МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра «Общая биология и биохимия»

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
Профиль подготовки Биология
Форма обучения заочная

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

«МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ *ORCHIS MILITARIS* L.)»

Студент _____ Трошина Анастасия Алексеевна

Руководитель _____ Фатюнина Ю.А.

Нормоконтролер _____ Клыченков С.В.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 04.06.25 №13а)

Заведующий кафедрой _____ Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой отлично

(протокол заседания ГЭК от 10.07.25 № 3)

Секретарь ГЭК _____ Клыченков С.В.

Пенза, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 6
1.1. Понятие «научно-исследовательская деятельность», особенности её проведения со школьниками..... 6
1.2. Примеры работ школьников по изучению редких растений (на примере орхидных)..... 15
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 22
2.1. Характеристика *Orchis militaris* L. как объекта исследования..... 22
2.2. Характеристика места исследования и методов работы..... 37
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 44
3.1. Онтогенез *Orchis militaris* L. в условиях лугов с. Телегино 44
3.2. Плотность популяции и онтогенетическая структура популяции *Orchis militaris* L. в условиях лугов с. Телегино..... 45
3.3. Методические рекомендации по организации научно-исследовательской работы со школьниками по изучению редких видов орхидных на примере ятрышника шлемоносного 48
ВЫВОДЫ 53
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... 55
ПРИЛОЖЕНИЕ 65

ВВЕДЕНИЕ

Научно-исследовательская деятельность (НИД) учащихся – важнейшая составляющая школьного образования для формирования важнейших ключевых компетенции (образовательной, познавательной, информационной и других), а также общепредметных и предметных. **Научно-исследовательская деятельность обучающихся –** это организованная педагогом деятельность обучающихся по постановке и решению определённой задачи с ранее неизвестным решением, достижение которой предусматривает реализацию тех же этапов, которые предусмотрены во «взрослой» науке: постановка проблемы, анализ литературы по ней, освоение методики исследования, организация исследования, анализ результатов, обобщение, формулирование выводов.

Активное включение НИД в образовательный процесс призвано преодолеть такие **недостатки традиционного обучения**, как акцент на конвергентное мышление, репродуктивность, недостаточное внимание, совершенствования навыков самостоятельного обучения, неоправданная информационная перегрузка учеников.

Изучение редких растений в процессе научно-исследовательской деятельности школьников, помимо этого, также способно решить задачу экологизации обучения, так как затрагивает проблему сохранения биологического разнообразия.

По последним данным, 211 видов сосудистых растений, обитающих на территории Пензенской области, нуждаются в охране [39]. Наиболее многочисленна группа видов семейства Орхидные – из 25 видов орхидей, обитающих на территории Пензенской области [16], 19 – занесены в Красную книгу Пензенской области [39]. Ятрышник шлемоносный *Orchis militaris* L. – один из 7 видов семейства Орхидных региональной Красной книги, включённых в Красную книгу России [28], поэтому важность изучения его биологии и мониторинг его популяций трудно переоценить.

Несмотря на хорошую изученность флоры и растительности нашей области [16], благодаря активистам Пензенского общества любителей естествознания (ПОЛЕ XXIвек) ежегодно обнаруживаются новые местообитания редких видов. Например, в 2023 г. было обнаружено крупное местообитание ятрышника шлемоносного близ с. Телегино Колышлейского района.

В связи с этим, **цель работы:** разработать методические аспекты для организации научно-исследовательской деятельности обучающихся по изучению редких растений на примере вновь обнаруженного местообитания *Orchis militaris* L. близ с. Телегино.

В связи с этим были поставлены следующие **задачи:**

1) Проанализировать научную и научно-методическую литературу по вопросам организации НИД со школьниками, выявить особенности онтогенеза видов семейства Orchidaceae;

2) Освоить методы изучения особенностей биологии и экологии редких видов на примере *Orchis militaris* L., методы статистической обработки;

3) Изучить фитоценотическую приуроченность, особенности онтогенеза *Orchis militaris* L. и демографические признаки популяции вида близ с. Телегино Колышлейского района, привлекая к исследованию обучающихся старших классов Губернского лицея г. Пензы;

4) Разработать методические рекомендации по организации НИД школьников по изучению редких растений.

Актуальность работы связана с необходимостью изучения нового местообитания редкого вида, занесённого в Красную книгу России, для разработки мероприятий по его охране, а также необходимостью уточнения методической базы для организации научно-исследовательской деятельности обучающихся по редким видам растений.

Практическая значимость работы. Результаты работы по изучению популяции *Orchis militaris* близ с. Телегино Колышлейского района

послужили обоснованием обращения активистов Пензенского отделения Русского ботанического общества и Русского географического общества, а также инициативной группы граждан, включая членов неформального Клуба натуралистов Пензенской области к министру лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Пензенской области Алтынбаеву Ришату Рифатовичу с просьбой о рассмотрении вопроса о включении в состав ООПТ местообитания *Orchis militaris* близ с. Телегино. Результаты работы были использованы при ведении Красной книги Пензенской области.

Составленные методические рекомендации, обобщающие данный опыт, могут быть использованы учителями школ г. Пензы.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Понятие «научно-исследовательская деятельность», особенности её проведения со школьниками

Современное общество ставит перед школой новые задачи, и в этой связи научно-исследовательская деятельность учащихся приобретает большую актуальность. Это отвечает потребностям нашего времени, когда успешными становятся в первую очередь люди, умеющие работать с информацией, мыслящие, ищущие. Образование в стране меняется в русле общемировых тенденций: предлагаются новое содержание, подходы, складываются иные отношения, формируется новое поведение педагогов и детей. Можно сказать, что в наше время рождается новый учитель, когда отношение педагога с детьми становится частью образовательного и воспитательного процессов, учитель ориентируется на личность школьника, способствуя успешности своего подопечного.

Современная ситуация в области инноваций образовательных технологий в психолого-педагогическом плане характеризуются следующими тенденциями:

— переходом от передачи информации к взаимодействию со школьником;

— отходом от простого заучивания к интеллектуальному развитию, которое позволяет в дальнейшем использовать полученные знания;

— отказом от статической модели знаний в пользу динамической системы разумных действий, переходом к характеристикам личностных компетенций;

— ориентацией на профильные, индивидуальные и дифференцированные программы обучения;

— переходом от мотивации обучения извне к выработке внутренней мотивации к развитию;

— отходом от принудительно-нормативного образования к воспитанию потребности обучающегося в саморазвитии и самосовершенствовании [58].

В условиях развития новых технологий возрос спрос на людей, обладающих нестандартным мышлением, умеющих ставить и решать новые задачи. Поэтому в практике работы современной школы всё большее распространение приобретает исследовательская деятельность учащихся как образовательная технология, направленная на приобщение учащихся к активным формам получения знаний.

Ребенок, где бы он ни находился – дома или в школе, – чем бы ни занимался, постоянно задает себе и окружающим вопросы, наблюдает, сравнивает, производит опыты, обобщает, анализирует, делает выводы. Но совершает эти действия наивно, неумело. Поэтому одна из важнейших педагогических задач школы – внести в процесс познания упорядоченность, системность, т.е. те качества, которые присущи науке. Более того, как предлагал основатель эволюционной педагогики, В. П. Вахтеров, нужно пересмотреть подход и к очень важному вопросу в преподавании – запоминанию учебного материала. Память ученика, подчеркивал он, нужно обогащать знанием важнейших научных фактов. Надо, чтобы ученик, изучая факты, сам произвел необходимые мыслительные операции.

Начинать решение этой проблемы необходимо с осознания учителем базовых понятий. Наука выработала богатый инструментарий, набор норм и средств осуществления исследовательской деятельности. Основными этапами научно-исследовательской деятельности являются: ориентировка, проблематизация, определение средств, планирование, сбор эмпирического материала, анализ, рефлексия. Рассмотрим каждый этап.

Первый этап – ориентировка – определяет предметную область исследования, то есть задает проблему. Проблематизация – выявление и осознание проблемы, то есть конкретного вопроса, не имеющего на настоящий момент ответа, постановка цели исследования. Определение средств включает в себя подбор и обоснование методов и методик

исследования, ограничение материала и обозначение принципов отбора материала.

На этапе планирования формулируются последовательно задачи исследования, распределяется последовательность действий в процессе научного поиска. Сбор эмпирических данных требует проведения наблюдения или эксперимента, первичной систематизации полученных данных; этот этап наиболее сложен для начинающих исследователей.

Затем следуют обобщение, сравнение, анализ, интерпретации данных.

Завершающий этап соотнесение собственных выводов с существующими знаниями и данными [46].

Научно-исследовательская деятельность является:

- одним из методов повышения интереса и соответственно качества образовательного процесса;

- мощным средством, позволяющим увлечь новое поколение по самому продуктивному пути развития и совершенствования.

Исследовательской деятельностью называют один из видов творческой деятельности учащихся, которая характеризуется рядом особенностей:

1. Исследовательская деятельность связана с решением учащимися творческой задачи с заранее неизвестным решением. Этим она отличается от проектной деятельности, которая предполагает четкое прогнозирование результата и ясное представление о конечном продукте деятельности.

2. Несмотря на то, что исследовательская деятельность является самостоятельным творческим процессом приобретения новых знаний, она обязательно должна проходить под руководством специалиста, т. к. её целью является уяснение сущности явления, достижение истины.

Вовлеченность ученика в исследовательскую деятельность, способствует развитию удовлетворенности собой и своим результатом обеспечивает переживание осмысленности, значимости происходящего, является основой для его дальнейшего самосовершенствования и самореализации.

В отличие от олимпиад исследовательская деятельность учащихся имеет ряд важных особенностей:

Исследовательской деятельностью могут успешно заниматься не только отличники (а может быть, даже и совсем не они): ученик выбирает тему, вызывающую у него наибольший интерес, и с увлечением тратит на нее свое свободное время.

Теория и практика образования показывают, что исследовательская деятельность в процессе обучения закладывает основу для дальнейшего самоопределения и саморазвития личности, т. к. эта деятельность основана на естественном стремлении каждого человека с момента рождения к самостоятельному изучению окружающего мира.

В последние годы вопросы теории и практики исследовательской деятельности разрабатывались и разрабатываются многими исследователями. В своих работах А. Н. Леонтьев, В. В. Давыдов, М. Н. Скаткин, Т. И. Шамова, А. М. Фридман приводят ясные доводы, что исследовательская деятельность имеет значительные преимущества перед проектной в силу того, что последняя детерминирована предсказуемостью, человек, разрабатывающий и реализующий проект, не просто ищет нечто новое, он решает реальную проблему. В отличие от проектирования исследовательская деятельность изначально более свободна, практически не регламентирована какими-либо внешними установками, поэтому она значительно более гибкая, в ней больше места для импровизации.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что тема исследовательской деятельности в образовательном процессе является актуальной [23].

Исследовательская деятельность определяется как специфическая человеческая деятельность, регулируемая сознанием и активностью личности и направленная на удовлетворение познавательных интеллектуальных потребностей.

Продуктом исследовательской деятельности является новое знание, которое получено в соответствии с объективными законами. Реализация исследовательской деятельности предполагает определение конкретных способов действий при постановке проблемы, вычленение объекта исследования, проведение эксперимента, описание и объяснение фактов, полученных в эксперименте, создание гипотезы (теории), предсказание и проверку полученного знания [74]. Это и определяет специфику и сущность исследовательской деятельности.

В сфере образования исследовательская деятельность осуществляется на различных уровнях – отдельным образовательным учреждением, педагогом (группой педагогов) и школьником [30].

В современных условиях развития образования общеобразовательная школа решает принципиально новые для нее задачи, например внедрение Федерального государственного образовательного стандарта для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. Это связано с необходимостью включения в образовательную практику различных инноваций, оригинальных концепций. В этом случае образовательная организация «вынуждена» заниматься исследованием для подтверждения результативности образовательного процесса [34].

Необходимо также определиться еще с одной очень важной гранью этого процесса. Перед учителем стоит задача сформировать у ученика желание заниматься исследовательской деятельностью. В противном случае процесс из творческого, поискового превратится в формальный и не даст необходимых результатов. Для создания мотивации в учебно-исследовательской деятельности нужно избегать абстракций. Ученику важно сознавать суть проблемы и смысл собственной деятельности, только так формируются самостоятельность и ответственность. Сошлемся в указанной связи на компетентное мнение А. В. Леонтовича: «Исследовательская деятельность учащихся – это образовательная технология, использующая в качестве главного средства учебного исследования. Она предполагает

выполнение учащимися учебных исследовательских задач с заранее неизвестным решением, направленных на создание представлений об объекте или явлении окружающего школьника мира, обязательно под руководством специалиста – руководителя исследовательской работы» [44].

Руководителем исследовательской деятельности в учебном процессе в общеобразовательной школе является учитель. Ему доступны такие формы работы, как проблемное построение и ведение урока, постановка заданий частично-поискового характера, проведение опытов, экспериментов. Он может также давать домашние задания исследовательского характера. Все эти формы работы способствуют формированию у ребят исследовательской позиции, которая выражается в потребности искать и находить ранее им неизведанное, исследовательского поведения, направленного на познание реального мира, исследовательских способностей и умений.

Реализация учебно-исследовательской деятельности в педагогической практике должна основываться на принципах: естественности, осознанности, самодеятельности, наглядности; культуросообразности. Рассмотрим каждый из принципов в отдельности.

Принцип естественности – проблема должна быть не надуманной, а реальной, вызывать живой интерес.

Принцип осознанности – проблема, цель, задачи, ход исследования и результаты должны отчетливо сознаваться.

Принцип самодеятельности – ученик должен овладевать ходом исследования через собственные переживания и опыт.

Принцип наглядности – ученик должен опираться на данные полевого исследования, не ограничиваясь изучением литературы.

Принцип культуросообразности – важно учитывать ту традицию миропонимания, которая существует в данной культуре, в данной социальной общности.

При соблюдении данных принципов поставленная учителем цель становится достижимой.

Приобщение ученика к научному творчеству помогает решать задачи развития их творческих способностей, эффективной социализации, профессионализации, формирования личностной успешности, что обеспечивает повышение эффективности и качества образования в соответствии с задачами модернизации российского образования [47].

Согласно выше сказанному, в исследовательской деятельности на первый план выходит партнерство педагога и школьника, ребенок из объекта становится субъектом образовательной деятельности, т. е. самостоятельной личностью, развивающейся, реализующей свой потенциал, способной выбирать из спектра различных направлений образования то, что соответствует ее интересам и склонностям.

Весьма значимой для разрешения вопросов формирования мотивации школьников к учению выступаетучебно-исследовательская деятельность (УИД), основной функцией которой должно являться инициирование учеников к познанию мира, себя и себя в этом мире. Психологии педагоги, изучающие проблему УИД, определяют учебно-исследовательскую деятельность учащихся кактворческий процесс совместной деятельности двух субъектов(учителя и ученика) по поиску решения неизвестного, в ходе которого осуществляется трансляция между ними культурных ценностей, результатом которой является формирование мировоззрения [54].

При формировании исследовательских умений учащихся необходимо обратить внимание на следующие аспекты:

- Мотивировать школьников на исследовательскую деятельность, т.е. помочь увидеть смысл в их творческой деятельности, найти способ самовыражения и самореализации.
- Систематичность и целенаправленность: исследовательская деятельность должна проводиться от урока к уроку, соответствовать общей образовательной системе и демонстрировать конкретные результаты.
- Творческая атмосфера призвана поддерживать интерес учащихся к исследовательской работе.

• Психологический комфорт позволяет учащимся достигнуть максимального самовыражения посредством поощрения и похвалы со стороны учителя.

• Возрастные особенности учащихся: при выборе темы исследования учитель должен учитывать уровень восприятия информации, посильность, интересность и полезность проводимого исследования.

Систематическое осуществление учебно-исследовательской деятельности способствует интенсивному развитию у субъектов метапредметных компетенций. Педагог, в данном случае, выступает как организатор формы и условия исследовательской деятельности, благодаря которым у ученика формируется внутренняя мотивация подходить к любой возникающей перед ним научной или жизненной проблеме с исследовательской, творческой позиции. Поэтому одной из наиболее существенных задач становится разрешение вопроса о способах формирования внутренней мотивации, то есть переведение внешней необходимости поиска неизвестного во внутреннюю потребность. Все усилия по организации системы исследовательской деятельности учащихся должны быть направлены именно на эту задачу, а не на абстрактную подготовку ученика к взрослой жизни, к развитию у него тех или иных умений и навыков, к получению определенных специальных знаний. Как отмечают Алексеев Н. Г., Александрова Т. К., Леонтович А. В. большая социальная значимость ярче проявляется в том случае, когда мотив проведения исследования является внутренней потребностью ученика, а проблема, которую он раскрывает – субъективно интересна и значима для него.

Именно поэтому весьма существенным становится вопрос выбора и определения темы и проблемы исследования ученика совместно с учителем. Учитель не должен вести ученика «за руку» к ответу, а лишь как человек более опытный в поиске ответов на вопросы, которые ставит жизнь, или которые он ставит сам перед собой, совместно с учеником искать решение.

Как отмечают педагоги и психологи в самой «формуле» сотрудничества заложен принцип равноправия, который достигается благодаря тому, что никто из сторон не знает однозначно «правильной» истины, хотя бы потому, что она не достижима.

Высокий уровень мотивации учебно-исследовательской деятельности необходим для достижения успеха в учебе и в этом вклад мотивации исследовательской деятельности в общую успешность деятельности школьника.

К исследовательской работе обучающихся побуждает целый ряд возможных мотивов. Эти мотивы можно разделить на две обширные области. Существуют побуждения, связанные с самим содержанием учебной деятельности и процессом образования школьника, однако есть мотивы, выводящие ребенка на более высокий уровень взаимоотношений с окружающей средой. К первым относятся познавательные запросы детей, потребность в активизации умственной деятельности и приобретении новых знаний; вторые связаны с желанием ребенка узнать оценку, замечания или одобрение одноклассников, педагогов, родителей, с потребностью ученика занять заслуженное место в системе общественных отношений.

Мотив — это источник исследовательской работы, на него возложена функция побуждения.

Когда называется мотив, тогда дается ответ на вопрос, ради чего совершается то или иное действие. Лишь благодаря мотиву деятельность не замыкается на себе, а занимает более обширное пространство, находящееся вне ее пределов. Именно такая направленность и выступает импульсом для исследовательской работы, придавая ей смысл и побуждение. Этот посыл, это нечто, находящееся вне деятельности, должно быть очень весомым, важным для личности. Весомость мотива и определяется степенью этой важности. В свою очередь от силы мотива зависит активность, напряженность деятельности: мотив ее стимулирует. Действия без мотива

или с недостаточно сильным мотивом либо не осуществляются вообще, либо в итоге приводят к слабому результату.

Привлечение школьников к многообразной деятельности, обусловленной спецификой научного исследования, открывает большие возможности для многостороннего развития способностей учащихся. По мнению Д. Б. Богоявленской, «подлинно одаренным может быть только человек, внутренне мотивированный к той деятельности, которая соответствует его способностям» [8].

Приступая к исследовательской деятельности, необходимо сориентировать учащегося на то, что это будет непростая работа, которая должна способствовать развитию потенциальных возможностей школьника, воспитанию творческих навыков и самостоятельности, инициативности, упорства. В итоге обучающимися осваиваются приемы самостоятельной работы, методы интеллектуальной и научной дисциплины, которые необходимы для развития критического подхода к решению проблемы, на основе приобретенных знаний и наработанного опыта учащиеся принимают решения самостоятельно, учатся нести за них ответственность, закрепляют и углубляют полученные знания, овладевают навыками самообразования, вырабатывают способности саморазвития и потребности в нём [58].

Таким образом, воспитание юного исследователя требует постоянной целенаправленной работы, сочетающей в себе не только самообразование и самосовершенствование педагога, но и правильную мотивацию учащихся, строгую организацию его деятельности, что обязательно приводит к повышению творческих и интеллектуальных способностей учеников.

1.2. Примеры работ школьников по изучению редких растений (на примере орхидных)

Редкие виды растений – это уязвимая часть биоразнообразия нашей планеты. Исчезновение какого-либо вида будет являться невосполнимой

природной потерей. Поэтому охрана редких видов растений является одной из первоочередных задач человечества. Для организации, проведения (либо оптимизации) охранных мероприятий необходимо проведение регулярных исследований редких видов растений, результатами которых будут являться: определение состояния ценопопуляций, оценка и прогнозирование динамики численности, прогнозирование изменений экологических условий местообитаний, определение категории редкости, определение факторов лимитирующих увеличение численности, предупреждение негативных последствий антропогенных факторов и процессов естественного происхождения.

Исследования редких видов растений включает в себя несколько этапов. Этапы исследования – это необходимая последовательность действий, соблюдение которых является показателем компетентности исследователя и гарантом верных результатов исследования.

Первый этап – это **подготовительные работы**, которые проводятся до полевых работ и включают в себя:

- выбор объекта исследования;
- изучение объекта по данным литературы (систематическое положение, морфологические особенности, особенности жизнедеятельности, условия обитания, взаимоотношения с другими организмами, ареал обитания, встречаемость на изучаемой территории, лимитирующие факторы распространения, охранные мероприятия);
- изучение гербарных коллекций, картографических материалов, нормативно-правовых документов;
- изучение материалов раннее выполненных исследований по выбранному объекту;
- определение полноты исходных данных, объёма полевых работ, маршрутов экспедиции;
- составление списка необходимого оборудования для полевых работ: полевой дневник, определители растений, GPS-навигатор, компас, приборы

для измерения экологических параметров среды, гербарная папка, копалка, колышки, веревка(-и), линейка, рулетка, ручная лупа.

Второй этап – это **полевые работы**, которые проводятся непосредственно в природе на местах обитания выбранного растения и включают в себя изучение параметров отдельных особей, популяционных характеристик, географических, экологических и фитоценотических особенностей местообитаний. На данном этапе могут быть выбраны следующие методы исследования.

Маршрутный метод исследования направлен на поиск новых местонахождений популяций интересующего редкого вида: прокладывается сеть маршрутов по местам с максимальной вероятностью произрастания.

Стационарный метод исследования заключается в проведении многолетних исследований одних и тех же ценопопуляций на одних и тех же постоянных пробных площадях. Данный метод исследования позволяет изучить динамику ценопопуляций, определить ценотическую роль в сообществе, зависимость от биотопических, экотопических и антропогенных факторов. Часто применяют **комбинированный метод** [9].

Любой из вышеперечисленных способов должен включать в себя следующие этапы:

1) Выбор объекта исследования и изучение его особенностей по данным литературы и гербарного материала;

2) Проведение фенологических наблюдений в течение одного сезона, чтобы школьники научились в природе определять, как выглядит растение в различные фазы онтогенеза;

3) Проведение геоботанического описания растительного сообщества, в состав которого входит исследуемая популяция;

4) Определение плотности популяции с помощью метода пробных площадей;

5) Изучение структуры популяции (возрастной состав, жизненность особей, пространственная структура);

6) Формирование выводов по состоянию ценопопуляции редкого растения, мерам охраны и восстановлению популяции

7) Оформление отчёта о проведённом исследовании [67].

Исследование редкого растения начинают с **геоботанического описания пробных площадей** фитоценоза, в котором обитает данное растение. Участки пробных площадей не только должны включать в себя экземпляры изучаемого растения, но и наиболее полно отражать существенные черты и особенности фитоценоза в целом. Размер одной пробной площади зависит от структуры фитоценоза и сложности его состава. Она представляет собой квадрат по стандарту размером 10х10 метров, общей площадью 100 $м^2$. Границы выделяют с помощью колышков и соединяют их шнурами. Каждой пробной площади присваивается номер.

Для каждой пробной площади указываются:

-координаты местоположения: область, район, пункт, лесничество, квартал, GPS- координаты;

- тип сельскохозяйственного угодья - заброшенного или действующего (если такое имеется);

- ассоциация и формация, их размеры и чем они окружены;

- основные формы рельефа (с экспозицией и крутизной), особенности макро-, мезо-, микрорельефа;

-тип и степень увлажнения почвы;

- pH почвы корнеобитаемого слоя;

- выделяют ярусы и составляют список видов в каждом ярусе с указанием латинских названий; незнакомые виды закладывают в гербарные папки, нумеруя, для их определения в лабораторных условиях.

Далее определяют **проективное покрытие** каждого вида растения, в том числе исследуемого редкого растения, на каждой пробной площади. **Проективное покрытие** – это процент площади, занятой проекциями надземных частей растения каждого из видов.

Также для каждой пробной площади определяют **обилие** каждого вида растений, в том числе исследуемого редкого растения. **Обилие** – количественный показатель распределения вида, основанный на вычислении наименьшего расстояния между особями.

Таблица 1 – Соотношение оценки обилия и проективного покрытия вида [*9*]

Характеристика обилия (по О. Друде)			**Проективное покрытие, %**
Обозначение	Характеристика	Среднее наименьшее расстояние между особями вида, см	
Soc (*social*)	весьма обильно, фоново	надземные органы смыкаются	более 75 %
Cop3 (*copiosae3*)	очень обильно	не более 20 см	50 – 75 %
Cop2 (*copiosae2*)	обильно	20 – 40 см	25 – 50 %
Cop1 (*copiosae1*)	довольно обильно	40 – 100 см	5 – 25 %
Sp (*sparsae*)	рассеяно, изредка	100 – 150 см	1 – 5 %
Sol (*solitariae*)	единично	более 150 см	менее 1 %
Un (*unicum*)	уникально	единственный экземпляр	r

На **заключительном этапе** проводят необходимые лабораторные исследования почвенных и растительных образцов, и полученные данные при проведении полевых работ и результатов из лаборатории обрабатываются, систематизируются и анализируются. Результаты подкрепляют фотографиями, описаниями, схемами, рисунками, таблицами.

Составляют описание исследованного растения по следующим пунктам:

1.Название вида (русское и латинское)

2. Название региона

3. Географические данные о местонахождениях

4. Карта точечных ареалов

5.Экологические условия местообитаний

6.Фитоценотическая приуроченность, характеристика растительных сообществ.

7. Состояние ценопопуляций

8.Биоморфологическая характеристика особей

9. Лимитирующие факторы

10. Принятые меры охраны, статус охраны вида

11. Рекомендации по сохранению

12. Гербарий (гербарные хранилища, их индексы)

13. Фото и рисунки

14. Источники информации

15. Составитель [9].

Умение грамотно организовать исследовательскую работу со школьниками является составной частью профессиональной подготовки учителя-биолога.

