников И.В. Первоцветы Брянской области. Брянск, 2015. 68 с.
2. Евсеева А.А. Эколого-флористический анализ раннецветущих эфемероидов Калуги и Обнинска // Вестник Калужского университета. 2020. №2. С. 70-73.
3. Жудова П.П. Геоботаническое районирование Башкирской АССР. - Уфа, 1966. 123 с.
4. Кадильникова Е.И. Климат // Очерки по физической географии г. Уфы и его окрестностей (в помощь учителю). Уфа, 1970. С. 72-89.
5. Климат Уфы. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 118 с.
6. Мукатанов А.Х. Почвенно-экологическое районирование Республики Башкортостан (почвенно-экологические округа). Уфа, 1994. 33 с.
7. Мулдашев А.А., Едрёнкина В.А., Миркин Б.М. Зеленая зона г. Уфы: современное состояние и проблемы // Вестник АН РБ, 2004. Т. 9. № 3. С. 73-77.
8. Полонская М. Лесные первоцветы в саду // Сад своими руками. №3, 1999. С.44-47.
9. Ишбирдина Л.М., Ишбирдин А.Р. Динамика растительности г. Уфы за 6080 лет// Ботан. журн. 1995. - Т. 80. N. 7. - С. 40-49.
- 10.Едренкина В.А. Флора и растительность зеленой зоны города Уфы: влияние человека и задачи охраны: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа. 2005. 16 с.
- 11.Определитель высших растений Башкирской АССР / Ю.Е. Алексеев, Е.Б. Алексеев, К.К. Габбасов и др. М.: Наука, 1988. 316 с.
- 12.Определитель высших растений Башкирской АССР / Ю.Е. Алексеев, А.Х. Галева, И.А. Губанов и др. М.: Наука, 1989. 375 с
- 13.[www.plantarium.ru](http://www.plantarium.ru) Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений.