

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВПО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Институт фундаментальной медицины и биологии  
Кафедра биоэкологии

Мезитова Лилия Дамировна

**ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ  
ОСОБЕННОСТЕЙ БЕЛОКРЫЛЬНИКА БОЛОТНОГО (*CALLA  
PALUSTRIS L.*)**

Выпускная квалификационная работа

Работа завершена

\_\_\_\_\_ 2014 г.

Л.Д.Мезитова

Рекомендуется к защите:

Научный руководитель,

к.б.н, доцент

\_\_\_\_\_ 2014 г.

К.К. Ибрагимова

Допускается к защите:

Заведующий кафедрой,

Профессор

\_\_\_\_\_ 2014 г.

И.И. Рахимов

Казань - 2014

Введение.

С ростом народонаселения и расширением производства общество усиливает свое воздействие на природную среду, которая постепенно утрачивает способность к самовосстановлению в полном объеме.

Прогрессирующее изменение естественных условий существования жизни на Земле в связи с деятельностью человека обуславливает гибель многих видов животных и растений, выполняющих важнейшие функции круговорота веществ и энергии биосфере.

Современные темпы истощения генофонда животного и растительного мира ставят под угрозу фундаментальное равновесие биосферы, что чревато необратимыми и пагубными для жизни на планете последствиями. Поэтому в условиях возрастающей антропогенной нагрузки сохранение видового разнообразия растений и животных становится одной из важнейших задач общества.

Под биологическим разнообразием понимается разнообразие всех форм жизни – растений, животных, микроорганизмов, составляющих их генов и экологических систем, в которые они включены как отдельные компоненты. В настоящее время биоразнообразие сокращается по причине деградации среды обитания, уменьшения численности отдельных популяций и вымирания видов (Сохранение и восстановление биоразнообразия, 2002).

Биологическое разнообразие представляет собой огромную ценность для человечества и имеет экологическое, генетическое, социальное, экономическое, научное, образовательное, культурное, рекреационное и эстетическое значение. Самым хрупким компонентом биоразнообразия, самым чутким интегрированным индикатором его неблагоприятных изменений являются редкие виды животных и растений.

Решение проблемы сохранения биологического разнообразия неразрывно связано с созданием и ведением Красных книг, а также функционированием системы особо охраняемых природных территорий, в число которых входят природные парки, заповедники, заказники, памятники

природы. В 1963 году появилась первая Красная книга Международного союза охраны природы (Red Data Book), состоящая из двух томов и включающая в себя сведения о 211 таксонах млекопитающих и 312 таксонах птиц. Книга представляла собой скрепленные по типу перекидного календаря страницы, каждая из которых посвящалась отдельному виду. Предполагалось, что листы будут выниматься и дополняться новыми, в зависимости от ситуации в деле охраны редких животных.

Международная Красная книга претерпела несколько переизданий: сведения пополнялись новыми видами, находящимися под угрозой исчезновения, тираж постоянно увеличивался. Изменилась и форма издания – теперь это уже были полноценные книги, обобщающие информацию о редких видах и их охране. Красные книги бывают различного уровня — международные, национальные и региональные.

В Республике Татарстан впервые Красная Книга издана в 1995 году. В нее включены редкие, исчезающие виды живых организмов, одним из них является Белокрыльчик болотный (*Calla palustris L.*).

Актуальностью работ по изучению редких и уязвимых видов флоры является то, что эти виды в силу их стенобионтности могут быть индикаторами состояния окружающей среды с одной стороны, и с другой - они являются неотъемлемой частью функциональных компонентов экосистем региона. Значимость редких видов особенно возрастает при увеличении антропогенного давления, связанного с антропогенной трансформацией естественных природных систем.

Для сохранения природных популяций *Calla palustris L.* необходимо охарактеризовать их онтогенетическую структуру, которая определяет устойчивость популяций и их способность к самоподдержанию. Для того чтобы выявить состояние популяции в условиях прилегающих к г. Казани территориях, нами была поставлена цель: изучение популяции *C. palustris L.* на территории Пригородного лесничества Республики Татарстан (РТ).

В соответствии с поставленной целью были определены задачи исследования:

1. Охарактеризовать эколого-фитоценотические условия обитания ценопопуляции (*C. palustris L.*) с применением экологических шкал.

2. На основе периодизации онтогенеза Т.А.Работновым, А.А.Урановым (1956, 1977, 1987 и др ) составить шкалы для выделения онтогенетических периодов и состояний особей белокрыльника болотного.

3. Оценить демографические показатели ценопопуляции *C. palustris L.*

4. Определить лимитирующие факторы для ценопопуляции *C. palustris L.* и сделать прогноз динамики на основе изучения онтогенетической структуры.

# Глава 1. Теоретические подходы к изучению популяций растений и биология Белокрыльника болотного

## 1.1. Биологические и экологические особенности Белокрыльника болотного.

Белокрыльник болотный (*C. palustris* L.) - единственный вид семейства Ароидные в Республике Татарстан, которое относится к порядку Аронниковые, классу Однодольные, отделу Покрытосеменные.

Белокрыльник болотный (*C. palustris* L.) - многолетнее травянистое растение с ползучими или лежачими побегами высотой 10—25 см. Имеет ползучее, членистое, ветвящееся корневище, которое стелется по поверхности грунта. В узлах от корневища отходят мочковатые придаточные корни.

Имеет одиночные, крупные листья на вегетативных побегах, а на цветущих побегах они собраны в розетку. Пластинка листа широкосердцевидная, заостренная, гладкая и блестящая, 6-14 см длиной и 5-11 см шириной, с перисто-дуговидным жилкованием, яйцевидно-сердцевидная, у вершины оттянуто-заостренная; густо зелёная сверху и более бледная с нижней стороны. Многочисленные боковые дуговидные жилки отходят от срединной на разных уровнях и, загибаясь вперед, сливаются в несколько жилок, достигающих до верхушки пластинки листа.

Черешок отходит над основанием перепончатого влагалища, верхняя часть которого свободно выдаётся, образуя крупный язычок. Толщина черешка до 1 см.

Однополые мелкие, до 1 см, без околоцветника цветки белокрыльника собраны в плотные соцветия-початки на толстой вертикальной ветви. Цветки окружены листом-покрывалом, зелёным снаружи и белым внутри. Покрывало служит для привлечения опылителей и отражает солнечные лучи, тем самым согревает голые цветки. После опыления цветков становится для дополнительного фотосинтеза. В початке сгруппированы пестичные и

тычиночные цветки, расположенные на верхушке. Желтоватый оттенок соцветию придают выступающие пыльники. Время цветения — с мая по июль.

Белокрыльник болотный (*C. palustris* L.) имеет мелкие (в диаметре 6—8 мм) плоды в виде ярко-красных сочных ягод. Они созревают через месяц после цветения, образуют цилиндрический початок. В европейской части России плодоносит в конце августа. Вначале овальные семена, фиолетовые с темными полосками, сухие, со временем они покрываются слизью.

Белокрыльник болотный (*C. palustris* L.) - типичный гигрогелофит. Теневыносливый вид, приуроченный к сильно обводненным местам с относительно богатым минеральным питанием: эвтрофным и мезотрофным болотам, старицам, озерам, ручьям, плавням и даже канавам. Хорошо размножается вегетативно на прибрежных участках, на мелководьях с хорошим грунтовым или намывным питанием. Предпочитает сырые азрируемые почвы со слабокислой, нейтральной (рН 4,1—6,0), бедные или промежуточные по содержанию азота. Белокрыльник очень живуч, не страдает даже от временного пересыхания водоема.

Опыление у белокрыльника происходит с помощью насекомых. Для ароидных характерен особый род энтомофилии — сапромиофилия — опыление навозными и падальными мухами. Их привлекает запах гниющего мяса, исходящий от соцветий ароидных. Плоды распространяются водоплавающими птицами, поедающими их, и с током воды и не теряют плавучести в течение многих месяцев. Вегетативное размножение белокрыльника с помощью корневищ конкурирует по продуктивности с семенным.

Белокрыльник болотный (*C. palustris* L.) - палеарктический бореальный вид, широко распространенный в Евразии и Северной Америке. Северная граница ареала идет по Карелии, Архангельской области, Печоре, Коми, Западной Сибири, Якутии. Южная граница — по Украине (Львовская,

Луганская, Киевская, Харьковская области), далее в России — Воронежская, Тамбовская, Пензенская, Оренбургская области, по Северному Казахстану, Алтайскому и Красноярскому краям, через Прибайкалье, Приамурье и Приморье. Встречается на Камчатке и Сахалине и на одном из островов Курильской гряды — Кунашире.

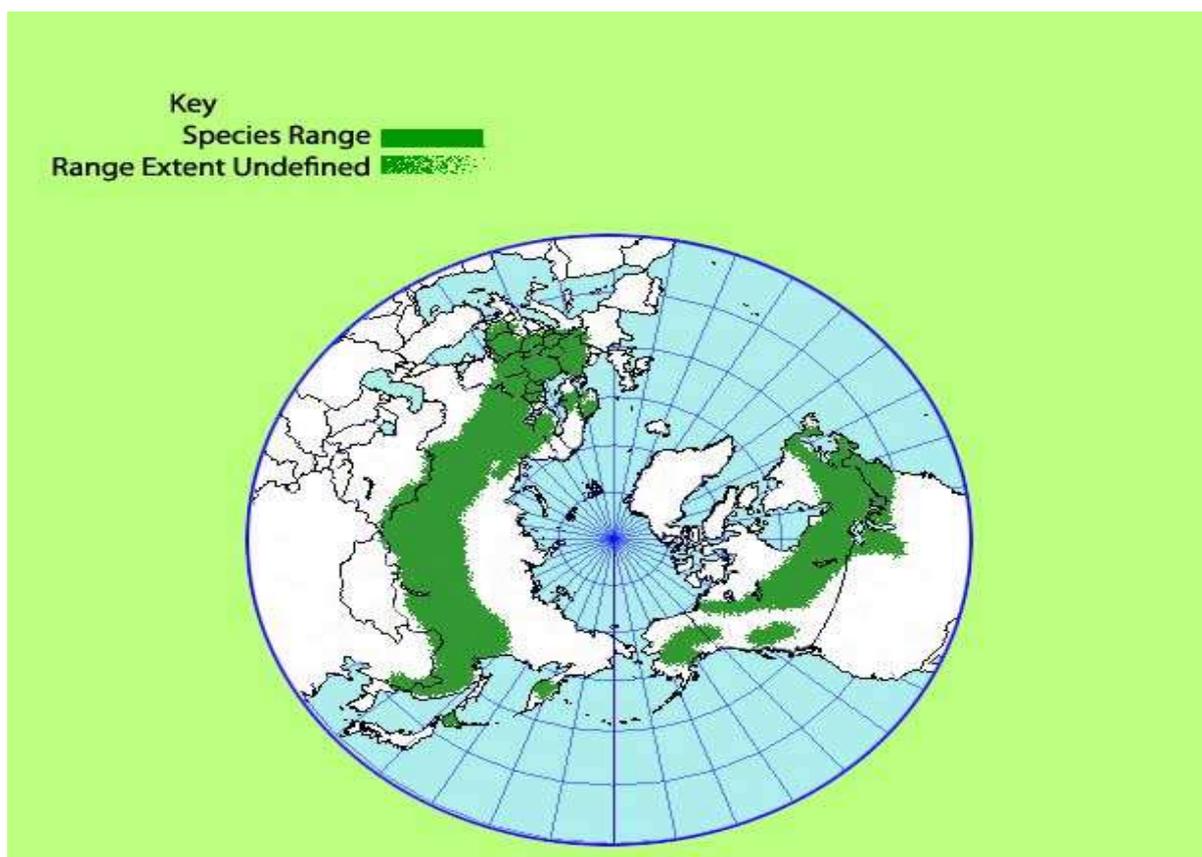


Рис.1. Ареал Белокрыльника болотного (*C. palustris* L.).