Существует положительный опыт привлечения обучающихся к исследованию редких видов орхидей. Так, например, обучающаяся МБОУ СОШ № 20 г. Пензы Тачукова Алсу изучила экологическое состояние популяций дремлика темно-красного (*Epipactis atrorubens*) и дремлика широколистного (*Epipactis helleborine*) в Алферьевском лесу Пензенского района Пензенской области. В ходе данного исследования были заложены пробные площадки в условиях смешанного леса, которые дублировались по сомкнутости крон (от 0,2-0.3 до 0.8-0.9). На каждой пробной площадке были определены: численность особей в популяциях *Epipactis atrorubens* и *Epipactis helleborine*; сопутствующие виды грибов, растений, насекомых, посещающих их соцветия; жизненность особей в популяциях; возрастной состав популяции; показатели среды, которые были определены экологической шкалой Г. Эленберга; погодные условия; влияние антропогенного фактора.

В результате данной работы была дана оценка состояния популяций двух видов дремликов [73].

В целом следует отметить слабую вовлечённость школьников в изучение биологии и экологии редких видов орхидей. Это связано, наш

взгляд, с несколькими причинами. Орхидеи – более сложный объект изучения по сравнению с другими видами из-за сложного онтогенеза (длительный прегенеративный период, подземный микотрофный проросток, скрытогенеративное состояние) и жизненных форм (распространены вегетативные однолетники), в связи с чем исследования должны проводиться ряд лет, из-за отсутствия видимого результата в первый год исследования школьник может потерять интерес к нему; удалённость и малочисленность местообитаний редких орхидей; отсутствие методических рекомендаций с пошаговой организацией, планированием и проведением эксперимента. Эти трудности могут быть преодолены, и тогда обучающиеся могут внести свой вклад в дело сохранения биоразнообразия своего края.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика *Orchis militaris* L. как объекта исследования

Orchis militaris L. – ятрышник шлемоносный – одна из наименее изученных орхидей Пензенской области.

Ареал обитания. Это евроазиатский палеоарктический вид (рис. 1).

Рисунок 1. Ареал Orchis militaris в мире (вверху)(https://www.inaturalist.org/observations?subview=map&taxon_id=131605) и в России (внизу) [28]

Как показывает рис. 1, ареал вида тянется через всю страну от западной границы до Забайкалья (крайняя восточная точка отмечена в пос. Ямкун Читинской области) в виде нескольких более или менее изолированных участков, включая Кавказ и Крым (в Крыму и на Кавказе вид представлен подвидом subsp. stevenii [28].

За пределами России вид встречается в Средней и Атлантической Европе и Скандинавии (от Великобритании и Южной Швеции до Центральной Италии, Югославии, Болгарии, европейской части Турции). На азиатском континенте, ятрышник обнаружен в Малой Азии, Иране, Монголии, Северо-Западном Китае [18, 28, 59].

Несмотря на обширный ареал, вид является **уязвимым**. Вид включён в Красную книгу Российской Федерации со статусом 3 – редкий вид (в Красной книге Российской Федерации 2008 г. – 3, редкий вид); БУ – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому (в России по шкале МСОП – NT, близок к VU A2bc; в Красном списке МСОП – LC (Европа)); III приоритет природоохранных мер.

Вид включён более чем в 60 региональных Красных книг (табл. 2).

Как минимум в 16-ти регионах, включая Пензенскую область, вид имеет наивысший статус редкости – первый. Как минимум в 18-ти – второй, и как минимум в 21-м – третий статус редкости. Как минимум в трёх регионах вид считается потерянным для флоры (нулевой статус), так находки прежних лет не подтверждаются современными исследованиями. По 5-ти регионам есть только указание на присутствие вида в региональной Красной книге, статус не удалось уточнить. Следует обратить внимание на субъективность оценки статуса вида в разных регионах. Так, третий статус редкости вид имеет и в Республике Алтай, где обнаружено не менее 30 местообитаний, и в Новосибирской области, где их всего 8. При наличии единственного зафиксированного местообитания вида в Кировской области ему присвоен второй, а не первый статус редкости. Общее число местообитаний в нашей стране – 650 [28]. Во всех регионах отмечается, что в

ценопопуляции вида имеют, как правило, небольшую площадь и представлены единичными генеративными особями или их малочисленными группами, местообитания, насчитывающие сотни особей редки. Отмечается, что до 1960–1980-х гг. наблюдалось снижение числа местонахождений, связанное с интенсификацией аграрного использования территорий, строительства. Оценка современного состояния разными специалистами варьирует от оптимистичной (вид стал прогрессировать, о чём свидетельствуют и находки последних лет [28]), до пессимистичной (малочисленность местообитаний, исчезновение ранее известных местообитаний). Таким образом, вопрос о необходимости мер по охране вида стоит довольно остро.

Таблица 2 – Orchis militaris в региональных Красных книгах России.

№ п/п	Субъект РФ	Статус (категория)	Источник
1	Республика Адыгея	2	[65]
2	Республика Алтай	3	[49]
3	Алтайский край	3	[64]
4	Архангельская область	1	[6]
5	Республика Башкортостан	2	[71]
6	Белгородская область	2	[22]
7	Брянская область	1	-
8	Республика Бурятия	3	[62]
9	Владимирская область	1	[13]
10	Волгоградская область	3	[79]
11	Вологодская область	Нет данных	-
12	Воронежская область	1	[4]
13	Республика Дагестан	2	[52]
14	Донецкая Народная Республика	Нет данных	-
15	Забайкальский край	3	[55]
16	Республика Ингушетия	2	[83]
17	Иркутская область	3	[48]
18	Республика Кабардино-Балкария	Нет данных	-
19	Калужская область	1	[41]
20	Карачаево-Черкесская Республика	3	[31]
21	Кемеровская область	3	[10]
22	Кировская область	2	[72]
23	Краснодарский край	3	[45]
24	Красноярский край	2	[2]
25	Курганская область	3	[53]
26	Курская область	1	[32]

Таблица 1. Продолжение

27	Ленинградская область	2	[26]
28	Липецкая область	1	[68]
29	Республика Марий Эл	0	[7]
30	Республика Мордовия	1	[11]
31	Московская область	1	[12]
32	Нижегородская область	3	[82]
33	Новгородская область	3	[27]
34	Новосибирская область	3	[81]
35	Омская область	2	[57]
36	Оренбургская область	2	[42]
37	Орловская область	0	[35]
38	Пермский край	3	[25]
39	Псковская область	0	[70]
40	Пензенская область	1	[21]
41	Рязанская область	3	[15]
42	Самарская область	3	[56]
43	Саратовская область	1	[61]
44	Республика Саха (Якутия)	3	[3]
45	Свердловская область	1	[36]
46	Республика Северная Осетия – Алания	Нет данных	-
47	Смоленская область	2	[40]
48	Ставропольский край	2	[33]
49	Тамбовская область	3	[66]
50	Республика Татарстан	2	[75]
51	Тверская область	3	[60]
52	Томская область	2	[78]
53	Тульская область	1	[14]
54	Республика Тыва	3	[80]
55	Тюменская область	2	[77]
56	Удмуртская республика	1	[5]
57	Ульяновская область	3	[76]
58	Усть-Ордынский Бурятский автономный округ	3	[69]
59	Республика Хакассия	2	[1]
60	Челябинская область	2	[43]
61	Чеченская республика	Нет данных	-
62	Читинская область	1	[37]
63	Чувашская республика	2	[19]
64	Ярославская область	1	[50]

Экология вида. Ятрышник шлемоносный – обитатель преимущественно лесной зоны, особенно подзоны широколиственных лесов. Большинство исследователей относят его к мезофитам (растёт на почвах от сухих до влажных, предпочтительно при свежем и влажно-лесолуговом

увлажнении – 2–3-я ступени шкалы Ландольта, 3-я ступень шкалы Элленберга), преимущественно на хорошо дренированных склонах (2-я ступень шкалы Ландольта). Однако в Башкирии отмечены местообитания на сырых лугах и торфяных болотах [71].

На значительной части ареала встречается на почвах с высоким содержанием карбонатов, иногда на известняках (например, в Эстонии, Швеции), на почвах щелочных и нейтральных с pH 5,5 до 9, избегает кислых почв (4-я ступень шкалы Ландольта, 9-я ступень шкалы Элленберга). Близ восточной границы ареала в Прибайкалье (Тункинская долина) растет на почвах с pH 6,5–8,25 и содержанием гумуса от 1,4 до 5,6 %. Может встречаться и на небогатых почвах (2-я ступень шкал Элленберга и Ландольта) [17]. Может расти на солонцеватых почах [71].

Относится к светолюбивым видам, однако способен выдерживать затенение (4-я ступень шкалы Ландольта, 7-я ступень шкалы Элленберга), поэтому растёт на открытых (луга) и полуоткрытых (лесные поляны) местообитаниях.

Растет как на равнине, так и в горах, поднимаясь до 1800 м – 2200 м, чаще на склонах северной экспозиции, чем южной; может расти на очень крутых склонах до 40°. Чешские исследователи указывают на наличие двух экологических оптимумов у этого вида: один на влажных (даже сырых) лугах, второй – на солнечных каменистых склонах [18].

Фитоценотическая приуроченность. Ятрышник шлемоносный растет в самых разнообразных фитоценозах – на сыроватых, сухих остепненных и альварных лугах, среди кустарников, в светлых лесах, на лесных полянах, дюнных песках. Предпочитает участки с разреженным травостоем. Часто встречается на пограничных участках между фитоценозами. Более или менее успешно конкурирует только с низкорослыми видами, а при высоком проективном покрытии высокорослых растений или при мощном развитии мохового покрова его жизненность и численность снижаются.

Иногда ятрышник шлемоносный можно встретить на нарушенных

местообитаниях или во вторичных фитоценозах – по обочинам шоссе, на железнодорожных насыпях, по краям полей, в искусственных лесных насаждениях. Вид способен довольно быстро заселять освободившиеся от хозяйственного использования территории, например, заброшенные поля, пастбища, дороги. В Швеции вид найден на лугу, сформировавшемся на месте отстойников бумажной фабрики (50-летней давности). В Прибайкалье найдено несколько цветущих экземпляров на железнодорожной насыпи. В Прикарпатье часто встречается на залежах, где образует популяции с высокой плотностью (до 19 особей на 1 м^2, и долей ювенильных особей до 50% от общего числа) [17]. Появление ятрышника шлемоносного на нарушенных местообитаниях, характеризующихся низким проективным покрытием травяного покрова, в значительной мере следует связывать со стремлением избежать конкуренции со стороны более сильных растений [18].

Лимитирующими факторами выступают как внутренние, как например, выраженная периодичность образования семян, низкая приживаемость семян [6], узкая эколого-фитоценотическая приуроченность, патиентный тип жизненной стратегии [56], так и внешние – биогенные – низкий процент завязывания плодов в связи с малочисленностью или низкой активностью опылителей, повреждение грызунами корнеклубней [25], антропогенные – выпас скота, распашка лугов, зарастание лугов и лесных полян древесными растениями, чрезмерное задернение почвы, сбор для букетов, застройка территории, осушительная мелиорация, рекреационные нагрузки. Не выносит конкуренции с другими видами, выпадая из густых травостоев при прекращении сенокошения [21]. Особенно уязвим вид на границе ареала [26].

Ятрышник активно использовался как лекарственное растение, что способствовало сокращению численности популяций. Клубни ятрышника шлемоносного содержат крахмал (до 30 %), слизь (50 %), декстрин (13%), а также сахарозу, пентозу и другие вещества, используемые при различных желудочно-кишечных заболеваниях, язвах, катарах, а также при болезнях

верхних дыхательных путей и как противоядие. Более широко они применяются в народной, в том числе и тибетской, медицине при камнях в почках, туберкулезе легких, в качестве общеукрепляющего [18].

Консортивные связи. Ятрышник шлемоносный, как и все орхидеи, микоризообразующее растение. Особенно важную роль играют грибы в первые годы жизни растения. В природных условиях прорастание семян происходит только в присутствии гриба. Однако и во взрослом состоянии (в отличие от некоторых других наземных орхидных) гифы гриба находят в корнях. Указывалось на присутствие в корнях ятрышника шлемоносного несовершенного гриба *Rhizoctonia repens*, позже был обнаружен гриб *Tulasnella* sp., относящийся к одной из примитивных групп базидиальных грибов [45].

Ятрышник шлемоносный – насекомоопыляемое растение, посещаемое опылителями из различных групп насекомых (Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera и др.). Самоопыление отсутствует.

Разные части растения нередко служат пищей различным животным – клубни поедают мелкие млекопитающие и гусеницы некоторых бабочек, личинки других насекомых, листья и соцветия – олени, кролики, улитки. Соцветия часто повреждают слизни, особенно в сухую погоду. Повреждение соцветий не мешает растениям зацвести на следующий год [17, 18].

Морфология. Жизненная форма по И.Г. Серебрякову – многолетнее травянистое растение класса наземных травянистых поликарпических растений с ассимилирующими побегами несуккулентного типа, подкласса клубнеобразующих многолетников [18]. По детализированной классификации, разработанной для орхидных – симподиально нарастающая с моноциклическим вегетативно-генеративным побегом (побеги однолетние, ежегодно полностью замещаемые), короткокорневищная, с короткими стеблевыми частями стеблекорневых тубероидов, с короткими междоузлиями моноподиально нарастающих побегов) [17].

