

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 44.03.05 Педагогическое образование  
Профили подготовки Биология. Химия  
Форма обучения очная

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

на тему:

**«МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПЕ (НА ПРИМЕРЕ ПЕНЗЕНСКОГО  
БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ И.И. СПРЫГИНА)»**

Студент

Полякова Ольга Федоровна

Руководитель

Фатюнина Ю.А.

Нормоконтролер

Клыченков С.В.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 09.06.22 № 12 )

Заведующий кафедрой

Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой

отлично  
(протокол заседания ГЭКот 22.06.22 № 10 )

Секретарь ГЭК

Клыченков С.В.

Пенза, 2022

## **СОДЕРЖАНИЕ**

|                                                                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b>                                                                                                                                                                                                      | <b>3</b>  |
| <b>ГЛАВА 1. ВОЗМОЖНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПЫ<br/>ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ<br/>ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (обзор литературы)</b>                                                                                     | <b>5</b>  |
| 1.1. Понятие «экологическая тропа», классификации,<br>принципы организации                                                                                                                                           | 5         |
| 1.2. Роль экологической тропы в экологическом образовании и<br>воспитании                                                                                                                                            | 16        |
| <b>ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>                                                                                                                                                                         | <b>20</b> |
| <b>ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ<br/>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ<br/>ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПЕ<br/>ПЕНЗЕНСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ.<br/>И.И. СПРЫГИНА (экспериментальная часть)</b> | <b>24</b> |
| <b>ВЫВОДЫ</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>48</b> |
| <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>                                                                                                                                                                                             | <b>49</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>53</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>55</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>56</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>57</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 5</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>60</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 6</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>61</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 7</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>62</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 8</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>63</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 9</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>66</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

**Научно-исследовательская деятельность (НИД)** в широком смысле – это деятельность с целью уточнения имеющихся и формирования новых знаний, проработки научных гипотез, выявления закономерностей, свойственных природе и обществу. Применительно к **школьному образованию** уточняют, что это организованная педагогом деятельность обучающихся по постановке и решению определённой задачи с ранее неизвестным решением, достижение которой предусматривает реализацию тех этапов, которые предусмотрены во «взрослой» науке: постановка проблемы, анализ литературы по ней, освоение методики исследования, организация исследования, анализ результатов, обобщение, формулирование выводов. Отмечается, что активизация НИД в школе – **важное направление** её модернизации, так как позволяет реализовать ряд компетенций различного уровня – как ключевых, так и общепредметных и предметных [11].

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.

В области биологического образования большие возможности для организации НИД предоставляет работа на **экологической тропе** [24, 27].

Понятие «экологическая тропа» (ЭТ), и её разновидность «учебная экологическая тропа» – довольно ёмкое и относительно молодое; это своеобразная попытка синтеза возможностей биологической экскурсии и пешего туризма для решения задач экологического образования [34]. В отличие от классической экскурсии с более или менее созерцательным характером деятельности учащихся [18], работа на ЭТ предусматривает большую включенность обучающихся в активную самостоятельную познавательную деятельность [21]. Разработка ЭТ с возможностями научно-

исследовательской деятельности – это важное направление деятельности будущего педагога–биолога.

**Пензенский ботанический сад** имени И.И. Спрыгина вот уже более 100 лет играет важную роль в экологическом просвещении жителей нашего города. На его территории уже проложены маршруты нескольких экологических троп, которые целесообразно использовать не только для учебной деятельности школьников, но и для организации научно-исследовательской деятельности [32].

В связи с этим, **цель работы** – разработать принципы организации и содержание научно-исследовательской деятельности обучающихся старших классов на экологической тропе на территории Пензенского ботанического сада. Для реализации цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить по литературным данным опыт использования экологических троп для решения задач экологического образования и организации научно-исследовательской работы обучающихся.
2. Разработать экологическую тропу «Весенние явления в жизни растений» на базе Пензенского ботанического сада имени И.И. Спрыгина, для обучающихся 10–11 классов.
3. Разработать задания с элементами научно-исследовательской деятельности для станций экологической тропы.
4. Разработать темы научно-исследовательских проектов для школьников.

Результаты работы **опубликованы** в статье: Порукова Е.А., Прусакова О.Ф., Мельникова Т.С., Можаяева Г.Ф., Фатюнина Ю.А. Возможности экологической тропы ботанического сада для организации самостоятельной работы студентов при освоении дисциплины «Экология растений» // Педагогический институт им. В.Г. Белинского: традиции и инновации. Материалы VI Всероссийской (национальной) научной конференции, посвященной 81-й годовщине со дня образования Педагогического института им. В.Г. Белинского ПГУ. Пенза, 2020. С. 228–231.

# ГЛАВА 1. ВОЗМОЖНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

## 1.1. Понятие «экологическая тропа», классификации, принципы организации

Понятие «экологическая тропа», и её разновидность «учебная экологическая тропа» – довольно ёмкое и относительно молодое; это своеобразная попытка синтеза возможностей биологической экскурсии и пешего туризма для решения задач экологического образования [7, 34]. За всю историю своего становления термин несколько раз менялся: «тропа природы», «научная трасса», «естествоведческая тропа» [16, 30]. Примерно с начала 90-х гг. и в современной научной и методической литературе наиболее часто используется именно понятие «экологическая тропа» [15].