[[http://www.flora.dempstercountry.org/0.Site.Folder/Species.Program/Species.php?species\\_id=Calla.palus](http://www.flora.dempstercountry.org/0.Site.Folder/Species.Program/Species.php?species_id=Calla.palus)]

*C. palustris* L. представлен изолированными популяциями в Красноярском районе Самарской области; в Ульяновской области. Ближайшие места произрастания: северо-западные районы Орловской, Пензенской, Новобурасский и Ртищевский районы Саратовской областей, Большеберезниковский р-н Республики Мордовия; Волжско-Вятский, Волжско-Камский, Восточно-Закамский, Западно-Закамский, Восточно-

Закамский возвышенный природные регионы Республики Татарстан; Заволжский, Присурский, Центральный ботанико-географические районы Республики Чувашия (Сенатор, Саксонов, 2009).

Белокрыльник болотный (*C. palustris L.*) относится к группе сплавинообразующих гигрогелофитов. Сплавинообразующие гигрогелофиты – особая группа длиннопобеговых и полурозеточных растений с плагиотропными побегами и сходной структурой побеговых систем, которые выполняют собственную особую роль в формировании и поддержании сообществ на территориях низких уровней затопления и отмелей в прибрежной зоне водоёмов (Вишницкая, 2009).

Белокрыльник болотный (*C. palustris L.*) является индикатором для дистрофных озёр. Со временем такие озера превращаются в торфяные болота (Фрейндлиг А.В., 2003).

В официальной медицине белокрыльник не употребляется, относится к ядовитым растениям. Трава и корни белокрыльника содержат сапонины, флавоноиды, смолистые вещества, крахмал, органические кислоты, свободные сахара, много аскорбиновой кислоты (до 200 мг %). При сушке или варке ядовитые свойства белокрыльника утрачиваются.

Белокрыльник является одним из неприхотливых, холодостойких, быстро разрастающихся прибрежных растений, подходящих для озеленения и фитодизайна.

## **1.2. Распространение Белокрыльника болотного (*C. palustris L.*) в Татарстане и его охрана.**

Белокрыльник болотный (*C. palustris L.*) - редкое растение Республики Татарстан. В 1995 г. был включен в основной список Красной книги РТ. В новой редакции Красной книги Республики Татарстан (2005) внесен в список видов, нуждающихся на территории республики в постоянном контроле и наблюдении.

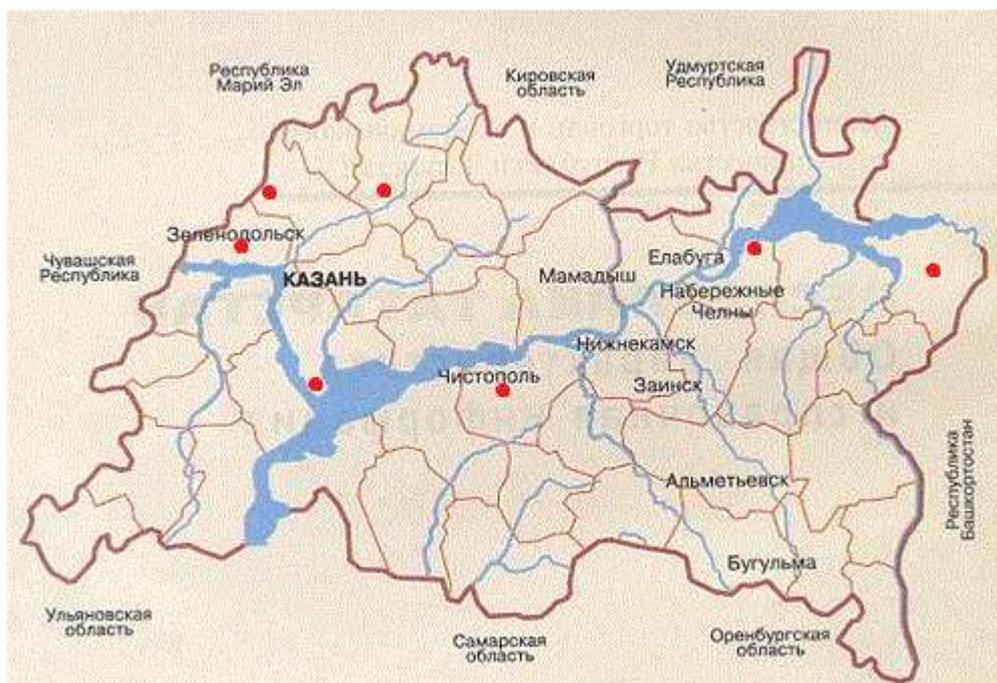


Рис.2. Карта находок Белокрыльника болотного (*C. palustris* L.) в Республике Татарстан (Красная книга РТ, 1995).

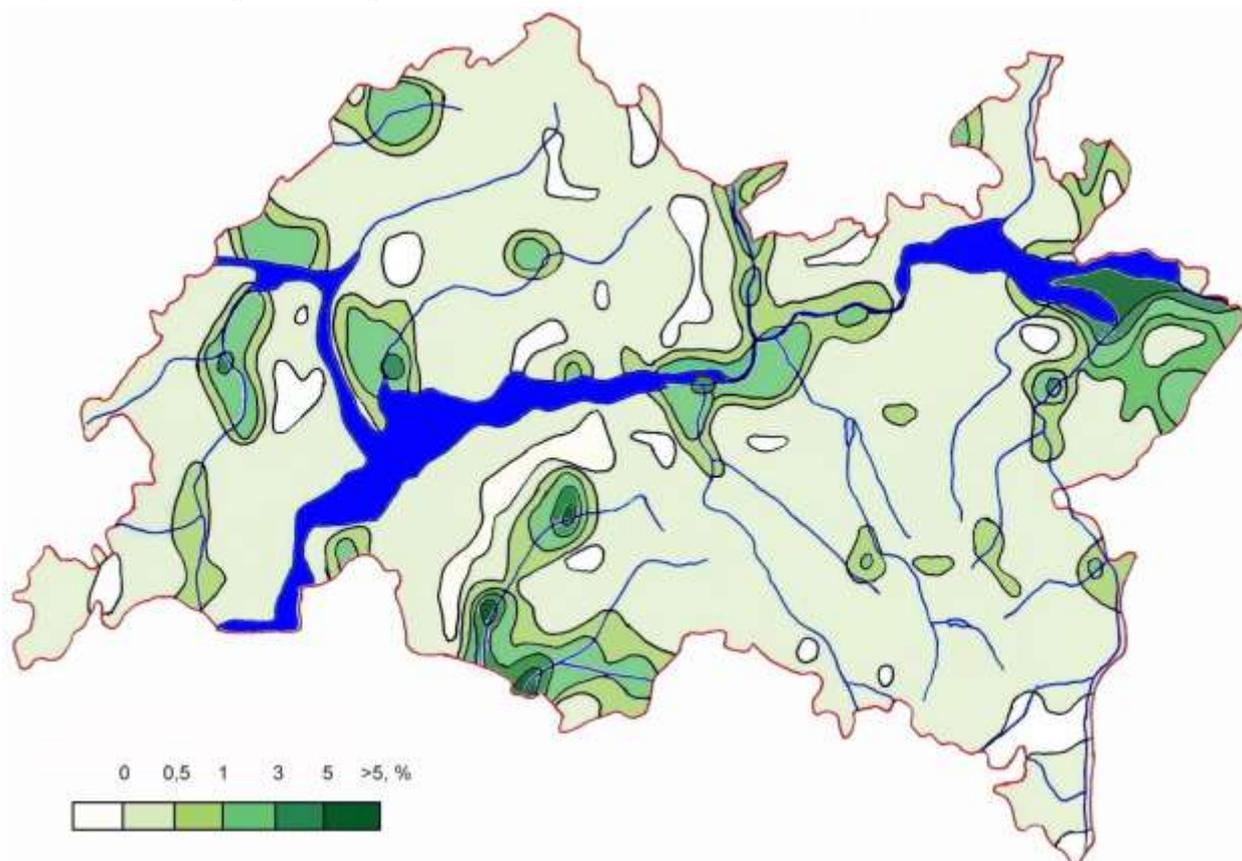


Рис.3. Заболоченность территории Республики Татарстан (<http://gisap.eu/ru/node/6711>).

На рис. 2 отражены места находок Белокрыльника болотного (*C. palustris L.*) в Республике Татарстан (Красная книга РТ, 1995). Если сравнить карту находок вида и карту заболоченности Республики Татарстан (рис.23), то можно сделать вывод о том, что в основном все находки приурочены к заболоченным местам. Анализируя карту заболоченности РТ можно предположить, что места обитания белокрыльника болотного будут обнаружены также в Черемшанском, Аксубаевском, Алькеевском, Спасском районах РТ.

По карте заболоченности (рис.3) можно видеть, что заболоченность Татарстана невысокая, составляет всего 0.4% (Апкин Р.Н., 2002). Величина увлажнения, близкая к величине испарения или уступающая ей, высокая степень расчлененности рельефа (территория республики расположена в области незатронутой четвертичными оледенениями), преобладание трещиноватых карбонатных материнских пород (пермской системы) накладывают значительные ограничения на развитие болотообразовательного процесса. Болотные массивы приурочены главным образом к долинам рек; они характеризуются небольшими размерами (средняя площадь 3.9 га) и относятся преимущественно к низинному типу (97% от всех известных) (Бакин О.В., 2009).

Уменьшение площадей болот в республике связана также с деятельностью человека. Основу экономики Республики Татарстан составляют промышленность и сельское хозяйство (Департамент внешних связей Президента Республики Татарстан, 1997-2014). В связи с этим идут активно мелиоративные работы, которые направлены на уменьшение площадей под болотами, для превращения их в сельскохозяйственные угодья.

Таким образом, важным лимитирующим фактором для Белокрыльника болотного в Республике Татарстан является сокращение естественных местообитаний. Другим, не полностью оцененным фактором, снижающим численность популяций *C. palustris L.*, является изъятие

растений в связи с использованием их в качестве элементов оформления искусственных водоемов в частных пригородных садах. Этот лимитирующий фактор может выступать, в ряде случаев, как определяющий существование популяций в пригородных зонах, где наиболее активно работают озеленители-фитодизайнеры, использующие ресурсы естественных экосистем. Использование диких форм в озеленении бывает не всегда успешным, так как растения, изъятые из природной среды, не могут адаптироваться к искусственно созданным для них условиям и часто погибают на новом месте. Это происходит с разными видами дикорастущих растений, имеющих декоративные свойства: страусник обыкновенный, белокрыльник болотный, любка двулистная, виды кувшинок и другие. Причиной снижения численности популяций редких видов декоративных дикорастущих растений в прилегающих к крупным городам естественных экосистемах является в настоящее время выкопка растений для озеленения. Значение данного негативного фактора в настоящее время мало изучено и не полностью оценено.

### **1.3. Изученность вида и его охрана в других регионах России.**

Белокрыльник болотный (*C. palustris L.*) - малоизученный вид в России. Анализируя литературные данные, касающиеся вида *C. palustris L.*, мы обнаружили, что большее количество публикаций посвящены исследованию его лекарственных и кормовых свойств, фитоценотической приуроченности и лекарственному значению этого вида (Смагина В.А., Волкова Е.М., 2012; Болота Горного Алтая..., 2009 и др.). Литературные данные малочисленны и носят фрагментарный характер.

Онтогенез *C. palustris L.* изучен недостаточно. Нет сведений о возрастной и пространственной структурах ценопопуляций вида. Нет данных по реализации фундаментальной экологической ниши вида.

Так как вид является декоративным растением, не требующего особого ухода, в литературных источниках имеются описания ухода и выращивания белокрыльника. Подробно дается инструкция для посадки и дальнейшего ухода за растением.