Корневая система ятрышника шлемоносного кистекорневая,

образована 5-8 (реже более) придаточными корнями, отходящими от основания побега. Тубероиды (запасающая подземная структура, образованная одновременно из почки и зачатка корня) овальные до 2,5 см длиной и 1,2 см шириной. Одновременно можно видеть два тубероида - старый, заложенный в прошлом вегетационном периоде, перизимовавший с почкой возобновления, питательные вещества которого используются растением в текущем году, слегка сморщенный, и новый, молодой, плотный, беловатый, расположенный несколько выше старого. Из него осуществиться возобновление особи в следующем вегетационном периоде. Таким образом, у растения не имеется тканей и органов, существующих более 12 (14) месяцев, то есть оно ведёт себя как вегетативный малолетник. Иногда на влажной почве в первой половине лета хорошо заметен короткий столон, несущий молодой клубень, таки образом, не исключено вегетативной размножение, но его роль по сравнению с семенным не имеет существенного значения в поддержании численности популяции.

Стебель ятрышника шлемоносного 20–50 (60) см высотой с двумя низовыми влагалищными листьями при основании, выше них с 3–4 (5) сближенными в розетку глянцевитыми светло-зелеными эллиптическими или яйцевидными, суженными к основанию срединными листьями, 8–18 см длиной и 2,5–5 см шириной, выше – с двумя стеблеобъемлющими верховыми влагалищными листьями. Е. С. Смирнова относит ятрышник шлемоносный к клубневым розеткообразующим растениям. При сравнении экземпляров из Московской области и с Кавказа она отмечает у кавказских образцов более крупные размеры и большее число листовых элементов, в частности, число розеточных соответственно 3 и 5, а также большее число верховых листьев. Соцветие густой колос, состоящий из 7–42 (66) цветков, в начале цветения пирамидальное, затем цилиндрическое, 4–10 (15) см длиной и 3,5–5 см в диаметре. Прицветники розовато-фиолетовые, яйцевидные, заостренные, 2–3 см длиной, в два раза короче завязи с одной жилкой или без нее. Цветки со сладковатым запахом кумарина, неправильные, с простым венчиковидным

околоцветником, состоящим из двух трехчленных кругов. Окраска их сильно варьирует от почти белой до розовато-фиолетовой. Все листочки околоцветника (кроме губы) сложены в шлем (отсюда и название шлемоносный). Листочки наружного круга околоцветника яйцевидно-ланцетные, заостренные, 0,9–1,3 мм длиной и 0,3 мм шириной, снаружи беловато-розовые, изнутри – с тремя фиолетово-пурпурными жилками. Два внутренних листочка околоцветника розоватые, линейные, заостренные, с одной жилкой, немного короче и втрое уже наружных. Губа 10–14 мм длиной, равна шлему, при основании розовато-беловатая с пурпурными крапинками и мельчайшими сосочками трехлопастная, боковые лопасти её фиолетово-розовые, до 8 мм длиной, линейные, тупые; средняя лопасть - обратнояйцевидная, короткодвураздельная, с короткими до 4 мм продолговатыми расходящимися цельнокрайными или зубчатыми долями и с маленьким шиловидным зубчиком в выемке между ними. Ширина губы между концами боковых долей 7–10 мм. Шпорец беловатый или бледнорозовый, узкоцилиндрический, слабосогнутый, 5–6 мм длиной, вдвое короче завязи. Тычинка одна, пыльник её с параллельно расположенными гнёздами, между основаниями которых выдаётся отросток клювика, пыльца склеена в булавовидные поллинии. Завязь нижняя, сидячая, скрученная, плод – коробочка, 15–20 мм длиной, из трёх плодолистиков, раскрывается шестью щелями. Семена мелкие (400х150 мкм) [18].

Онтогенез. Как и все орхидеи, ятрышник шлемоносный образует чрезвычайно мелкие семена, которые в природе могут прорасти только в присутствии гриба. В лабораторных условиях на специально подготовленной среде семена прорастали и без участия грибов; наиболее высокая всхожесть наблюдается под белыми флюоресцентными лампами при температуре 12–17°С. Отмечено, что лучше прорастают недозрелые семена.

Подземный проросток – **протокорм** – яйцевидное тело 0,2–0,6 мм в диаметре. На нём заметен конус нарастания и поглощающие волоски эпидермального происхождения. Через 6–12 месяцев формируется побег 1 см

длиной (часто с зеленоватой верхушкой) и придаточные корни. Первый тубероид формируется через 1–3 года после прорастания семени. Первый надземный побег с зеленым листом – весной 4-го года. Таким образом, после трехлетнего подземного развития растение переходит в ювенильное состояние.

Ювенильные растения имеют укороченный побег с единственным листом (длиной до 6 см и шириной до 0,5 см) с 2–4 жилками (рис. 2).

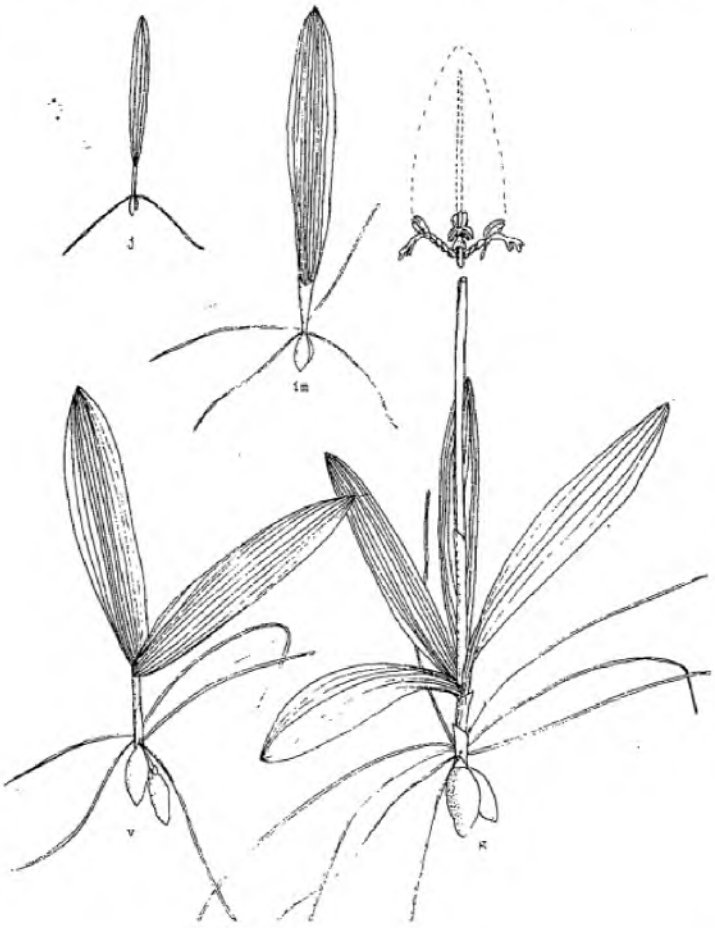

Рисунок 2. Онтогенез Orchis militaris [*18*]

Подземные органы – тубероид до 0,5 см длиной и 0,2 см толщиной, и 1–2 придаточных корня. У **имматурных растений** длина листа увеличивается до 8–9 см, ширина до 1,5 см, число жилок до 6–8 (10). Размеры тубероида возрастают до 1 см в длину и 0,5 см в ширину, число корней – до 3–4. Побег **виргинильных** растений состоит из 2–3 зеленых листьев длиной до 11 см и шириной – до 2,5 см, с 10–14 жилками. От

основания побега отходит 6–7 придаточных корней, тубероид достигает размеров до 2,5 см длиной и 1,5 см шириной.

У **генеративных растений** число листьев в розетке составляет 3–5, длиной до 12,5 см и шириной до 4 см, с 16–22 жилками, тубероид не отличается от виргинильных особей. Генеративного состояния ятрышник шлемоносный достигает не ранее, чем через 7–8 лет после прорастания семени, следовательно, в благоприятных условиях каждая стадия онтогенеза длится 1–2 года (табл. 3). В условиях культуры ятрышник шлемоносный может зацвести значительно раньше на 4–5-ый и даже на 3-й год после прорастания семени [18].

Таблица 3 – Биоморфологические признаки ятрышника шлемоносного в Львовской области [*18*].

Признак	Возрастная группа			
	Ювенильная	Имматурная	Виргинильная	Генеративная
Число листьев	1	1	2 -3	3 и более
Длина листа, см	6,33±0,68	8,87±0,67	10,43±0,70	11,64±0,90
Ширина листа, см	0,48±0,06	1,46±0,16	2,55±0,17	3,56±0,33
Число жилок	3,36±0,52	10,00±0,88	14,50±0,50	22,25±1,88
Длина клубня, см	0,42±0,04	0,80±0,05	2,23±0,23	22,20±0,12
Ширина клубня, см	0,24±0,02	0,50±0,04	1,46±0,11	1,22±0,08
Число корней	2,36±0,27	4,00±0,72	6,72±0,33	8,50±0,92
Длина цветоноса, см				37,95±1,25
Длина соцветия, см				11,50±0,69
Число цветков				31,14±1,88

Примечание. Для взрослых виргинильных и генеративных растений даны размеры нижнего ассимилирующего листа.

При характеристике генеративных особей отмечают, что число цветков в соцветии варьирует от 12 до 70. Отмечается сильная вариабельность и низкий процент завязывания плодов – в Московской области 10–60%, в

Великобритании значительно ниже – около 28% (анализ гербарных материалов за 150 лет показал, что это обычное явление), в отдельных частях ареала – до 65–75%. Большинство авторов связывают это с относительно низкой численностью необходимых этому виду опылителей. Семенная продуктивность генеративных растений оценивается в Волыно-Подолии в 3232 (от 2950 до 3520) семян в одном плоде в среднем, что составляет на одну особь около 46000, а на кв. м — от 71672 до 8067077 семян. Однако отмечено, что далеко не все семена жизнеспособны.

Вид склонен к образованию гибридов с другими видами рода (*O. purpurea, O. simia, O. punctulata, O. morio, O. tridentata* и др.) Особенно часто с первыми двумя видами. Встречаются и межродовые гибриды с *Dactylorhiza maculata, Aceras anthropophorum* [18].

Установлена возможность генеративных особей переходить в **скрытогенеративное** состояние. Некоторые генеративные особи могут цвести в течение 10 лет без перерыва, другие цветут с интервалами в 1–3 года и более. Особенно часто перерыв в цветении наблюдается после первого цветения.

Вегетативное размножение не играет большой роли в поддержании численности популяции. Образование в текущем году двух и более тубероидов происходит исключительно редко, как правило из-за механических повреждений [18].

Сезонное развитие. В условиях более мягкого климата (Крым, Англия) ятрышник шлемоносный демонстрирует рост листьев зимой. На большей части ареала – летнезеленое растение. В Московской области отрастание наблюдается не ранее середины апреля – начале мая, цветение – с середины мая до середины июня, в холодные годы задерживается недели на две, и тогда растение цветет до конца июня. На севере ареала и в горах цветет в июне – июле. Цветение длится около трёх недель (до 25 дней). После опыления цветок увядает через день. Желтеют листья в конце июля – августе, а полностью отмирают к началу сентября. Созревание плодов

наблюдается в конце августа – начале сентября.

Оценка состояния ценопопуляций ятрышника шлемоносного осуществляется во многих регионах. Так, в **Архангельской области** в Чугском заказнике и в Пинежском заповеднике обнаружено, что в составе ивняково-осоковых болот численность популяции ниже (единичные особи), чем на залежи (несколько десятков особей). В структуре популяции ятрышника на ключевом тростниково-хвощевом болоте вблизи западной границы Чугского заказника преобладали генеративные особи: 12 из 20, что составляет 60% [6].

Для популяции ятрышника шлемоносного в **Ленинградской области** отмечается, что вид сейчас, прогрессирует, несмотря на невысокую численность особей в некоторых местонахождениях [26]. Для Гатчинского на северо-западном берегу озера Тяглинское в зарослях кустарников популяция насчитывает 60 вегетативных и около 30 генеративных экземпляров, то есть доля генеративных особей 33% [24].

В **Тверской области** имеются как стабильные, полночленные популяции ятрышника шлемоносного со средней плотностью 11 экземпляров на 1 м^2 и численностью до 340 особей (32,6 % генеративных особей), так и популяции, численность которых за 8 лет сократилась с 76 до 12 генеративных особей [51].

В **Вологодской области** изучено состояние двух популяций ятрышника шлемоносного на противоположных берегах реки Нижняя Ёрга. Популяция, входящая в состав пойменного луга, является молодой и характеризуется высокой численностью, высокой плотностью особей прегенеративного периода и низкой численностью генеративных особей (32 из 120 особей, 27%). Популяция на противоположном берегу входит в состав суходольного луга и является зрелой, очень малочисленной, с преобладанием генеративных особей (9 из 18 особей, 50%) [38].

В **Брянской области** популяция ятрышника шлемоносного в составе остепнённого луга на склоне балки с обнажениями мела по данным 2018 года

содержала в себе 531 генеративное растение (на трансекте длиной 650 м) [63].

Во **Владимирской области** популяция ятрышника шлемоносного на территории ГПЗ «Дюкинский» является стабильной, многочисленной, к 2010 г. она достигла 134 цветущих экземпляров [20].

В Рязанской области на территории ГПЗ «Ижеславльское городище» популяция ятрышника шлемоносного в составе пойменного разнотравно-злакового луга по данным на 2012 год насчитывала на общей территории 100 м^2 40 генеративных особей [15].

В Самарской области в типичных местах обитания число особей может достигать 7–15 на 1 м^2. Популяции зрелые, неустойчивые [56].

В **Липецкой области** обнаружено резкое колебание численности популяции ятрышника шлемоносного в Усманском районе: в 2011 г. – 200 особей, к 2012 г. – 500 особей, а в 2013 г. удалось обнаружить не более 150 растений [68].

В **Краснодарском крае** наблюдается положительный тренд состояния региональной популяции за 10 лет. В Туапсинском районе в зарослях можжевельника плотность ценопопуляции высокая – 15,0 особей на 1 м^2. **Возрастные спектры ценопопуляций**: 17j 33im 17v 33g (пгт. Гай-Кодзор); 27j 32im 27v 14g (бухта Инал) [45].

Плотность популяций **в Адыгее** составляет 10 особей на 1 м^2 [65].

Единственная популяция восстанавливается **в Кировской области**. В 1987 г. она насчитывала 6 экземпляров. В 2006 г. она занимала площадь около 0,5 га при численности 100 вегетативных и 22 генеративных особи (плотность до 13–15 экземпляров на 1 м^2). В настоящее время динамика развития популяции положительная: численность медленно возрастает [72].

Таким образом, в естественных ненарушенных природных сообществах вид образует ценопопуляции в несколько десятков особей, с невысокой плотностью 2–5 особей на 1 м^2, но в благоприятных условиях численность может достигать нескольких сотен, а средняя плотность более

повышается до 10 особей на 1 м^2. **В Эстонии** обнаружена популяция в несколько сотен особей с плотностью 18 особей на 1 м^2 на лютиково-разнотравном лугу, где ятрышник шлемоносный выступал в роли содоминанта. Во **Львовской области** отмечена максимальная плотность до 30 особей на 1 м^2 [17].

Онтогенетическая структура нормальной, полночленной популяции ятрышника шлемоносного в **Подмосковье** на опушке липово-березового леса имела вид: ювенильные 6%, имматурные 28%, виргинильные 34%, генеративные 32%; на лесном лугу: ювенильные 15%, имматурные 65%, виргинильные 15%, генеративные 5%. Средняя плотность этих популяций 2,3 особи на 1 м^2, максимальная – 12 особей на 1 м^2.

На Украине (Львовская область) популяция ятрышника шлемоносного в ненарушенном фитоценозе при средней плотности популяции 13,0±3,1 особей на 1 м^2 имела следующий возрастной спектр: ювенильные 12%, имматурные 27%, виргинильные 55%, генеративные 6%. Во вторичном местообитании при средней плотности популяции 19,25±5,5 особей на 1 м^2: ювенильные 49%, имматурные 22%, виргинильные 15%, генеративные 14%, (последняя популяция имеет инвазионный характер) [18].

Таким образом, онтогенетическая структура популяции ятрышника шлемоносного в пределах ареала очень вариабельна. Доля генеративных особей колеблется от 5% в некоторых сообществах Московской области [18], до 60% в Архангельской области [6]. В среднем в относительно многочисленных популяциях она составляет около 25–35% [24, 38, 51].

В Пензенской области насчитывается 7 местообитаний ятрышника шлемоносного (рис. 3). Крупная популяция существует в пределах памятника природы «Светлополянский резерват ятрышника шлемоносного». Она насчитывает около сотни особей на довольно значительной территории влажного луга, который раньше, до образования ООПТ, подвергался неежегодному сенокошению. Популяция на территории памятника природы «Зареченский лес» малочисленна – менее 10 особей, в последние годы

численность падает, не ежегодно удаётся наблюдать хотя бы одну особь. По другим местообитаниям современных данных нет. В 2023 г. Е. Ю. Яковлев обнаружил крупную популяцию в Колышлейском районе, насчитывающую 60 цветущих особей [21]. Именно в её пределах мы и проводили исследование.

Рисунок 3. Местообитания Orchis militaris в Пензенской области [*21*]

2.2. Характеристика места исследования и методов работы

Исследование проводилось в Колышлейском районе Пензенской области, в окрестностях с. Телегино в июне 2024 г. (2 и 14 июня). Участок расположен на левом берегу реки Хопёр в пределах центральной поймы (рис. 4). Микрорельеф сложный, обусловлен меандрированием р. Хопёр – чередование извилистых ложбин – участков старого русла, и возвышений – прежних прирусловых валов, а также выровненных участков. По понижениям растут заросли кустарников (ив), остальная территория занята лугом. Его видовой состав был изучен на пробных площадях 2×2 м. Общее проективное покрытие колеблется от 40 до 80%. На долю злаков и осок приходится от 10 до 50% (осока мохнатая, осока равнинная, осока ранняя, мятлик луговой, кострец безостый), на долю разнотравья от 7 до 70% (василистник прямой, подмаренник северный, девясил высокий, дудник

обыкновенный, бодяк серый, лабазник вязолистный, кровохлёбка лекарственная). Участие бобовых колеблется от 2 до 30% (клевер средний, мышиный горошек, чина луговая, лядвенец рогатый). Соседние, более дренируемые территории распаханы.

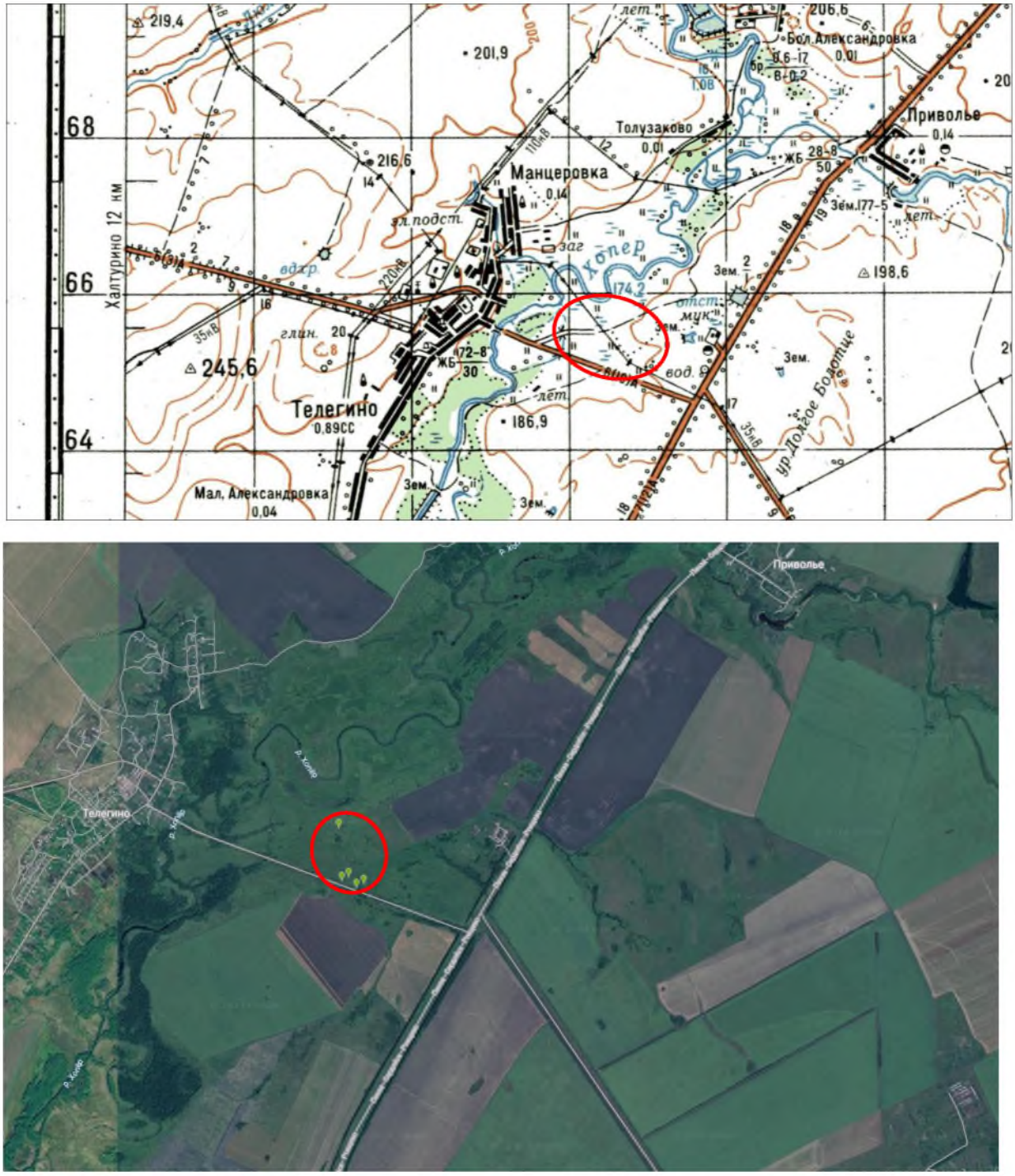

Рисунок 4. Район исследования: вверху – на топографической карте), внизу – на аэрофотоснимке (обозначен красным)

Для изучения плотности, особенностей онтогенеза и онтогенетической структуры было заложено 14 пробных площадей 2×2 м (4м^2): 10 – 2-го июня (в том числе 9 – справа от дороги, 1 – слева), и ещё 4 – 14-го июня (все справа от дороги) (рис. 5). Ввиду редкости вида, подземные органы не изучались, во избежание повреждения и гибели растений. При определении онтогенетического состояния опирались на диагностические признаки, описанные в работе [18].

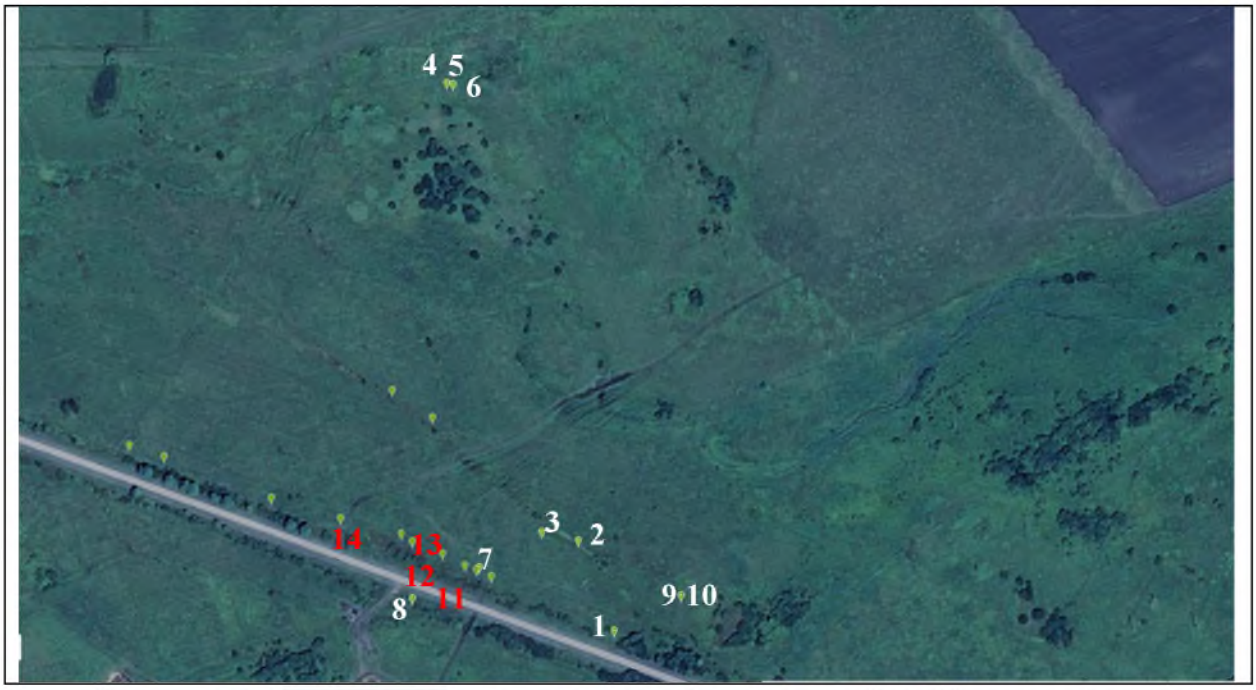

Рисунок 5. Схема расположения пробных площадей (белым – 2 июня, красным –14 июня)

На каждой пробной площади было определено ОПП и абсолютное проективное покрытие ятрышника шлемоносного (АПП).

В полевых исследованиях и последующей камеральной обработке принимала участие ученица Губернского лицея Мария Храмова.