Белокрыльник болотный рассматривается как сплавинообразующий гигрогелофит (Вишнецкая, 2009). Автором изучено разнообразие структурно-биологических особенностей и модульная организация *S. palustris* L. и других сплавинообразующих видов (сабельник болотный (*Comarum palustre* L.) и вахта трёхлистная (*Menyanthes trifoliata* L.), морфогенез побега, морфо-биологические адаптации растений к освоению территорий с повышенной влажностью.

Белокрыльник болотный в Красную книгу РФ не включен. Вид занесен в Красную книгу Воронежской (2011) (статус 3), Самарской (2007), Смоленской (1997), Белгородской (2005) (статус 1 - как особо ценный вид), Курской (2001,2013), Магаданской (2008), Мурманской (2003, 2014), Саратовской (2006) (статус 1 - под угрозой исчезновения) областей, Алтайского края (2006) (статус 3 - как редкий вид), Камчатки (2007), Чувашской Республики. В большинстве регионов *S. palustris* L. включен в Красные Книги как редкий вид, имеющий статус 3- редкий, встречающийся рассеяно. В областях, которые приурочены к южной границе ареала, имеет статус 1- редкий, находящийся под угрозой исчезновения.

#### **1.4. Теоретические основы изучения популяций растений на современном этапе.**

Последнее десятилетие XX века было объявлено ООН и ЮНЕСКО десятилетием изучения биоразнообразия на нашей планете. Кроме таксономического и биоценотического аспектов, эта проблема также включает описание внутривидового биоразнообразия. С разных сторон его рассматривают популяционные генетики и экологи.

Для выяснения биологических особенностей видов растений используется детальный анализ популяции: исследование онтогенетической, половой, пространственной структуры, эффективности семенного воспроизведения и т.д. Формирование представлений о структуре и динамике фитоценозов, а затем и биогеоценозов является приоритетным для отечественной науки (Морозов, 1930; Сукачев, 1945, 1955; Дылис, 1978). Одновременно с развитием фитоценологии в ее недрах появился раздел демографии растений, где была сформулирована задача исследования фитоценоза как системы взаимодействующих популяций (Работнов, 1950, 1964; Уранов, 1975; Ценопопуляции растений, 1976, 1977, 1988). Отличительной особенностью отечественной демографии является сочетание глубокого исследования морфологии, биологии и экологии большинства компонентов фитоценозов с разработкой универсальных методов оценки онтогенетической и пространственной структуры популяций и с построением иерархий популяционных единиц (Смирнова, 1987; Заугольнова, 1994).

Популяционная экология призвана разрабатывать научные основы сохранения видов растений и животных, которым угрожает исчезновение, для чего необходимы тщательные детальные исследования их популяций в естественной среде. Одна из задач популяционной экологии - поиск путей предотвращения полного вымирания промысловых животных при их хозяйственном использовании. Для эколога-популяциониста основным объектом исследования становится популяция животного или растения в естественных природных условиях, а задача, которую он решает, - получение необходимых сведений о состоянии той или иной популяции. Решение подобной задачи возможно лишь при детальном изучении таких популяционных параметров, как пространственные изменения популяции (изучение миграционных процессов) и изменения во времени (динамика числа особей данного вида).

Ценопопуляционные исследования в целом не только вносят вклад в теоритическую экологию, ботанику, демэкологию и физиологию растений,

но также имеют и практическую направленность. Они являются биологической основой для разработки способов рационального использования естественных растительных ресурсов и их охраны, выявления возможностей восстановления растительного покрова на нарушенных землях, изучения возможностей интродукции видов, определения адаптационных характеристик редких растений к факторам среды в природных условиях и при их интродукции, определения диагностических признаков дикорастущих видов на начальных этапах онтогенеза для упрощенного их определения при проведении флористических и фитоценологических исследований и т.д. (Ильина В.Н., 2004)

Осознание биоты экосистемы как структурно-динамического единства стало возможным только с позиций популяционной биологии (Работнов, 1950; Уранов, 1975; Смирнова, и др., 1993; Смирнова, 1998; 2004; Восточноевропейские леса., 2004), когда весь живой покров Земли стали рассматривать как множество сосуществующих и взаимодействующих популяций.

На современном этапе оценивается потенциальная экологическая валентность вида (Жукова и др., 2007) - как мера приспособленности вида к тому или иному экологическому фактору. В основном для определения экологической валентности видов используются шкалы Н.Д. Цыганова.

Значительный интерес представляет изучение онтогенеза видов и его поливариантности в различных частях их ареалов и экологических условиях (Ценопопуляции растений, 1988; Тетерюк, 2001 и др.). Поливариантность онтогенеза можно рассматривать как важнейший адаптационный механизм популяционного уровня, обеспечивающий гетерогенность популяций и способствующий их устойчивости в быстро меняющихся условиях среды (Жукова, Комаров, 1990).

Изучение и оценка особенностей онтогенеза многолетних травянистых растений позволяет лучше понять структуру и функционирование растительных сообществ (Сизов, 2001).

Проводимые исследования имеют большое теоретическое и прикладное значение, поскольку являются научной основой сохранения и мониторинга редких охраняемых видов сосудистых растений. В «Стратегии сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов» (Приложение к Приказу МПР России от 6 апреля 2004 г. № 323) сформулировано несколько важных задач, без выполнения которых невозможно обеспечение устойчивого существования этих видов: изучение биологических особенностей редких видов и механизмов действия лимитирующих факторов, инвентаризация и составление кадастров, организация мониторинга, разработка биологических принципов и способов сохранения, совершенствование мер по их сохранению. К сожалению, реализация этих задач у ботаников вызывает большие сложности. Если для зоологических работ традиционно предметом изучения является численность, динамика и структура популяций животных, то активное развитие популяционной биологии растений в России началось в 60-70-ые годы XX века и данные только накапливаются. Большие затруднения вызывают вопрос о счетной единице растений разных жизненных форм, трудоемкость методик, необходимость многолетних стационарных и полустационарных исследований, организация сети мониторинга (Тетерюк, 2001).

Ценопопуляционные исследования позволили более точно составить карты ареалов и очерки по редким представителям флоры регионов, занесенных в региональную Красную книгу.

Анализируя наиболее существенную проблематику популяционно-онтогенетических исследований, можно выделить главные направления (Ильина В.Н., 2006):

- 1) изучение онтогенеза еще не исследованных видов: из сосудистых растений России к настоящему времени описано немногим более 1000 видов или 0,4% флоры; единичны случаи описания онтогенеза водорослей, лишайников и мохообразных;

- 2) детальное изучение жизненных форм растений, биоморфного состава видов, комплексов и систем побегов корней, включая поливариантность развития особей (популяционная морфология растений);
- 3) исследование структуры и динамики популяций;
- 4) изучение физиологической и биохимической поливариантности особей видов на разных этапах онтогенеза;
- 5) использование популяционных методов в фитоценологии и биогеоценологии;
- 6) развитие биоиндикационной популяционной биологии;
- 7) популяционное моделирование;
- 8) исследование жизненных стратегий видов и конкуренции растений;
- 9) выявление закономерностей репродуктивной активности особей в популяциях.

## Глава 2. Физико-географическое описание района исследования.

Нами изучалась ценопопуляция Белокрыльника болотного (*S. palustris* L.), находящаяся в 26 квартале Пригородного лесничества (лесной массив «Дубравная»). Популяция занимает всю территорию зарастающего лесного озера карстового происхождения, кроме водного зеркала.



Рис.4. Место исследования - зарастающее озеро карстового происхождения в 26 квартале Пригородного лесничества ( лесной массив «Дубравная»).

По физико-географическому районированию часть кварталов Пригородного лесхоза располагается в Нижне-Мешинском эрозионно-расчлененном равнинном районе. В сложении района господствуют отложения татарского яруса, а склоны долин, балок сложены верхнеказанскими породами, которые представлены в районе глинистыми

известняками, известковистыми доломитами, глинами, мергелями, песчаниками с прослойкой гипса. Тектонически район спокойный. По рельефу это расчлененная долинами рек равнина (Ступишин А.В, 1964) . Климат района умеренно-континентальный, с холодной зимой и жарким летом. Средняя годовая температура  $+3.3^{\circ}\text{C}$ . За год выпадает 460 мм осадков, из них 370 мм выпадает за теплый период года, за май-июнь - 99 мм. Весна обычно дружная, снежный покров полностью разрушается после 13 апреля. С 12 апреля средние суточные температуры переходят через  $0^{\circ}\text{C}$ , а 8 мая кончаются заморозки, но в отдельные годы они бывают и в первых числах июня. Быстро прогревается почва, на глубине 20 см средняя апрельская температура  $+1.8^{\circ}\text{C}$ , в мае -  $+11.7^{\circ}\text{C}$ , в июне  $+20.5^{\circ}\text{C}$ . Сумма среднесуточных температур выше  $0^{\circ}\text{C}$ - 2550, выше  $5^{\circ}\text{C}$ - 2500, выше  $15^{\circ}\text{C}$  - 1500 градусов. Продолжительность вегетационного периода 172 дня. Заморозки обычно начинаются с 26 октября, а в иные годы с 15 сентября. Переход средних суточных температур через  $0^{\circ}\text{C}$  происходит в среднем 11 ноября. Снежный покров устанавливается с 15 ноября и лежит около 150 дней. Высота снежного покрова 40-45 см. Зима холодная, сумма температур ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  равна 1100 градусов (Колобов В.Н., 1968).

В условиях Среднего Поволжья в последние десятилетия произошли заметные климатические изменения, проявившиеся в росте зимне-весенних температур, увеличении продолжительности безморозного и вегетационного периодов, в росте сумм активных температур и осадков (Переведенцев, 2011).

Наиболее распространенными почвами района являются в различной степени глинистые и суглинистые оподзоленные почвы. Это светло-серые или серые среднеподзолистые и пылевато-глинистые и суглинистые на делювиальных и элювиальных пермских глинах и суглинках. Имеют слабо выраженный светло-серый подзолистый горизонт. В правобережье р.Меша развиты темно-серые слабо-подзолистые глинистые и тяжелосуглинистые почвы на элювиальных и делювиальных глинах и суглинках. Они имеют

мощный гумусовый горизонт, высокое содержание гумуса (6-8%) и по своему качеству близки к черноземам. Район сильно распахан, в настоящее время все больше наступает город. Естественные растительные формации представлены лесами и лугами. Небольшие по площади массивы лесов разбросаны по всему району, по пологим склонам и водоразделам, это в основном широколиственные леса, дубравы и, возникшие на месте их вырубок, кленово-липовые и мелколиственные леса (Сосудистые растения Татарстана, 2000).

### Глава 3. Методы исследований.

Для характеристики местообитания ценопопуляции проводились геоботанические описания фитоценозов (Полевая геоботаника, 1964; Полевой экологический практикум, 2000). Полученные при этом списки видов анализировались с помощью экологических шкал Д.Н. Цыганова (1983) для исследования диапазона экологических условий местообитаний изучаемого вида. Определение экологических условий обитания *Calla palustris* L. проводилось на основе экологических шкал Д.Н. Цыганова (1983) с использованием показателей потенциальной и реальной экологической валентности, коэффициента экологической эффективности, индекса толерантности (Жукова, 2003, 2004).

При изучении онтогенеза была принята концепция дискретного описания, предложенная Т.А. Работновым (1950), дополненная и модифицированная А.А. Урановым (1975) и его учениками (Ценопопуляции растений, 1976, 1988). Онтогенетическая структура ценопопуляции *C. palustris* L. изучена по общепринятым методикам (Работнов, 1950; Ценопопуляции..., 1976, 1988).

Для описания онтогенеза *C. palustris* L. использовался сравнительно-морфологический метод и выделялись качественные диагностические признаки онтогенетических состояний.

Для изучения онтогенетической структуры ЦП *C. palustris* L. использовался метод учетных площадок: производился учет особей разных онтогенетических групп на 25 площадках по 1 м<sup>2</sup> квадратной формы, заложенных произвольным образом.

При анализе онтогенетической структуры ценопопуляций вида основывались на представлениях о характерном и базовом спектрах (Заугольнова, Смирнова, 1978; Заугольнова, 1994).

Статистическая обработка данных выполнена с применением программ STATISTICA 6.0 for Windows и Microsoft Excel.

## Глава 4. Эколого-фитоценотические условия обитания Белокрыльника болотного (*C. palustris* L.).

### 4.1. Фитоценотические условия обитания ценопопуляции *C. palustris* L.

Изучены ценопопуляция *C. palustris* L. расположенная на территории зарастающего озера, на берегах которого были заложены геоботанические площади. Был составлен флористический список и произведен его анализ (таблица 1 и 2). Всего отмечено 22 вида, которые относятся к 13 семействам.

Таблица 1.

Видовой список растений, их жизненные формы в составе фитоценоза зарастающего озера.

	Виды	Семейство	Жизненная форма по Раункиеру
1	Калужница болотная ( <i>Caltha palustris</i> )	Лютиковые	Гемикриптофиты
2	Лютик ползучий ( <i>Ranunculus repens</i> )	Лютиковые	Гемикриптофиты
3	Горец земноводный ( <i>Polygonum amphibium</i> L.)	Гречишные	Терофиты
4	Кизляк кистецветковый ( <i>Naumburgia thyrsielora</i> L.)	Первоцветные	Криптофиты
5	Вербейник обыкновенный ( <i>Lysimachia vulgaris</i> )	Первоцветные	Гемикриптофиты
6	Ива ушастая ( <i>Salix aurita</i> )	Ивовые	Фанерофиты
7	Ива пепельная ( <i>Salix cinerea</i> L.)	Ивовые	Фанерофиты
8	Кипрей болотный ( <i>Epilobium palustre</i> L.)	Ослинниковые	Гемикриптофиты

9	Подмаренник топяной ( <i>Galium uliginosum</i> )	Мареновые	Гемикриптофиты
10	Паслен сладко-горький ( <i>Solanum dulcamara</i> )	Пасленовые	Фанерофиты
11	Незабудка болотная ( <i>Myosotis palustris L.</i> )	Бурачниковые	Гемикриптофиты
12	Шлемник обыкновенный ( <i>Scutellaria galericulata</i> )	Губоцветные	Гемикриптофиты
13	Мята полевая ( <i>Mentha arvensis</i> )	Губоцветные	Гемикриптофиты
14	Зюзник европейский ( <i>Lycopus europaeus</i> )	Губоцветные	Гемикриптофиты
15	Частуха подорожниковая ( <i>Alisma plantago-aquatica</i> )	Частуховые	Криптофиты
16	Камыш лесной ( <i>Scirpus sylvaticus</i> )	Осоковые	Криптофиты
17	Осока острая ( <i>Carex acuta L.</i> )	Осоковые	Криптофиты
18	Осока черная ( <i>Carex nigra</i> )	Осоковые	Криптофиты
19	Осока пузырчатая ( <i>Carex vesicaria L.</i> )	Осоковые	Криптофиты
20	Осока лисья ( <i>Carex vulpina</i> )	Осоковые	Гемикриптофиты
21	Луговик дернистый ( <i>Deschampsia cespitosa</i> )	Мятликовые	Гемикриптофиты
22	Белокрыльник болотный ( <i>Calla palustris L.</i> )	Ароидные	Гемикриптофиты

Преобладающим по числу видов является семейство Осоковые (рис.5). Второе место по количеству видов занимает семейство Губоцветные (14%). Семейство Лютиковые, Первоцветные и Ивовые имеют одинаковую долю в фитоценозе (9%).

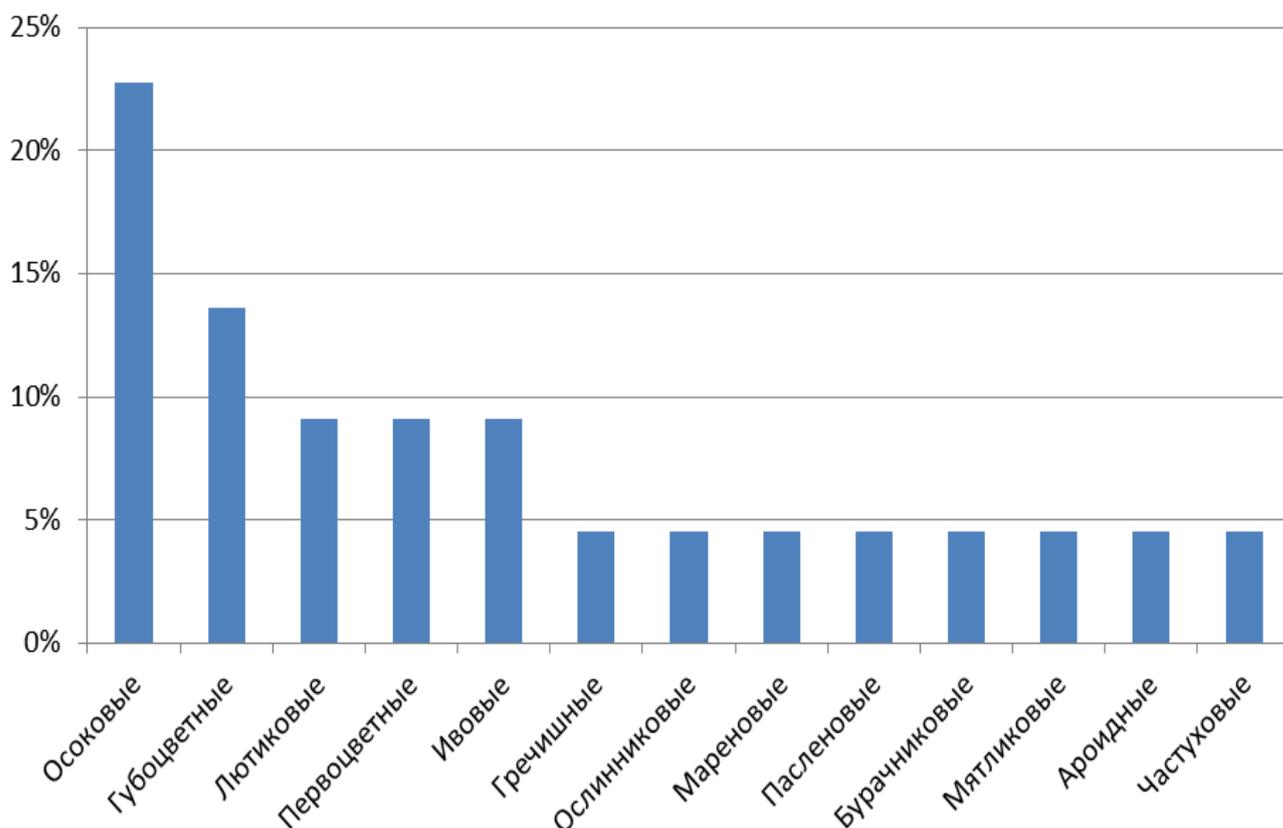


Рис.5. Доля растений различных семейств в сложении фитоценоза зарастающего озера.

Был также сделан анализ по жизненным формам по классификации Раункиера. В исследуемом фитоценозе представлены все формы, кроме хамефитов (рис.6). Доминирующей формой является гемикриптофиты, что характерно для растительных сообществ умеренно холодных зон. Более четверти (27%) от числа видов занимают криптофиты, в основном, это виды, которые имеют почки возобновления, находящиеся под водой. Терафиты представлены 1 видом, это горец земноводный, который характерен для околководных фитоценозов, и занимают 5% всего фитоценоза, что характерно для антропогенно слабо нарушенных экосистем (Горчаковский, 1996).

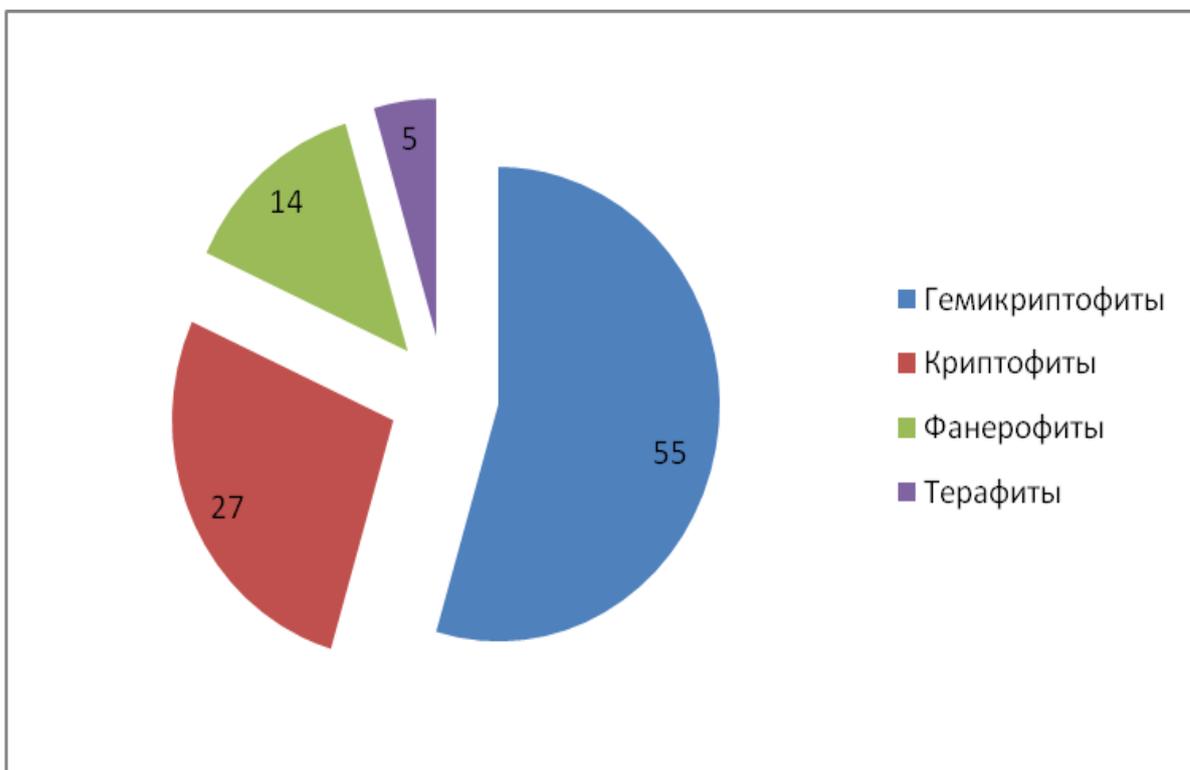


Рис.6. Соотношение растений различных жизненных форм по К. Раункиеру.

Нами проведен анализ видового состава по приуроченности к экотопу и по степени «верности» болоту (Бакин,2009) (Табл.2). Большая часть растений фитоценоза может быть отнесена к лугово-болотным видам, к водно-болотным видам. Это говорит о сукцессионном процессе, который развивается и постепенно приводит к зарастанию лесного озера и развитию низинного болота.

Образование низинного болота начинается с процесса непрерывного выноса в озеро минеральных и органических частиц грунта, смытых с водосборной площади озера и с отложения отмирающих растений. Происходит постепенное обмеление озера. Вместо высоких камышей и тростников, развиваются мелководные растения (хвощи, осоки, ...), их отложения хотя и поднимаются над поверхностью воды в озере, но затопляются весенними и летними высокими водами, отлагающими принесенные или взмученные частицы ила.

Таким образом, на месте водоема образуется болото, более низкое по положению, называемое, поэтому в классификации низинным, по растительности его называют травяным (Сукачев, 1926).

Таблица 2.

Анализ видового состава фитоценоза с участием белокрыльника по приуроченности к экотопу и по степени связи с болотом.