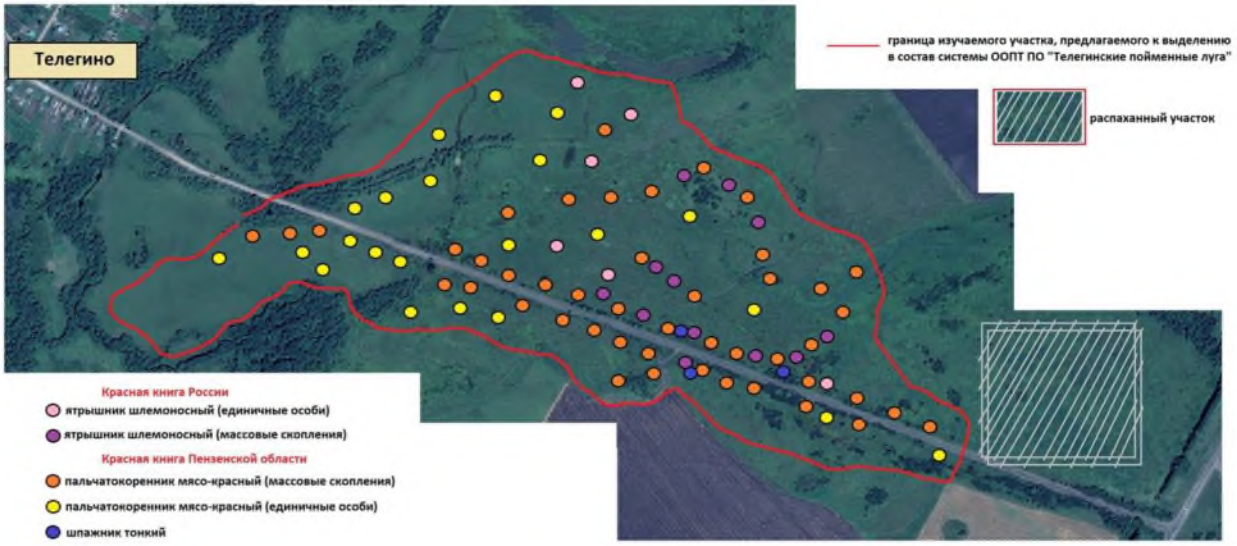

Рисунок 6. Схема участка, предлагаемого к выделению в состав системы ООПТ «Телегинские пойменные луга» (автор – Е. Яковлев)

Популяции ятрышника шлемоносного характеризовали, используя классификацию Л.А. Животовского «дельта – омега» (Δ– ω) [29].

Дельта – это индекс возрастности, разработанный А.А. Урановым (1975). В последствии Л.А. Животовский несколько видоизменил формулу Уранова и уточнил коэффициенты возрастности для некоторых онтогенетических состояний (таблица 4).

$$\Delta = \frac{\sum k_i \times m_i}{N}$$

где k_i– численность i-той онтогенетической группы; m_i – «цена» возрастности одной особи i-той онтогенетической группы; N – численность ценопопуляции.

$$\omega = \frac{\sum n_i \times e_i}{\sum n_i}$$

где n_i– это абсолютное число растений i-того возрастного состояния; e_i – эффективность растений i-того возрастного состояния; Σ n_i– общее число растений. Индекс эффективности рассматривается как энергетическая нагрузка на среду и называется «средним» растением. Для каждого

онтогенетического состояния определена своя эффективность e_i [29] (таблица 5).

Таблица 4 – Онтогенетические состояния и их характеристики [*29*]

Возрастное состояние	Балл состояния, *i*	Возрастность, m_i
Семя, se	0	0,0025
Проросток, p	1	0,0067
Ювенильное, j	2	0,0180
Имматурное, im	3	0,0474
Виргинильное, v	4	0,1192
Молодое генеративное, g_1	5	0,2689
Зрелое генеративное, g_2	6	0,5000
Старое генеративное, g_3	7	0,7311
Субсенильное, ss	8	0,8808
Сенильное, s	9	0,9526
Отмирающее, sc	10	0,9820

Таблица 5 – Эффективность онтогенетических состояний особей e_i [*29*]

Возрастное состояние	Эффективность, e_i
Семя, se	0,0099
Проросток, p	0,0266
Ювенильное, j	0,0707
Имматурное, im	0,1807
Виргинильное, v	0,4200
Молодое генеративное, g_1	0,7864
Зрелое генеративное, g_2	1,0
Старое генеративное, g_3	0,7864
Субсенильное, ss	0,4200
Сенильное, s	0,1807
Отмирающее, sc	0,0707

Индекс (коэффициент) возрастности оценивает возрастной уровень ценопопуляции в каждый момент времени и даёт реальное представление о вкладе каждой онтогенетической группы в общую возрастность ценопопуляции. Он изменяется от 0 до 1.

«Омега» – ω – индекс эффективности, или средняя энергетическая эффективность ценопопуляции – средневзвешенное значение величин эффективности растений (e_i), который рассчитывается по формуле [29].

По классификации «дельта – омега» выделяют 6 типов нормальных популяций на основе критерия абсолютного максимума, то есть соответственно тому, на какое из онтогенетических состояний приходится абсолютный максимум распределения разных возрастных групп (таблица 6).

Таблица 6 – Классификация популяций «дельта – омега» [29]

Тип популяции	Δ	ω
Молодая	< 0,35	< 0,6
Зреющая	< 0,35	> 0,6
Переходная	0,35 – 0,54	< 0,7
Зрелая	0,35 – 0,54	> 0,7
Стареющая	> 0,55	> 0,6
Старая	> 0,55	< 0,6

Для более полной характеристики популяций рассчитывали **индекс возобновляемости** И.Н. Коваленко (цитируется по: [29]):

Индекс возобновляемости рассчитывается по формуле:

$$I_{возобн} = \frac{\sum_{i=1}^{p-v} n_i}{\sum_{i=1}^{p-s} n_i} * 100$$

Статистическая обработка результатов опытов заключалась в определении среднего арифметического (медии) и ошибки

репрезентативности. Проверяли, чтобы ошибка репрезентативности не превышала 5 %.

Для расчётов использовали следующие формулы:

$$M = \frac{\sum a}{n}; \qquad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (a - M)}{n}}; \qquad m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

где M – среднее арифметическое; a – отдельное измерение; Σa – сумма отдельных измерений; n – число измерений; σ – среднее квадратичное отклонение; m – ошибка среднего.

Математическую обработку и представление данных в виде диаграмм выполняли с применением программы Microsoft Excel 10.0.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Онтогенез *Orchis militaris* L. в условиях лугов с. Телегино

В условиях лугов окрестностей с. Телегино нами были обнаружены особи 2-х онтогенетических периодов и 4-х онтогенетических состояний: прегенеративного (ювенильное j, имматурное im, виргинильное v – онтогенетические состояния) и генеративного (генеративное состояние g) (табл. 7).

Таблица 7 – Биоморфологические признаки ятрышника шлемоносного на Телегинских лугах (14.06.2024)

	Высота побега, см	Длина соцветия, см	Кол-во листьев	Длина листа, см	Ширина листа, см	Диаметр стебля, мм	Кол-во цветков
j			**1,0**±0,0	**9,7**±0,5 (7–13)	**0,6**±0,1 (0,3–0,9)		
im			**1,0**±0,0	**12,7**±0,8 (9–18)	**1,2**±0,1 (1,0–1,8)		
v			**2,4**±0,1 (2–4)	**16,4**±0,6 (12–21)	**2,1**±0,1 (1,5–3,8)		
g	**33,6**±2,5 (16–56)	**9,5**±1,2 (3–23)	**4,6**±0,2 (3–6)	**14,4**±0,5 (10–19)	**3.9**±0,2 (2–6)	**8,6**±0,6 (5–15)	**37,2**±5,1 (10–89)

Ювенильные особи имеют розеточные побеги с единственным листом длиной от 7,0 до 13,0 см, в среднем 9,7 см, что несколько больше (на 33%), чем в Львовской области (6,3 см [18]), и шириной от 0,3 до 0,9 см, в среднем 0,6 см.

Имматурные растения также формируют розеточный побег с одним листом длиной от 9 до 18 см, в среднем 12,7 см, шириной от 1,0 до 1,8 см, в среднем 1,2 см. По сравнению с особями этого возраста, описанными из Львовской области, длина листа на 30% больше.

В **виргинильном состоянии** число листьев возрастает до 2–3 (редко до 4), в среднем 2,4. Длина листа увеличивается до 12–21 см, в среднем 16,4 см, что на 37% больше, чем по литературным данным. Ширина

увеличивается до 1,5–3,8 см, в среднем 2,1 см, что на 18% уже, чем в Львовской области. Обычно растения не ветвятся, но изредка формируются виргинильные особи с 2-мя побегами.

У **генеративных растений** формируется единственный удлинённый побег высотой от 16 до 56 см, в среднем 33,6 см с 3–6 листьями длиной от 10 до 19 см, в среднем 14,4 см, шириной от 2 до 6 см, в среднем 3,9 см. Диаметр стебля варьирует от 5 до 15 мм, в среднем 8,6 мм. Длина соцветия колеблется от 3 до 23 см, в среднем 9,5 см. Число цветков изменяется от 10 до 89, в среднем 37,2 .

По сравнению с литературными данными [18] телегинская популяция отличается несколько меньшими размерами удлинённого побега, в том числе соцветия. Это может быть обусловлено сильными заморозками – многие растения имеют коричневые верхушки.

Кроме того, длина листа генеративных растений в Телегино на 20% больше. По остальным признакам существенных отличий нет.

3.2. Плотность популяции и онтогенетическая структура популяции *Orchis militaris* L. в условиях лугов с. Телегино

В окрестностях села Телегино ятрышник шлемоносный встречается в сообществах настоящих и влажных лугов с общим проективным покрытием от 45 до 80%, его участие в которых не превышает 1 до 6 % (абсолютное проективное покрытие, АПП, в среднем для 14 площадок составляет 2,8%), средняя плотность ятрышника шлемоносного колеблется от 1 до 25 особей, в среднем для 14 пробных площадей 6,6 шт/м^2 (табл. 8).

Сравнивая эти показатели с литературными данными, можно отметить, что средние значения плотности значительно выше, чем в большинстве местообитаний [15], приближаются к таковым в Самарской области [56]. Максимальные значения плотности на отдельных площадках (ПП6, ПП12) приближаются к показателям Тверской [51], Кировской области [72],

Краснодарского края [45], Республики Адыгея [65], и даже (ПП5) – к самым высоким значениям, зафиксированным в литературе в Львовской области [17].

Таблица 8 – Плотность популяции ятрышника шлемоносного на Телегинских лугах

	Число особей в пересчёте на 1 м^2				
	j	im	v	g	Всего
ПП1	0,75	0,25	0,25	1,50	2,75
ПП2	3,00	0,25	0,00	0,75	4,00
ПП3	0,25	0,25	0,00	0,25	0,75
ПП4	3,75	1,75	0,75	2,75	9,00
ПП5	7,00	12,25	2,00	3,50	24,75
ПП6	4,00	6,25	0,50	2,75	13,50
ПП7	0,25	1,25	0,75	2,50	4,75
ПП8	1,00	2,50	0,25	1,25	5,00
ПП9	0,25	3,00	0,25	1,25	4,75
ПП10	0,00	0,25	0,25	1,25	1,75
ПП11	1,5	0,75	1,00	2,50	5,75
ПП12	5,25	0,75	1,75	1,25	9,00
ПП13	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25
ПП14	0,75	1,00	2,00	2,50	6,25
Среднее	**1,98**±0,62	**2,18**±0,93	**0,71**±0,20	**1,71**±0,29	**6,59**±1,75

Число ювенильных особей колеблется от 0 до 7 экземпляров, в среднем 2 шт., что составляет от 0 до 75%, в среднем 25,9 % (табл. 9).

Число имматурных особей изменяется от 0 до 12, в среднем около 2, что составляет от 0 до 50%, в среднем 25,4%.

Количество виргинильных растений варьирует от 0 до 2, в среднем 0,7, что составляет от 0 до 100%, в среднем 17,0%.

Число генеративных особей составляет от 0 до 3,5, что составляет от 0 до 71,4%, в среднем 31,7%. Графическое изображение онтогенетической структуры показано на рис. 7.

Сравнивая полученные данные с литературными, можно отметить, что в целом онтогенетическая структура популяции ятрышника шлемоносного в

окрестностях с. Телегино сходна с таковой во многих других частях ареала – Ленинградской [24], Тверской [51], Вологодской [38] областях, Краснодарском крае [45].

Коэффициент возрастности дельта варьирует на пробных площадях от 0,11 до 0,38, в среднем 0,20±0,02; коэффициент эффективности – от 0,45 до 0,80, в среднем 0,45±0,05. Это позволяет отнести данную популяцию к молодым.

Индекс возобновляемости колеблется от 28 до 100, в среднем 68±5, что характерно для устойчивых, успешно возобновляющихся популяций.

Таблица 9 – Онтогенетическая структура ятрышника шлемоносного на Телегинских лугах, %

	j	im	v	g
ПП1	27,3	9,1	9,1	54,5
ПП2	75,0	6,3	0,0	18,8
ПП3	33,3	33,3	0,0	33,3
ПП4	41,7	19,4	8,3	30,6
ПП5	28,3	49,5	8,1	14,1
ПП6	29,6	46,3	3,7	20,4
ПП7	5,3	26,3	15,8	52,6
ПП8	20,0	50,0	5,0	25,0
ПП9	5,3	63,2	5,3	26,3
ПП10	0	14,3	14,3	71,4
ПП11	26,1	13,0	17,4	43,5
ПП12	58,3	8,3	19,4	13,9
ПП13	0,0	0,0	100,0	0,0
ПП14	12,0	16,0	32,0	40,0
Среднее	**25,9**±6,1	**25,4**±5,5	**17,0**±7,0	**31,7**±5,3

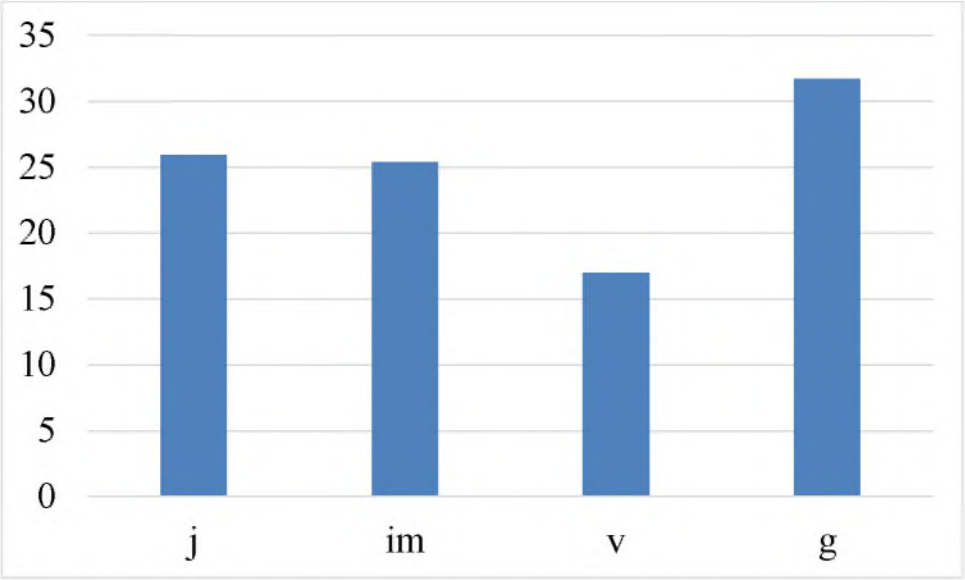

Рисунок 7. Онтогенетическая структура популяции ятрышника шлемоносного на Телегинских лугах

3.3. Методические рекомендации по организации научно-исследовательской работы со школьниками по изучению редких видов орхидных на примере ятрышника шлемоносного

Наш опыт по организации научно-исследовательской работы со школьниками по изучению популяции ятрышника шлемоносного позволяет сделать вывод, что это исследование популяций редких видов орхидей может быть рекомендовано в качестве темы индивидуального научного проекта школьников как среднего, так и старшего звена, углубленно занимающихся биологией.

Для выбора объекта исследования можно рекомендовать опираться на новое издание Красной книги Пензенской области. Она представляет собой список наиболее уязвимых видов нашей флоры, изучение которых могло бы внести наибольший вклад в сохранение видового разнообразия. Что касается семейства Орхидные, из 25 видов орхидей, обитающих на территории Пензенской области [16], 19 – занесены в Красную книгу Пензенской области [39]. Значительная часть местообитаний, отмеченная на картах ареала обитания этих видов в пределах нашей области, известна по

гербарным сборам прежних лет и требует подтверждения. Поэтому начальным этапом работы, в первую очередь с обучающимися среднего звена, могут быть маршрутные исследования с целью обнаружения и фиксации данных об общем фиторазнообразии территории, с занесением информации в базу данных Inaturalist. Это особенно актуально для территорий, флористическое разнообразие которых изучено относительно слабо. Для лучше изученных территорий, для которых в базе данных Inaturalist имеются данные о находках редких видов, можно использовать информацию о местообитании редкого вида с целью заложения пробных площадей. Следует учитывать, что в базе данных Inaturalist координаты местообитания редких видов могут быть скрыты с целью их защиты от вандализма и сохранения популяции, особенно для красивоцветущих, лекарственных растений. В этом случае можно в базе данных Inaturalist можно связаться с автором наблюдения для уточнения сведений.

После определения района исследования и перечня видов, популяции которых предполагается изучить, на предварительном этапе следует проанализировать литературные данные о биологии и экологии вида. К настоящему времени опубликована фундаментальная монографии по видам семейства Орхидных нашей страны [17], а также ряд важных работ по каждому из видов, на которые можно опираться для анализа полученных данных. Обучающиеся, приступая к работе по изучению популяции редкого вида орхидных, должны иметь сформулированный понятийный аппарат таких терминов как «популяция», «ценопопуляция» «онтогенез», «онтогенетический период», «онтогенетическое состояние», «онтогенетическая структура популяции», «жизненность особи», «плотность популяции», «численность популяции». В адаптированной форме до обучающихся нужно донести цель большой значимости исследований популяций редких видов, особенно мониторинговых исследований, в решении проблемы сохранения биоразнообразия.

На этом же этапе по имеющимся в литературе рисункам и гербарию (если он имеется) нужно сформировать навыки определения онтогенетических состояний видов, планируемых для изучения – выявить диагностические признаки и составить ключ для определения диагностического состояния, для того, чтобы в природных условиях обучающийся мог справляться с этим самостоятельно и быстро. Например, для вида ятрышник шлемоносный ключ для определения онтогенетического состояния может иметь следующий вид:

1. + Особь имеет 1 лист……2.
   – Особь формирует 2 и более листа……....3.
2. + Ширина листа до 1 см……..ювенильное растение.
   – Ширина листа свыше 1 см……...имматурное растение.
3. + Особь формирует полурозеточный побег с цветками/плодами ……генеративное растение.
   – Особь формирует розетку листьев……...виргинильное растение.

При характеристике онтогенетических состояний в литературе может приводиться более широкий спектр признаков. Однако, часть из них невозможно использовать для редких видов, как например, характеристика подземных органов (форма и диаметр тубероидов, число и длина корней). Определение этих признаков в полевых условиях травмирует растения, поэтому для редких видов орхидных, онтогенез которых описан в литературе, следует отказаться от использования данных признаков в диагностике онтогенетических состояний.

Некоторые диагностические признаки надземных органов, как например, число жилок листа, трудоёмки для определения и значительно увеличивают временные затраты, могут способствовать быстрой утомляемости и утраты мотивации, поэтому, если удаётся эффективно использовать другие, ими можно пренебречь.

Полевой этап научно-исследовательской работы школьников по изучению популяций включает заложение пробных площадей. В её пределах нужно описать растительное сообщество, участие изучаемого вида, число особей разных онтогенетических состояний. Для характеристики древесного растительного сообщества размер пробной площади не может быть менее 10 м×10 м (100 м^2), иначе невозможно достоверно описать древесный и кустарниковый ярусы. Для травянистых растительных сообществ некоторые исследователи также рекомендуют выбирать пробные площади 10 м×10 м (100 м^2), другие полагают, что пробные площади меньшей площади, заложенные в наиболее типичном участке, могут достоверно отобразить растительное сообщество. По нашему мнению, в школьных работах допустимо использовать пробные площади 2 м×2 м (4 м^2) не только для учёта числа особей разных онтогенетических состояний, но и для характеристики фитоценотической приуроченности редкого вида в степных и луговых сообществах. При этом границы пробной площади намечают при помощи верёвки и колышков, определяют общее проективное покрытие, участие основных доминантов, абсолютное проективное покрытие изучаемого вида. Удобно, особенно на начальных этапах, давать оценку проективному покрытию с помощью квадрата площадью 20 на 20 см, что составляет 1% общей площади. Размер пробной площади 2 м×2 м (4 м^2) мы рекомендуем для подсчёта числа онтогенетических состояний орхидей с жизненной формой вегетативного однолетника, как ятрышник шлемоносный, вегетативно неподвижных. Для видов других жизненных форм (например, корневищных), активно размножающихся вегетативно, с более высокой плотностью, чем у ятрышника шлемоносного, размер пробной площади для учёта числа особей разных онтогенетических состояний можно уменьшить до 1 м^2.

Подсчёт особей разного возраста на пробных площадях следует производить постепенно, так, чтобы свести к минимуму риск вытаптывания растительного покрова и повреждения особей редкого вида.

Дополнительно площадку можно поделить на участки и работать с каждым участком поэтапно.

Данные удобно заносить в бланки (табл. 10)

Таблица 10 – Бланк для работы на пробной площади

Пробная площадь №__			
ОПП, в том числе		Онтогенетическая структура	
Злаки и осоки		j	
		im	
Разнотравье		v	
		g	
Бобовые		Всего:	

Число пробных площадей зависит от площади популяции, разнообразия условий местообитания и возможностей исследователя.

Для каждой пробной площади лучше делать фотографию сообщества и генеративной особи на ней для размещения в базе данных Inaturalist. В этом случае программа осуществит привязку наблюдения к местности, и размещение пробных площадей будет отображено на карте, что облегчит дальнейший анализ.

Камеральная обработка заключается в использовании статистических методов: определения средней арифметической, стандартного отклонения и ошибки выборки. Для каждой пробной площади нужно определить плотность особей (общее число особей на пробной площади разделить на её площадь), вклад каждого онтогенетического состояния в процентах. В целом, обучающиеся старших классов довольно успешно справляются после некоторых пояснений научного консультанта с освоением программы MicrosoftExcel 10.0 для статистической обработки.

Результаты работы могут быть оформлены в виде научно-исследовательской работы для участия в конференциях разного уровня.

ВЫВОДЫ

По результатам работы были сделаны следующие выводы:

1. Проанализирована литература по вопросам организации научно-исследовательской деятельности школьников, в том числе ее принципы, этапы, содержание; изучен опыт изучения видов семейства Orchidaceae. Установлено, виды этого семейства редко становятся объектами школьных работ, в том числе и по причине недостаточной проработки методических аспектов.

2. Освоены методы изучения особенностей биологии и экологии редких видов на примере *Orchis militaris*, популяционные методы, методы статистической обработки.

3. С участием обучающихся старших классов Губернского лицея г. Пензы изучена фитоценотическая приуроченность, особенности онтогенеза *Orchis militaris* и демографические признаки недавно обнаруженной популяции вида близ с. Телегино Колышлейского района. В этих условиях ятрышник шлемовидный обитает в сообществах настоящих и влажных лугов ссомкнутостью от 40 до 80%. Вид играет роль ассектатора с участием от 1 до 6 % (в среднем 2,8%). Средняя плотность 6,6 шт/м^2, что соответствует средним значениям в пределах ареала, локально возрастает до высоких значений 25 шт/м^2.

Были обнаружены особи 2-х онтогенетических периодов и 4-х онтогенетических состояний: прегенеративного (ювенильное j, имматурное im, виргинильное v - онтогенетические состояния) и генеративного (генеративное состояние g). Онтогенетическая структура описывается формулой j 25,9 im 25,4 v 17,0 g 31,7.

Коэффициент возрастности дельта 0,20±0,02 и коэффициент эффективности омега 0,45±0,05 позволяет отнести данную популяцию к молодым. Индекс возобновляемости 68±5 характеризует популяцию как успешно возобновляющуюся популяций. Вследствие особенностей

жизненного цикла вида, рекомендуется мониторинговые исследования данной популяции.

4. Разработаны методические рекомендации по организации научно-исследовательской деятельности школьников по изучению редких растений, ключ для определения онтогенетических состояний ятрышника шлемоносного, бланк для работы в полевых условиях на пробных площадях. Результаты работы послужили обоснованием обращения активистов Пензенского отделения Русского ботанического общества и Русского географического общества, а также инициативной группы граждан к министру лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Пензенской области Алтынбаеву Ришату Рифатовичу с просьбой о рассмотрении вопроса о включении в состав ООПТ данного местообитания ятрышника шлемоносного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анкипович И. А. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Хакассия. Редкие и исчезающие виды растений и грибов. Новосибирск: Наука, 2012. С. 139.

2. Антипова Е. М. Ятрышник шлемоносный //Красная книга Красноярского края. В 2 т-х. Т. 2: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов / отв. ред. Н. В. Степанов. Красноярск, 2012. С 233.

3. Афанасьева В. А. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Саха (Якутия). Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / Отв. ред. Н. С. Данилова. М.: Издательство «Реарт», 2017. С. 156.

4. Барабаш Г. И., Попова Н. И. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Воронежской области: в двух т. Том 1: Растения. Лишайники. Грибы / под ред. В. А. Агафонова. Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2018. С. 303-304.

5. Баранова О. Г. Пузырёв А. Н. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Удмуртской Республики / Под. ред. О. Г. Барановой. Чебоксары: «Перфектум», 2012. С. 318.

6. Баталов А. Е., Пучнина Л. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Архангельской области. Архангельск: Сев. (Арктич.) федер. ун-т, 2020. С. 291-292.

7. Богданов Г. А., Жукова О. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Марий Эл. Растения. Грибы / под. ред. О. Г. Барановой, Л. В. Рыжовой, Ю. Г. Суетиной. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2023. С. 46.

8. Богоявленская Д. Б. Об исследовательской деятельности как пути развития одаренности // Психолого-педагогические проблемы одаренности: теория и практика: материалы 8 Междунар. конф. / ред. Л. И. Ларионова. Иркутск, 2013. С. 25.

9. Борисова М. А., Маракаев О. А. Редкие виды растений: практика исследований в природе: учебно-методическое пособие. Ярославль: Яросл. гос. ун-т., 2015. 64 с.

10. Буко Т. Е. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Кемеровской области: Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Кемерово: «Азия принт», 2012. С. 99.

11. Варгот Е. В. Ятрышник шлемоносный //Красная книга Республики Мордовия. Т. 1. Редкие виды растений и грибов / Под ред. Т. Б. Силаевой. Саранск: Издательство Мордовского университета, 2017. С. 209.