	Виды	Приуроченность к экотопу	Балл «верности» болоту
1	Калужница болотная ( <i>Caltha palustris</i> )	водно-болотный	2
2	Лютик ползучий ( <i>Ranunculus repens</i> )	лугово-болотный	2
3	Горец земноводный ( <i>Polygonum amphibium L.</i> )	водно-болотный	2
4	Кизляк кистецветковый ( <i>Naumburgia thyrsoidea L.</i> )	водно-болотный	4
5	Вербейник обыкновенный ( <i>Lysimachia vulgaris</i> )	лугово-болотный	2
6	Ива ушастая ( <i>Salix aurita</i> )	лесо-болотный	3
7	Ива пепельная ( <i>Salix cinerea L.</i> )	лесо-болотный	2
8	Кипрей болотный ( <i>Epilobium palustre L.</i> )	лугово-болотный	3
9	Подмаренник топяной ( <i>Galium uliginosum</i> )	лугово-болотный	3
10	Паслен сладко-горький ( <i>Solanum dulcamara</i> )	лесо-болотный	2
11	Незабудка болотная ( <i>Myosotis palustris L.</i> )	лугово-болотный	3
12	Шлемник обыкновенный ( <i>Scutellaria galericulata</i> )	лугово-болотный	2

13	Мята полевая ( <i>Mentha arvensis</i> )	лугово-болотный	2
14	Зюзник европейский ( <i>Lycopus europaeus</i> )	лугово-болотный	2
15	Частуха подорожниковая ( <i>Alisma plantago-aquatica</i> )	водно-болотный	2
16	Камыш лесной ( <i>Scirpus sylvaticus</i> )	лесо-болотный	2
17	Осока острая ( <i>Carex acuta L.</i> )	водно-болотный	2
18	Осока черная ( <i>Carex nigra</i> )	лугово-болотный	2
19	Осока пузырчатая ( <i>Carex vesicaria L.</i> )	водно-болотный	3
20	Осока лисья ( <i>Carex vulpina</i> )	лугово-болотный	2
21	Луговик дернистый ( <i>Deschampsia cespitosa</i> )	луговой	2
22	Белокрыльник болотный ( <i>Calla palustris L.</i> )	водно-болотный	2

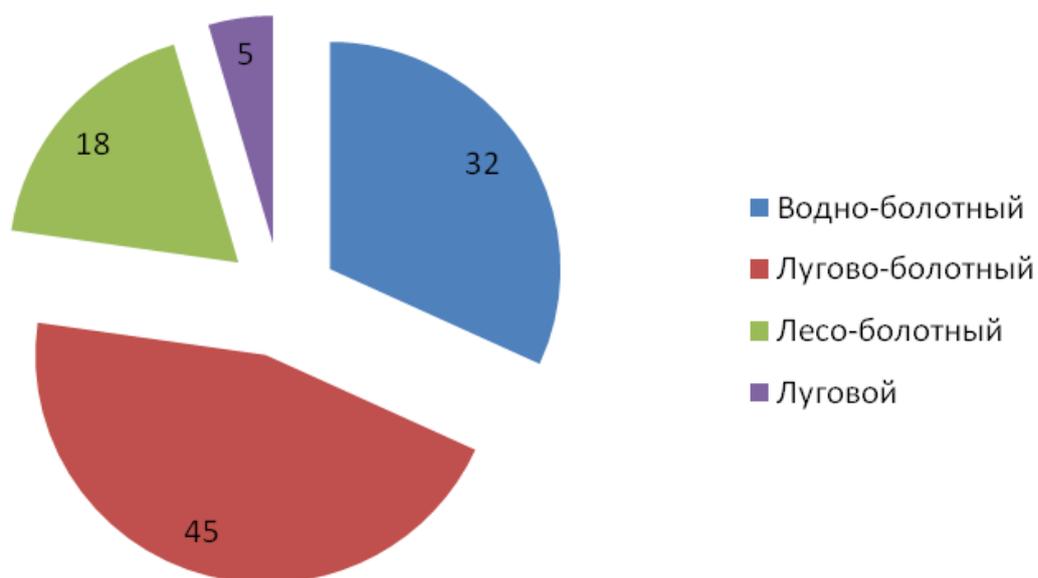


Рис.7. Доля видов разных эколого-ценотических групп в сложении фитоценоза (Бакин,2009).

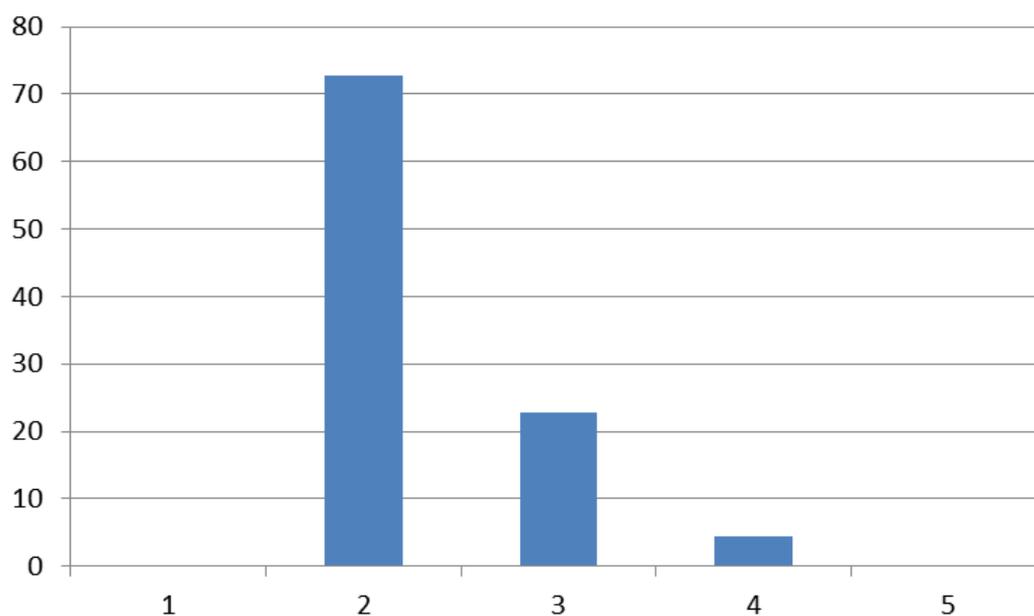


Рис.8. Соотношение видов растений по степени их «верности» болоту (%).

Бореальный характер флоры болот особенно проявляется в отношении флороценотического комплекса (ФЦК) (Юрцев Б.А., 1971), включающего виды, облигатно или преимущественно связанные с болотами. По степени связи («верности болоту») виды подразделяются на пять групп: I – случайный вид, II – индифферентный, III – встречающийся в разных экотопах, но оптимально развивающийся на болотах, IV – предпочитающий болото, V – встречающийся почти исключительно на болотах. К ФЦК болот отнесены группы III–V – всего 6 видов, что составляет 28% от всех видов фитоценоза (рис.8). Эти виды связаны с торфяным субстратом, важнейшей особенностью которого является бедность азотом и минеральными веществами. ФЦК дает более четкое представление о природе болот, нежели болотная флора в целом, где велика доля случайных видов (Бакин, 2009). Большинство видов (73%) относятся к группе индифферентных.

Таким образом, мы можем сказать, что зарастающее озеро по видовому составу его флоры относится к осоковым низинным болотам.

Преобладающей жизненной формой являются гемикриптофиты. Доминируют растения лугово-болотных и водно-болотных эколого-ценотических групп.

#### **4.2. Экологическая характеристика ценопопуляции Белокрыльника болотного (*Calla palustris* L.) по шкалам Цыганова.**

Экологическое пространство сообщества задается диапазонами значений экологических факторов, которые в совокупности определяют экологический режим местообитания рассматриваемого сообщества. Значения факторов среды могут быть определены методами фитоиндикации. Фитоиндикация местообитаний – диагностика экологических параметров местообитаний по произрастающим на нем видам растений – является достаточно распространенной и традиционной процедурой в современных геоботанических и экологических исследованиях. Наиболее известными и часто используемыми при обработке геоботанических данных для территории европейской части России являются отечественные экологические шкалы Л.Г.Раменского (Раменский и др., 1956) и Д.Н. Цыганова (1983), а также европейские шкалы Г. Элленберга и Э. Ландольта (Ценофонд лесов...). В европейских шкалах указана точечная оценка оптимума вида по каждому фактору, а в шкалах Л.Г. Раменского и Д.Н. Цыганова приводится интервальная оценка условий, в которых встречаются ценопопуляции вида. Диапазонные шкалы позволяют провести оценку экологических ниш видов растений по представленным факторам среды обитания (Зубкова, 2011).

В ходе работы для оценки экологической валентности вида были использованы точечные шкалы Ландольта (Ценофонд лесов...) и диапазонные шкалы Цыганова (Цыганов, 1988). В экологических шкалах Э.Ландольта (1977) на осях факторов среды выделяется небольшое число градаций и виды сразу объединяются в экологические группы. Шкалы Д.Н. Цыганова объединяют и систематизируют знания об экологических потребностях растений. При создании шкал автор опирался на значительное

число литературных источников и, в том числе, картографические материалы.

На рис.9 представлен фрагмент потенциальной и реализованной экологической ниши *C. palustris L.* по точечной шкале Ландольта (Ценофонд лесов....). По полученной полиграмме видно, что по всем изученным факторам, кроме азотосодержания, Белокрыльник болотный (*C. palustris L.*) полностью реализует экологическую валентность. По шкале азотосодержания условия низинного болота оказываются выше потребности вида.

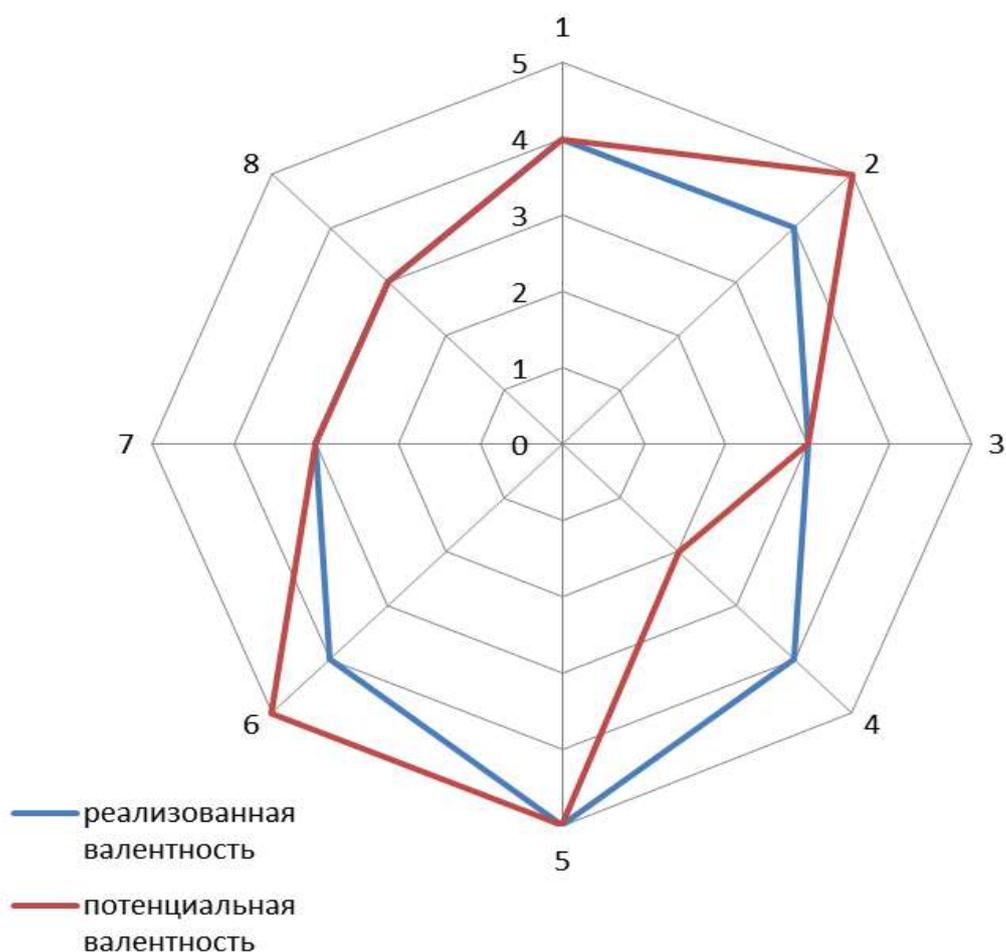


Рис. 9. Фрагмент потенциальной и реализованной экологической ниши ценопопуляции Белокрыльника болотного по шкалам Ландольта (Ландольт, 1977): синяя линия - потенциальная, красная-реализованная (1-температура, 2-увлажнение почвы, 3-кислотность, 4-азотосодержание, 5-гумус, 6-гранулометрический состав, 7-освещенность, 8-континентальность).

Экологический анализ по шкале Цыганова (1983) показал, что белокрыльник болотный по условиям местообитания, в котором производились исследования, растет на почвах по влажности от сухолесолуговых до прибрежно-водных, по азотосодержанию от безазотных до достаточно обеспеченных азотом, по кислотности от сильно кислых до слабощелочных, по солевому режиму от особо бедных до слабозасоленных почв (Табл.3). По характеру освещенности условия среды представлены от внелесных (открытые пространства) до густосветолесных. Диапазон климатических условий обитаний вида располагается по континентальности от океанического до континентального/ультраконтинентального, по омброклиматической шкале аридности-гумидности от мезоаридного до гумидного.

Таблица 3.

Анализ видов фитоценоза по диапозонной шкале Цыганова (1983).

	Виды	Kn	Om	Hd	Tr	Nt	Rc	Lc
1	Калужница болотная ( <i>Caltha palustris</i> )	3-15	5-11	12-21	1-15	1-11	1-13	1-5
2	Лютик ползучий ( <i>Ranunculus repens</i> )	3-13	5-12	11-19	3-15	1-9	1-13	1-5
3	Горец земноводный ( <i>Polygonum amphibium</i> L.)	3-15	3-13	11-23	3-15	5-11	1-13	1-6
4	Кизляк кистецветковый ( <i>Naumburgia thyrsielora</i> L.)	1-15		12-21	1-9	1-7	1-11	1-6
5	Вербейник обыкновенный ( <i>Lysimachia vulgaris</i> )	3-15	4-12	11-21	3-11	1-9	1-11	1-7

6	Ива ушастая ( <i>Salix aurita</i> )	3-11	7-11	13-19	1-7	1-7	1-7	1-6
7	Ива пепельная ( <i>Salix cinerea L.</i> )	3-13	5-12	11-21	1-7	3-7	3-9	1-7
8	Кипрей болотный ( <i>Epilobium palustre L.</i> )	3-15	5-11	11-19	2-11	1-7	1-11	1-7
9	Подмаренник топяной ( <i>Galium uliginosum</i> )	3-15	5-12	11-19	1-11	1-9	1-11	2-8
10	Паслен сладко-горький ( <i>Solanum dulcamara</i> )	3-13	5-12	11-21	3-9	7-11	1-11	2-9
11	Незабудка болотная ( <i>Myosotis palustris L.</i> )	3-15	5-12	11-21	3-13	3-9	1-13	1-6
12	Шлемник обыкновенный ( <i>Scutellaria galericulata</i> )	3-15	3-11	11-21	3-9	5-9	5-11	1-6
13	Мята полевая ( <i>Mentha arvensis</i> )	3-13	3-12	9-19	3-15	1-9	1-13	1-7
14	Зюзник европейский ( <i>Lycopus europaeus</i> )	3-15	3-11	11-21	3-9	4-9	1-11	1-5
15	Частуха подорожниковая ( <i>Alisma plantago-</i>	3-15	3-13	11-23	3-18	3-9	1-13	1-4
16	Камыш лесной ( <i>Scirpus sylvaticus</i> )	3-15	5-11	13-21	3-15	1-7	3-7	1-7
17	Осока острая ( <i>Carex acuta L.</i> )	5-13	5-11	13-21	3-18	3-7	5-13	1-5
18	Осока черная ( <i>Carex nigra</i> )	3-15	6-12	12-20	1-13	1-5	1-13	1-6
19	Осока пузырчатая ( <i>Carex vesicaria L.</i> )	3-13	5-11	12-21	1-11	3-9	5-9	1-5
20	Осока лисья ( <i>Carex vulpina</i> )	3-13	5-11	11-21	3-15	3-9	1-13	1-4
21	Луговик дернистый ( <i>Deschampsia cespitosa</i> )	3-15	3-11	9-19	1-11	1-7	1-12	1-6

22	Белокрыльник болотный ( <i>Calla palustris</i> L.)	4-15	6-12	11-21	1-15	3-7	5-13	1-9
	Среднее значение	3-14	5-12	11-21	2-12	2-8	2-11	1-6

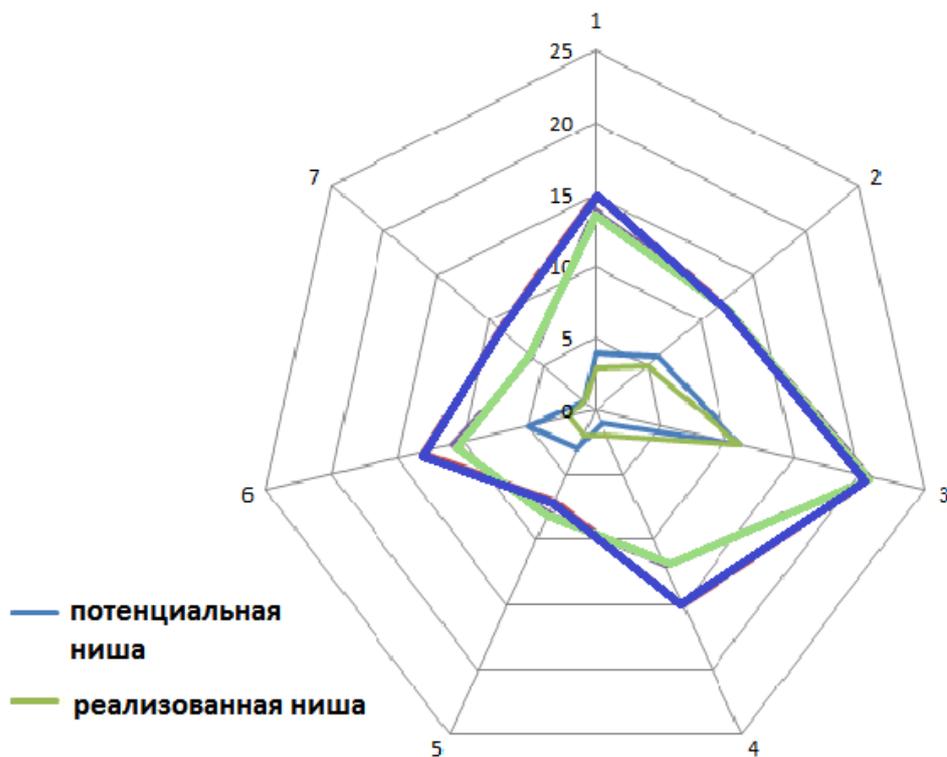


Рис. 10. Фрагмент потенциальной и реализованной экологической ниши ЦП Белокрыльника болотного по шкалам Цыганова (1- шкала континентальности климата (*Kп*), 2- омброклиматическая шкала аридности-гумидности (*Om*), 3- шкала увлажнения почв (*Hd*), 4- шкала солевого режима (*Tr*), 5- шкала богатства почв азотом (*Nt*), 6- шкала кислотности почв (*Rc*), 7- шкала освещенности-затенения (*Lc*)).

Влияние отдельных факторов среды можно изучить при помощи амплитудных экологических шкал (Жукова, 2004). Жуковой Л.А. экологическая валентность определена как мера приспособленности вида к тому или иному экологическому фактору (Жукова, 2004). Потенциальная

экологическая валентность вида (PEV) рассчитывается по формуле (Жукова, 2010):

$$PEV = (A_{max} - A_{min} + 1)/n,$$

где  $A_{max}$  и  $A_{min}$  — максимальные и минимальные значения ступеней шкалы, занятые отдельным видом;  $n$  — общее число ступеней в шкале; 1 — добавляется как первое деление шкалы, с которого по данному фактору начинается диапазон вида.

В основе распределения вида по фракциям валентности лежит экспертная оценка Жуковой Л. А. (Жукова, 2004), согласно которой стеновалентными считаются виды, занимающие менее 1/3 шкалы, эвривалентными — более 2/3 шкалы, остальные виды — мезовалентные. Популяции стеновалентных видов характеризуются низкой потенциальной экологической валентностью и могут выдерживать лишь ограниченные изменения определенного экологического фактора, а популяции эвривалентных видов — с высокой PEV — способны занимать различные местообитания с чрезвычайно изменчивыми условиями по данному фактору (Жукова, 2010).

В ходе анализа экологической валентности Белокрыльника болотного (*C. palustris L.*) мы выяснили (рис.8), что только по термоклиматической шкале вид является стеновалентным. По содержанию азота в почве, омброклиматической шкале, по шкале аридности-гумидности и по увлажнению почвы Белокрыльник относится к мезовалентным видам. По шкалам континентальности климата, освещенности-затенения, солевого режима, кислотности почв и криоклиматической шкале Белокрыльник болотный (*Calla palustris L.*) относится к эвривалентным видам.

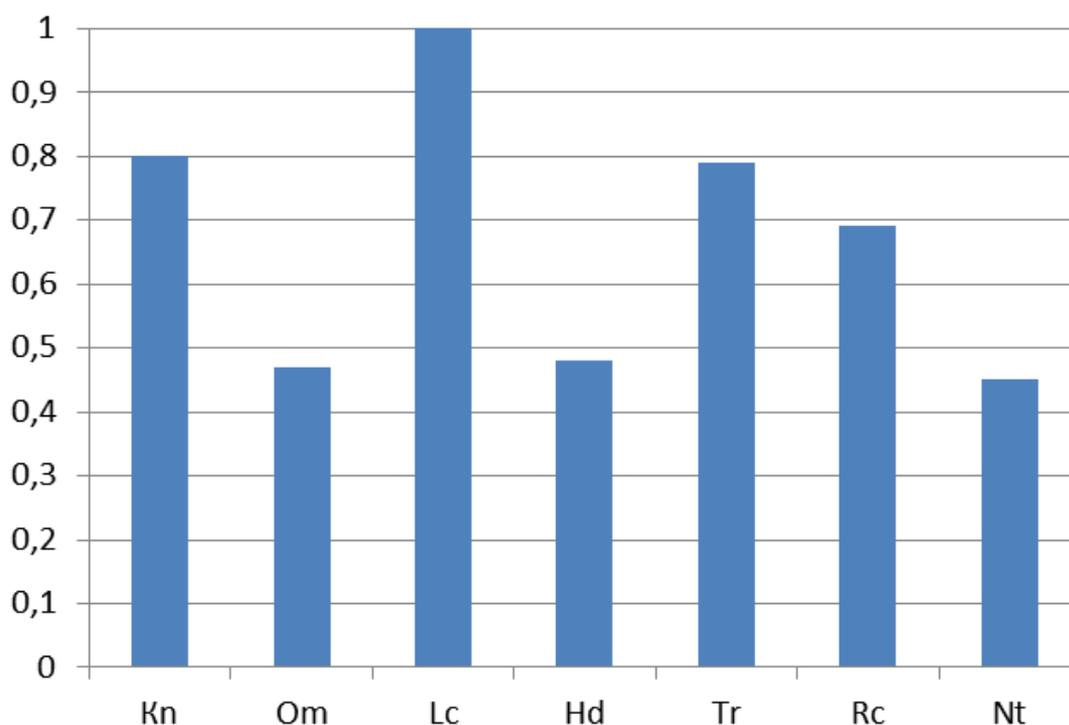


Рис.11. Экологическая валентность Белокрыльника болотного (Цыганов,1988) (*C. palustris L.*) ( Шкала континентальности климата (**Kn**), омброклиматическая шкала аридности-гумидности (**Om**), шкала освещенности-затенения (**Lc**), шкала увлажнения почв (**Hd**), шкала солевого режима (**Tr**), шкала кислотности почв (**Rc**), шкала богатства почв азотом (**Nt** ).)