12. Варлыгина Т. И. Ятрышник шлемоносный//Красная книга Московской области / Отв. ред. Варлыгина Т. И., Зубакин В. А., Никитский Н. Б., Свиридов А. В. М. О.: ПФ «Верховье», 2018. С. 509.

13. Варлыгина Т. И. Ятрышник шлемовидный // Красная книга Владимирской области/ отв. ред. О. Н. Канищева, М. А. Сергеев. Тамбов: ООО «ТПС», 2018. С. 112.

14. Варлыгина Т.И. Ятрышник шлемовидный // Красная книга Тульской области: растения /Под ред. А.В. Щербакова. Тула: Аквариус, 2020. С. 136–137.

15. Варлыгина Т. И., Казакова М. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Рязанской области / Отв. ред. В. П. Иванчев, М. В. Казакова. Ижевск: ООО «Принт», 2021.С. 329.

16. Васюков В. М., Саксонов С. В. Конспект флоры Пензенской области // Флора Волжского бассейна. Т. IV. / науч. ред. С. В. Саксонов. Тольятти: Анна, 2020. 211 с.

17. Вахрамеева М. Г., Варлыгина Т. И., Татаренко И. В. Орхидные России (биология, экология и охрана). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014.

18. Вахрамеева Н. Г., Загульский Н. М., Быченко Т. М. Ятрышник шлемоносный // Биологическая флора Московской области / под ред.

В. Н. Павлова, В. Н. Тихомирова. Вып. 10. М.: Изд-во МУ, изд-во «Аргус»; 1995. С. 64-74.

19. Гафурова М.М. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Чувашской Республики. Т. 1. Ч. 1: Редкие виды растений и грибов. / Под ред. М. М. Гафуровой. М.: Буки Веди, 2020. С. 135.

20. Громов А. Р., Орлова Н. С., Сергеев М. А. Редкие и исчезающие виды растений на территории заказника Дюкинский // Географические основы формирования экологических сетей в России и Восточной Европе. Ч. 1. Мат-лы электронной конф. (1–28 февраля 2011 г.). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 58-61.

21. Горбушина Т. В., Чистякова А. А. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Пензенской области. Т. 1: Сосудистые растения, мхи, лишайники, грибы / науч. ред. А. И. Иванов. М.; Пенза: Студия он-лайн, 2024. С. 137-138.

22. Гусев А. В., Ермакова Е. И. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, лишайники, грибы и животные / общ. науч. ред. Ю. А. Присный. Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2019. С. 162.

23. Долбнев В. В. Организация научно-исследовательской деятельности в рамках школьного научного общества учащихся // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы VIII Междунар. науч. конф. (г. Самара, март 2016 г.). Самара: ООО «Издательство АСГАРД», 2016. С. 134-137.

24. Доронина А. Ю., Стёпочкина О. Е., Конечная Г. Ю., Ефимов П. Г., Крупкина Л. И., Ликсакова Н. С. Новые местонахождения редких и охраняемых видов сосудистых растений в Ленинградской области и Санкт-Петербурге // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2024. 18(3). С. 30-40.

25. Ефимик Е. Г., Зенкова Н. А. Ятрышник шлемоносный// Красная книга. Пермского края. Пермь: Алдари, 2018. С. 81

26. Ефимов П. Г. Ятрышник шлемоносный// Красная книга Ленинградской области: Объекты растительного мира / Гл. редактор Д. В. Гельтман. СПб: Марафон, 2018. С. 758-759.

27. Ефимов П. Г. Ятрышник шлемоносный// Красная книга Новгородской области. / Отв. ред. Ю. Е. Веткин, Д. В. Гельтман, Е. М. Литвинова, Г. Ю. Конечная, А. Л. Мищенко.СПб.: ДИТОН, 2015. С. 202.

28. Ефимов П. Г. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / Под ред. Д. В. Гельтмана. М.: ВНИИ «Экология», 2024. С. 421.

29. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология, 2001. № 1. С. 3-7.

30. Загвязинский В. И. Исследовательская деятельность педагога: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед.М.: Академия, 2008. С. 19.

31. Зернов А. С. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Карачаево-Черкесской Республики. Черкесск: Нариздат, 2013. С. 295.

32. Золотухин Н. И., Полуянов А. В. Ятрышник шлемноносный // Красная книга Курской области: Редкие и исчезающие виды животных, растений и грибов. Калининград; Курск: РОСТ-ДОАФК, 2018. С. 174.

33. Иванов А. Л. Ятрышник вооружённый // Красная книга Ставропольского края. Т. 2. Растения. Ставрополь: Астерикс, 2013. С. 284.

34. Каирова Л. А., Рыбина О. Е. Организация исследовательской и проектной деятельности младших школьников: учебное пособие. Барнаул: АлтГПУ, 2022. С. 12.

35. Киселева Л. Л. Ятрышник шлемовидный // Красная книга Орловской области. Грибы, растения, животные. Орел: Папирус, 2021. С. 170.

36. Князев Н. С. Ятрышник шлемовидный // Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы / отв. ред. Н. С. Корытин. Екатеринбург: ООО «Мир», 2018. С. 286.

37. Ковтонюк Н. К., Уманская Н. В. Красная книга Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа (растения) / Под ред. Г. А. Пешкова. Чита: Стиль, 2002. С. 56.

38. Кононова О. А., Кононова А. И. Оценка состояния ценопопуляций *Orchis militaris* L. в Вологодской области // Лучшая исследовательская статья 2020: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса (Петрозаводск, 15 мая 2020 года). Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2020. С. 149-155.

39. Красная книга Пензенской области. Т. 1: Сосудистые растения, мхи, лишайники, грибы / науч. ред. А. И. Иванов. М.; Пенза: Студия он-лайн, 2024. 300 с.

40. Красная книга Смоленской области: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений / отв. ред. Н. Д. Круглов. Смоленск: Изд-во СГПИ, 1997.

41. Крылов А. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Калужской области. Том 1. Растительный мир. Калуга: ООО «Ваш Домъ», 2015. С. 257-258.

42. Куликов В. П. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Оренбургской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Воронеж: ООО «Мир», 2019. С. 349.

43. Куликов В. П., Рязанова Л. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Челябинской области. Растения. Животные. Грибы. М.: Реарт, 2017. С. 283.

44. Леонтович А. В. Концептуальные основания моделирования исследовательской деятельности учащихся // Школьные технологии. 2006. №5. С. 63-71.

45. Литвинская С. А., Перебора Е. А. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы / отв. ред. С. А. Литвинская. Краснодар, 2017. С. 526-527.

46. Лунь Г. Ш. Организация научно-исследовательской деятельности в общеобразовательной школе // Амурский научный вестник. 2020. №2. С. 23

47. Лунь Г. Ш. Организация научно-исследовательской деятельности в общеобразовательной школе // Амурский научный вестник. 2020. №2. С. 25-26.

48. Ляхова И. Г. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Иркутской области / гл. ред. С.М. Трофимова, отв. ред. В. В. Попов. Иркутск; Улан-Удэ: Республиканская типография, 2020. С. 99.

49. Манеев А. Г. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Алтай (растения). Горно-алтайск, 2017. С. 128-129.

50. Маракаев О. А. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Ярославской области. Ярославль: Академия 76, 2015. С. 138.

51. Марков М. В., Тихомирова Е. Д. Оценка состояния популяции редкой орхидеи ятрышника шлемоносного в окрестностях г. Старицы Тверской области // Вестник ТвГУ. Серия «География и геоэкология». 2015. №1. С. 54-63.

52. Муртазалиев Р. А., Теймуров А. А. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Дагестан. Махачкала: Республиканская газетно-журнальная типография, 2009. С. 118-119.

53. Науменко Н. И., Васеева М. А. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Курганской области. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2012. С. 243.

54. Обухов А. С. Исследовательская деятельность учащихся. Научно-методический сборник в двух томах/ Под общей ред. А. С. Обухова. Т.1: Теория и методика. М.: Общероссийское общественное движение творческих педагогов «Исследователь», 2007. С. 73.

55. Першина Н. А. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Забайкальского края. Растения. Новосибирск: ООО «Дом мира», 2017. С. 77-78.

56. Плаксина Т. И., Ильина Н. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов / Под ред. С. А. Сенатора и С. В. Саксонова. Самара: Издательство Самарской государственной областной академии (Наяновой), 2017. С. 181.

57. Пликина Н. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Омской области. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2015. С. 497.

58. Прокопьева Л. Б. Исследовательская деятельность как средство развития творческих и интеллектуальных способностей одаренных учащихся //Профессиональное образование в России и за рубежом. 2017. №3. С.187-189.

59. Пучнина Л. В. Распространение ятрышника шлемоносного (*Orchismilitaris* L.) в Архангельской области и состояние его ценопопуляций // Растительный покров Европейского Севера и Арктики: XIV Перфильевские научные чтения, посвященные 140-летию со дня рождения Ивана Александровича Перфильева: Сборник материалов Межрегиональной научной конференции, Архангельск, 17–18 марта 2022 года. Архангельск: ООО «Консультационное информационно-рекламное агентство», 2022. С. 96-102.

60. Пушай Е. С., Хомутовский М. И. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Тверской области. Тверь: Тверской Печатный Двор, 2016. С. 353.

61. Решетникова Т. Б. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Папирус, 2021. С. 180.

62. Санданов Д. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды

животных, растений и грибов / отв. ред. Н. М. Пронин. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. С. 573-574.

63. Семенищенков Ю. А., Панасенко Н. Н. Находки редких видов сосудистых растений в Брянской области в 2015-2018 гг. // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. 2019. № 1(17). С. 54-63.

64. Силантьева М. М. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Алтайского края. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2016. С. 158-159.

65. Сиротюк (Куваева) А. Э. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: в 2 ч. / отв. ред. А. С. Замотайлов. Майкоп: Качество, 2012. С. 194.

66. Соколов А. С. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Тамбовской области. Мхи, сосудистые растения, грибы, лишайники. Тамбов: ООО «ТПС», 2019. С. 347.

67. Старкова Т. С. Методика школьных научных исследований популяций редких видов растений // Биология: учебно-методическая и научно-популярная газета для преподавателей биологии, экологии и естествознания. 2007. №10. С. 26 27.

68. Стародубцева Е. А., Хлызова Н. Ю., Мельников М. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Липецкой области. Т. 1. Растения, грибы, лишайники. / Под ред. А.В. Щербакова. Липецк: «Веда социум», 2014. С. 160 161.

69. Степанцова Н. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Усть-Ордынского Бурятского автономного округа. Иркутск: ООО «Время странствий», 2003. С. 44.

70. Судницына Д. Н. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Псковской области. Псков, 2014. С. 140.

71. Суюндуков И. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Башкортостан. В 2-х т. Т. 1. Растения и грибы. М.: Студия онлайн, 2021.С. 182.

72. Тарасова Е. М. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Киров: ООО «Кировская областная типография», 2014. С. 237.

73. Тачукова А. Северные орхидеи: *Epipactis atrorubens* и *Epipactis helleborine* в Алферьевском лесу // Наука юных: материалы региональной науч.-практ. конф. для школьников и учащихся колледжей. Пенза: ПГУАС, 2018. С. 173-175.

74. Уткина Т. В., Бегашева И. С. Проектная и исследовательская деятельность: сравнительный анализ. Челябинск: ЧИППКРО, 2018. С. 14.

75. Фардеева М. Б. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Татарстан: Животные, растения, грибы. Казань: ИДЕАЛ-ПРЕСС, 2016. С. 460-461.

76. Фролов Д. А., Силаева Т. Б., Письмаркина Е. В. Ятрышник шлемоносный// Красная книга Ульяновской области. М.: Буки Веди, 2015. С. 162–163.

77. Харитонцев Б. С. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Тюменской области: Животные, растения, грибы. Кемерово: Технопринт, 2020. С. 340.

78. Чернова О. Д., Прокопьев. А. С. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Томской области // https://green.tsu.ru/redbook/?p=1166

79. Шанцер И. А. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Волгоградской области. В двух томах. Т. 2. Растения и другие организмы / под ред. О. Г. Барановой, В. А. Сагалаева. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. С. 168.

80. Шауло Д. Н., Лайдып А. М. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Тыва (животные, растения и грибы). Кызыл, 2018. С. 383.

81. Шауло Д. Н. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Новосибирской области: Животные, растения и грибы. Новосибирск: Типография Андрея Христолюбова, 2018. С. 412.

82. Широков А. И., Бирюкова О. В. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Нижегородской области. Т. 2. Сосудистые растения, моховидные, водоросли, лишайники и грибы. Калининград: Издательский дом «РОСТ-ДОАФК», 2017. С. 160-161.

83. Шхагапсоев С. Х., Хашиева Л. С. Ятрышник шлемоносный // Красная книга Республики Ингушетия: Растения. Животные. Магас: Изд-во «Сердало», 2007. С. 93.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пробная площадь 1

Заложение пробных площадей, изучение видового состава, определение общего проективного покрытия (ОПП) и абсолютного проективного покрытия (АПП) популяций ятрышника шлемоносного (вверху) и пробная площадь 2 (внизу)

Особи имматурного (im) онтогенетического состояния ятрышника шлемоносного

Генеративная (g) особь ятрышника шлемоносного

Пробные площади 5 (вверху) и 9 (внизу)