В ходе анализа рассчитана реализованная экологическая валентность Белокрыльника болотного в исследуемой ценопопуляции по формуле (Жукова,2010):

$$REV = (A_{max} - A_{min} + 0,01) / n,$$

где  $A_{max}$  и  $A_{min}$  — максимальные и минимальные значения ступеней шкалы, занятые конкретными ценопопуляциями на шкале;  $n$  — общее число ступеней в шкале; 0,01 — добавляется как первое деление шкалы, с которого встречаются изученные ценопопуляции.

Анализ потенциальной и реализованной экологической валентности Белокрыльника болотного (*C. palustris L.*) по данной формуле показал, что по термоклиматической шкале и по богатству почв азотом реализованная

экологическая валентность превосходит потенциальную. По остальным факторам условия среды соответствуют требованиям вида.

Таблица 4.

Потенциальная и реализованная экологическая валентность Белокрыльника болотного (*Calla palustris L.*) (Цыганов, 1983).

	Факторы среды(шкалы)	PEV	REV	К, %
1	Шкала континентальности климата ( <b>Kn</b> )	0,80	0,73	91
2	Омброклиматическая шкала аридности-гумидности ( <b>Om</b> )	0,47	0,47	100
3	Шкала освещенности-затенения ( <b>Lc</b> )	1,00	0,56	56
4	Шкала увлажнения почв ( <b>Hd</b> )	0,48	0,43	90
5	Шкала солевого режима ( <b>Tr</b> )	0,79	0,53	67
6	Шкала кислотности почв ( <b>Rc</b> )	0,69	0,69	100
7	Шкала богатства почв азотом ( <b>Nt</b> )	0,45	0,55	122

Эффективность освоения экологического пространства вида конкретными ценопопуляциями по каждому фактору оценивается при помощи коэффициента экологической эффективности ( $K_{ec.eff.}$ ), который представлен следующей формулой:

$$K_{ec.eff.} = REV/PEV * 100\%,$$

где PEV- потенциальная экологическая валентность, REV- реализованная экологическая валентность.

Соотношение REV/PEV определяет степень использования экологических потенций вида изученной ценопопуляцией (Жукова, 2010).

В табл.4 приведены значения коэффициента экологической эффективности по изученным факторам. Более 100% имеет значение  $K_{ec.eff}$  по шкале богатства почв азотом. По шкале освещенности-затемнения коэффициент имеет наименьшее значение (56%).

## Глава 4. Онтогенетическая структура ценопопуляции Белокрыльника болотного (*Calla palustris L.*).

### 4.1. Выделение возрастных состояний в популяции Белокрыльника болотного (*Calla palustris L.*).

Онтогенетические состояния особей рассматривались с применением классификации онтогенеза, предложенной Т.А.Работновым, А.А.Урановым (1956, 1977, 1987 и др.). При исследовании возрастной структуры ценопопуляций применялся метод дискретного описания онтогенеза, предложенный А.А. Урановым.

Согласно этой классификации выделяют следующие онтогенетические состояния:

**Р(проростки)**- смешанное питание за счет веществ семени и ассимиляции первых листьев, наличие морфологической связи с семенем, наличие зародышевых структур: семядолей, первичного (зародышевого) побега и корня;

**Ю (ювенильное)**- простота организации, несформированность признаков и свойств, присущих взрослой особи: наличие листьев иной формы и расположения, чем у взрослых растений, иной тип нарастания и ветвления (или отсутствие ветвления побегов), возможное усложнение типа корневой системы, сохранение некоторых зародышевых структур (корня, побега); потеря связи с семенем, как правило отсутствие семядолей;

**Им (имматурное)**- наличие свойств и признаков переходного состояния от ювенильных растений к взрослым: развитие листьев, побеговой и корневой системы переходного полувзрослого типа, появление отдельных взрослых черт в структуре побегов (смена типов нарастания, начало ветвления, появление плагиотропных побегов и др.), сохранение отдельных элементов первичных (зародышевых) структур;

**В (виргинильное)**- преобладание взрослых черт в структуре особи: развитие характерных для вида взрослых листьев, побеговой и корневой системы, но особь ещё не достигла возраста цветения;

**g1 (молодое генеративное)**- дальнейшее развитие взрослых структур: появление генеративных побегов, усиление процессов роста и формообразования в побеговой и корневой системах, отсутствие либо слабое проявление процессов отмирания;

**g2 (зрелое генеративное)**- окончательное становление жизненной формы: наибольшая степень развития побеговой и корневой систем особи вследствие высокой интенсивности ростовых процессов, относительный максимум числа генеративных побегов, уравновешенность процессов новообразования и отмирания;

**g3 (старое генеративное)** - упрощение жизненной формы; резкое снижение доли генеративных побегов, ослабление процессов роста и формообразования в побеговой и корневой системах; потеря способности к разрастанию, преобладание процессов отмирания над процессами новообразования;

**ss (субсенильное)**- дальнейшее упрощение жизненной формы: отсутствие генеративных побегов или их очень мало, смена способов нарастания, потеря способности к ветвлению, вторичное появление из спящих почек побегов переходного (имматурного) типа, . значительное преобладание процессов отмирания над процессами новообразования;

**s (сенильное)**- предельное упрощение жизненной формы: накопление отмерших частей растения, вторичное появление некоторых детских черт в структуре особи (ювенильных листьев), потеря способности к ветвлению побегов и иногда - к формированию точек возобновления;

**sc (практически отмершее)**- отсутствие живых побегов: преобладание отмерших частей растения, наличие единичных жизнеспособных спящих почек (Ценопопуляции ..., 1988).

Проблема определения принадлежности особей к различным онтогенетическим состояниям состоит в трудностях выявления границ между особями прегенеративного периода, особенно между имматурными и виргинильными. По морфометрическим показателям был проведен анализ и

выделены имматурные, виргинильные и генеративные онтогенетические состояния Белокрыльника болотного (*C. palustris L.*). Сравнение показателей ширины и длины листа, длины черешка показало достоверную разницу между имматурными и виргинильными особями, однако между виргинильными и генеративными разницы в этих показателях не обнаружена (Табл.5).

Так же было проведено сравнение выборок разных возрастных групп по тесту Манна-Уитни при уровне значимости  $p=0,95$ , так как значения отличаются от нормального. U-критерий Манна-Уитни — статистический критерий, используемый для оценки различий между двумя независимыми выборками по уровню какого-либо признака, измеренного количественно. Позволяет выявлять различия в значении параметра между малыми выборками. Чем меньше значение критерия, тем вероятнее, что различия между значениями параметра в выборках достоверны. В результате статистической обработки выявились значимые отличия между виргинильными и имматурными особями, а между генеративными и виргинильными состояниями нет значимых отличий (табл.6). Это можно объяснить тем, что виргинильные особи – это полувзрослые растения, готовые к размножению, и все их параметры уже соответствуют генеративным особям.

У белокрыльника болотного (*C. palustris L.*) в связи с его активным вегетативным размножением в наших условиях нет некоторых возрастных групп в популяциях. В популяциях белокрыльника происходит вегетативное размножение за омоложенных особей при делении корневищ.

Таблица 5.

Средние морфометрические показатели Белокрыльника болотного (*C. palustris L*) и их среднеквадратичное отклонение.

Средние значения	Имматурные (см)	Виргинильные ( см )	Генеративные ( см )
Длина листа	10,7±1,4	17,7±1,3	16,8±1,8
Ширина листа	7,5±1,4	15,6±2,1	14,5±2,7
Длина черешка	21,7±5,1	34,6±3,6	33,4±3,6

Таблица 6.

Сравнение выборок Белокрыльника болотного (*C. palustris L*) по тесту Манна-Уитни ( $p=0,95$ ) ( \*-есть значимые отличия между параметрами)

	Длина листа	Ширина листа	Длина черешка
Генеративные и виргинильные	$p=0,35$	$p=0,87$	$p=0,25^*$
Виргинильные и имматурные	$p=0,03^*$	$p=0,01^*$	$p=0,03^*$

#### 4.2. Анализ онтогенетической структуры популяции Белокрыльника болотного (*C. palustris L*).

Плотность - важный популяционный параметр, который определяется многими факторами: количеством поступающих на популяционное поле диаспор, их сохраняемостью, наличием условий для прорастания, закрепляемостью всходов и выживаемостью особей. Плотность популяции определяется как число особей на  $1 \text{ м}^2$ .

Плотность оказывает большое влияние на состояние популяции. Так, у многолетников под влиянием плотности резко уменьшается доля растений переходящих к цветению, уменьшается вероятность образования генеративных побегов. Плотность влияет на скорость развития растений и, соответственно, на продолжительность жизни. Важное регуляторное значение имеет воздействие плотности на смертность особей в популяции. Зависимая от плотности, смертность направлена против неограниченного роста популяции в условиях ограниченных ресурсов и стабилизирует численность в некоторых пределах (Марков, 1956; Ценопопуляции растений, 1988).

Территорию, занятую ценопопуляцией белокрыльника болотного, разделили на 3 зоны: с высокой плотностью особей ( $>15$  ос./ $1 \text{ м}^2$ ), со средней плотностью ( $7-14$  ос./ $\text{м}^2$ ) и низкой плотностью (до  $6$  ос./ $\text{м}^2$ ). В каждой зоне для изучения популяции Белокрыльника закладывались по 20 пробных площадок по  $1 \text{ м}^2$ , в которых учитывались вегетативные и генеративные органы растений, определялись морфометрические показатели у 5 экземпляров.

Средняя плотность белокрыльника болотного на территории озера равна 12 особям на  $1 \text{ м}^2$ . Площадь озера примерно составляет  $415 \text{ м}^2$ .

Был проведен анализ онтогенетической структуры ценопопуляции по зонам с различной плотностью особей. В результате мы получили, что эти зоны отличаются по онтогенетическому спектру. В зоне с низкой плотностью вида преобладают особи имматурного онтогенетического состояния, что отличается от других зон, где преобладают виргинильные особи. Генеративные особи представлены меньшим количеством, чем остальные возрастные группы. В зоне со средней плотностью особей преобладают виргинильные особи. Особей имматурного онтогенетического состояния больше, чем генеративных. Зона с высокой плотностью особей отличается тем, что соотношение имматурных и генеративных особей равны. Преобладающей группой этой зоны также является виргинильные особи.

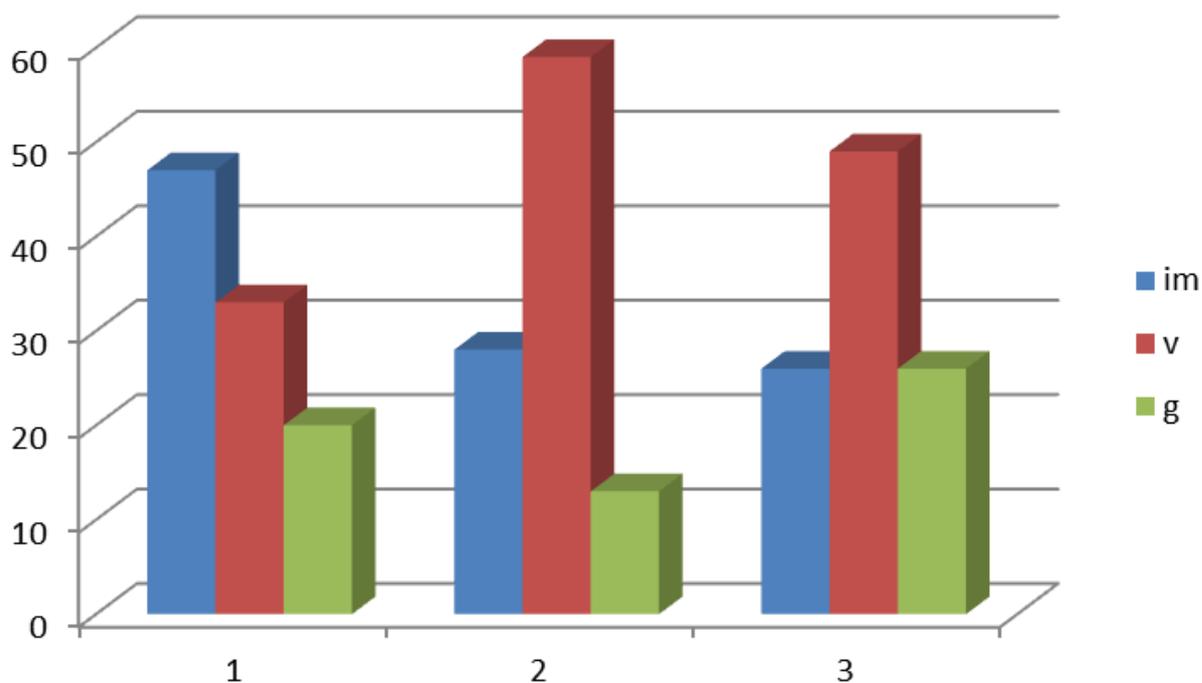


Рис.12. Отногенетический спектр ЦП белокрыльника болотного (*C. palustris L*) в зонах с различной плотностью (%) (1- зона с низкой плотностью, 2- зона со средней плотностью, 3- зона с высокой плотностью).

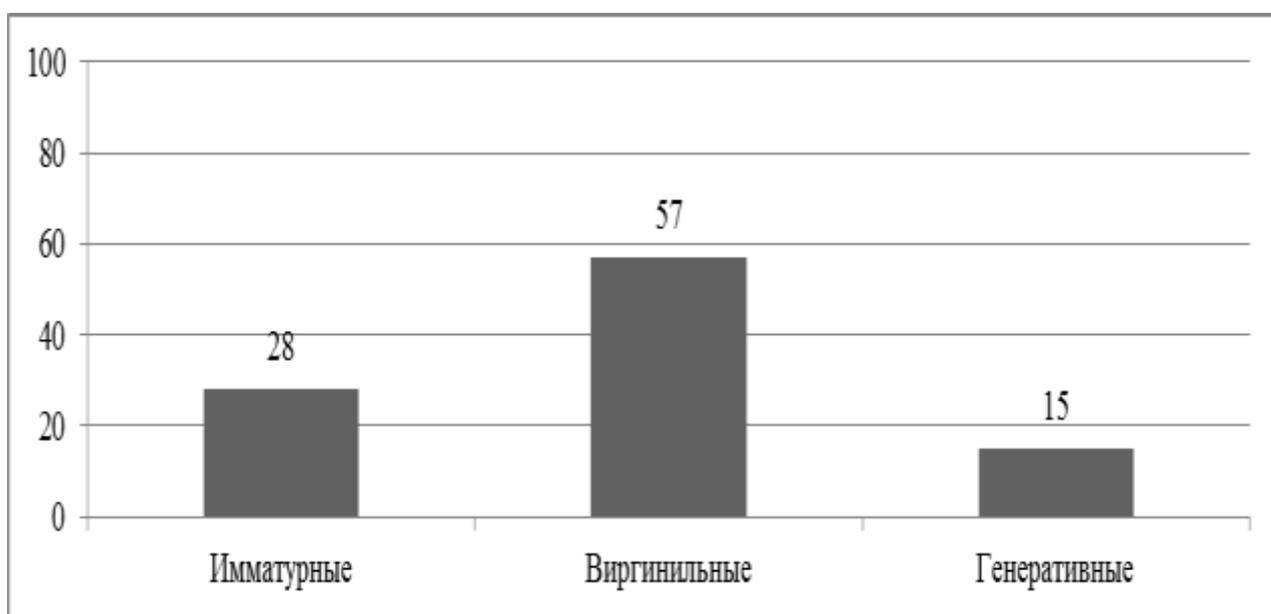


Рис. 13. Отногенетический спектр ценотической популяции белокрыльника болотного (*C. palustris L.*) ( в %).

Сделав анализ онтогенетической структуры в целом ценопопуляции *C. palustris* L. на территории зарастающего озера, мы можем сказать, что преобладают особи виргинильного онтогенетического состояния. Онтогенетический спектр ЦП белокрыльника болотного неполночленный, левосторонний – с преобладанием особей прегенеративного периода, что характерно для видов с активным размножением как вегетативным, так и семенным путем.

## **Выводы:**

1. Анализ видового состава показал, что исследуемый фитоценоз представляет собой участок низинного осокового болота, которое образовалось в результате зарастания лесного озера.

2. Ценопопуляция *S. palustris* L. в условиях низинного осокового болота практически полностью использует потенциальную нишу вида. Эффективность освоения экологического пространства по изученным факторам высока. Коэффициент экологической эффективности ( $K_{ec.eff.}$ ) варьирует от 100% по шкале кислотности почв до 56% по шкале освещения. Более 100% имеет значение  $K_{ec.eff.}$  по шкале богатства почв азотом, что объясняется обитанием вида в условиях эвтрофикации при зарастании озера.

3. Используя общие подходы по периодизации онтогенеза, предложенные Т.А.Работновым и А.А.Урановым, были оставлены описания для выделения онтогенетических состояний в онтогенезе вида. На основании морфологических параметров выделены следующие онтогенетические состояния *S. palustris* L.: имматурные, виргинильные и генеративные особи. Статистический анализ по тесту Манна-Уитни для сравнения онтогенетических групп вида по морфометрическим показателям показал достоверность отличий между имматурными и виргинильными особями ( $p=0,95$ ).

4. Онтогенетический спектр ценопопуляции *S. palustris* L. левосторонний, с преобладанием особей прегенеративного состояния и соответствует характерному онтогенетическому спектру вида. В зонах с различной плотностью он имеет отличия: в зоне с низкой плотностью преобладают имматурные особи, в зоне со средней и высокой плотностью- виргинильные.

### Список литературы.

1. Апкин Р.Н. Закономерности распространения болот на территории Республики Татарстан. Казань, 2002. 75 с.
2. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Изд-во Казанского ун-та, 2000. 496 с.
3. Бакин О.В. Флора сосудистых растений болот Татарстана // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2009. Т. 151, кн. 2. 197–211 стр.
4. Вишницкая О.Н. Биоморфология некоторых сплавинообразующих гигрогелофитов. Сыктывкар, 2009. 239 с.
5. Грудзинская И. А. Семейство аронниковые (Aragaceae) . Жизнь растений. В 6-ти т. Т. 6. Цветковые растения, М.: Просвещение, 1982. 493 с.
6. Сохранение и восстановление биоразнообразия. Колл. авторов. М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. 286 с.
7. Жукова Л.А., Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В. Развитие концепций А.А.Уранова в популяционной экологии растений. Мат-лы конф. «Популяции растений: принципы организации и проблемы охраны природы». Йошкар-Ола. 1991. С.3- 7.
8. Жукова Л.А. Полевой экологический практикум. Йошкар-Ола. 2000. Ч. 1, 102 с.
9. Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Турмухаметова Н.В., Гавриелова М.Н., Полянская Т.А. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. Йошкар-Ола, 2010. 368 с
10. Заугольнова Л.Б. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1994. 70 с.
11. Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В. Возрастная структура ценопопуляций многолетних растений и ее динамика // Журн. общ. биологии. 1978. Т. 39. № 6. С. 849–858
12. Зубкова Е.В. О некоторых особенностях диапазонных экологических шкал растений Д.Н. Цыганова, Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Т.13, №5, 2011. 48-53 с.

- 13.Ильина В.Н. Онторморфогенез некоторых видов рода *Hedysarum* L. // Современные проблемы эволюции: сб. докладов конф. XVIII Любичевские чтения. Ульяновск, 2004. С. 158-165.
14. Ильина В.Н. Эколого-биологические особенности и структура популяций редких видов рода *Hedysarum* L. в условия бассейна Средней Волги: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2006. 19 с.
- 15.Инишева Л.И., Шурова М.В., Ларина Г.В., Хмелева И.Р. Научное издание. Книга-альбом. Болота Горного Алтая – ресурсный потенциал региона. Горно-Алтайск, 2009. 56 с
- 16.Колобов Н.В. Климат Среднего Поволжья ,Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1968 . 252 с.
- 17.Корчагин А.А., Лавренко Е.М. Полевая геоботаника. Методическое руководство. Том 3. Изд-во Академии Наук СССР, 1964. 530 с.
- 18.Марков С. А. К вопросу о влиянии растений друг на друга в растительных сообществах // Учен. зап. Казанского университета. 1956. Т.116, кн.14. 64-89 с.
- 19.Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитогеографии // Проблемы ботаники. 1950. Вып. 1. С. 465-483.
- 20.Работнов Т.А. Луговоеведение. М.: Изд-во МГУ,1984. 384 с.
- 21.Работнов Т.А. О некоторых терминах, используемых при изучении фитоценологических ценопопуляций. Бюлл. МОИП. 94, 1989. 91-94 с.
- 22.Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипов Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз. 1956. 472 с.
- 23.Переведенцев Ю.П.,М.А. Верещагин, К.М. Шанталинский, Э.П. Наумов, Ю.Г. Хабутдинов и др. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья: учебное пособие по региональной климатологии, Казань: Центр инновационных технологий, 2011. 296 с.

24. Сенатор С.А., Саксонов С.В. Причины дизъюнкций ареалов растений в Самарско-Ульяновском Поволжье. Тольятти, Институт экологии Волжского бассейна РАН, 2009. 180-189 с.
25. Смагин В.А., Волкова Е.М. Растительность болот Северо-востока Среднерусской возвышенности (Россия), 2012.
26. Ступишин А. В. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья Издательство Казанского университета, 1964. 197 с.
27. Сукачев В.Н. Болота, их образование, развитие и свойства. Изд. 3-е. Л., 1926. 162 с.
28. Толмачев А.И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1974. 274 с.
29. Уранов А.А. Онтогенез и возрастной состав популяций // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. М.: Наука, 1967. С. 3-8.
30. Уранов А.А. Возрастной спектр фитопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. №2. С. 7-34.
31. Фрейндлинг А.В. Макрофиты как индикатор природной среды // Водная среда Карелии: исследование, использование и охрана. Петрозаводск, 2003. 75-87 с.
32. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 216 с.
33. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука. 1988. 184 с.
34. Цыганов Д.Н. Экоморфы и экологические свиты // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1974. Т. 79, вып. 2. С. 128-141.
35. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука. 1983. 196 с.
36. Щеповских А.И. Красная книга Республики Татарстан, Казань, 1995. 452 с.

37. Юрцев Б.А., Петровский В.В. Об индикационном значении флористических комплексов на Северо-Востоке СССР // Теоретические вопросы фитоиндикации. Л.: Наука, 1971. 15–31 с.
38. Департамент внешних связей Президента Республики Татарстан, 1997-2014 [http://1997-2011.tatarstan.ru/?DNSID=f8d39a1d56f880f1bcc0a03c469ee7e9&node\\_id=184](http://1997-2011.tatarstan.ru/?DNSID=f8d39a1d56f880f1bcc0a03c469ee7e9&node_id=184)
39. [http://www.flora.dempstercountry.org/0.Site.Folder/Species.Program/Species.php?species\\_id=Calla.palus](http://www.flora.dempstercountry.org/0.Site.Folder/Species.Program/Species.php?species_id=Calla.palus).
40. Проект GISAP <http://gisap.eu/ru/node/6711>.
41. Ценофонд лесов Европейской России <http://cepl.rssi.ru/bio/flora/ecoscale.htm>