Необходимость организации деятельности учащихся вне кабинета биологии была осознана педагогами и методистами естественнонаучного образования ещё в 19 веке в работах Александра Яковлевича Герда [2, 24]; учебные экскурсии уже давно являются обязательным компонентом школьного биологического образования. В отличие от классической экскурсии с более или менее созерцательным характером деятельности учащихся, работа на ЭТ предусматривает большую включенность обучающихся в активную самостоятельную познавательную деятельность. А работа педагога (экскурсовода, гида) заключается в составлении методически грамотных, соответствующих возрасту и возможностям учащихся заданий. Восприятие педагогами и методистами естественнонаучного образования «экологической тропы» претерпело за последние тридцать лет существенную эволюцию [2, 10]. Если в работах 90-х гг. ЭТ воспринимаются как «...прогулочно-познавательные маршруты, создаваемые с целью экологического просвещения через установленные по маршруту

информационные стенды» [26, с. 559]. Современные исследователи определяют их как «специально оборудованную в образовательных целях природную среду, создающую условия для выполнения системы заданий, организующих и направляющих деятельность учащихся в природном окружении» [9, 273]; как «работу в экологически значимом пространстве, на образовательном маршруте, проходящем через различные природные объекты» [19, 297]. Мы в своей работе придерживаемся именно такого взгляда на сущность ЭТ.

Отмечается, что **история организации экологических троп** началась не менее 60 лет тому назад: первые ЭТ были созданы на особо охраняемых природных территориях. Среди инициаторов такого движения обычно называют США, где когда-то и возникла первая заповедная территория – Йеллоустонский национальный парк. Позднее ЭТ появились в Западной Европе. На территории бывшего Советского Союза первая экологическая тропа возникла в Прибалтике, в наибольшей степени испытывающей влияние западноевропейской культуры – в Эстонии [21].

Наиболее известными и популярными в то время были ЭТ протяжённостью 4–12 км на территории Лахемааского национального парка.

**В России** одной из первых была проложена «Тропа Бажукова» в Челябинской области, в 40 км от Екатеринбурга. Силами преподавателей и студентов Уральского университета в долине реки Серги на территории памятника природы «Оленьи ручьи» проложили тропу длиной 15 км. Выбор маршрута был обусловлен богатой культурной историей (стоянки древнего человека возрастом более 15 тысяч лет, образцы доисторической живописи) этой территории и большим природным потенциалом (разнообразные ландшафты, живописные отвесные скалы, гроты, карстовые провалы, горные озёра, необычайное флористическое и фаунистическое богатство). Это послужило основой для разработки сначала туристического маршрута, а затем на его основе – экологической тропы для обучающихся разных возрастов (отдельные участки 15-км маршрута) [21].

Широкую известность получили также экологические тропы Московской области, разработанные преподавателями и студентами Московского университета, а также школьники Московских школ: «Матвеевский лес» (или «Волинский лес», расположенный на западной окраине Москвы, в пределах природного заказника «Долина реки Сетунь»).

Учитывая большую заинтересованность общества в функционировании таких экологических троп на территории особо охраняемых природных территорий, были составлены рекомендации для ООПТ [30]. Важными направлениями работы в них называют, среди прочих, «привлечение посетителей к выполнению несложных видов научно-исследовательской работы в полевых условиях» и подготовку экскурсоводов проводников, которые сочетали бы педагогическую и природоохранную деятельность.

Наряду с памятниками природы, заповедниками и заказниками, стали разрабатываться экологические тропы на территории парков, ботанических садов [1, 6]. Так, например «Тропа следопытов» проложена в Измайловском парке города Москвы. «Учебная экологическая тропа» разработана на территории города Пушкино Московской области, под руководством учителей школьниками города. Она расположена в пределах города на берегу реки Оки. Опыт разработки экологических троп описан в ряде работ. Например, в пределах города Петропавловска (Казахстан) проложена экологическая тропа «Мещанский лес». Продолжительность маршрута 1,5 км; предусмотрены 4 остановки – «Экологическое неблагополучие», «Лесная опушка», «Орнитофауна» и «Фауна» [7]. Отмечается, что общее количество экологических троп различной протяжённости в нашей стране составляет не менее 300 [21].

Большое разнообразие экологических троп требует проработки их **классификации:**

1) По видам перемещения: пешеходные, водные (на лодках, катамаранах без моторов и другие), лыжные, велосипедные, конные, автомобильные, комбинированные (сочетающие указанные виды);

2) По времени действия: круглогодичные и сезонные;

3) По форме организации: групповые и индивидуальные;

4) По форме маршрута: линейные, кольцевые и радиальные.

5) По основе научно-информационной ценности: ботанические, зоологические, геологические, археологические, ландшафтные, культурно-исторические, культурно-этнические, комбинированные (комплексные). Например, узко специализированная ботаническая экологическая тропа описана в работе [28]. Большинство экологических троп принадлежат к группе комплексных.

6) По назначению выделяют: научно-познавательные, туристско-экскурсионные и учебно-просветительские.

Оптимальной протяженностью прогулочно-познавательных экологических троп считается 4–8 км. Маршрут пролегает преимущественно на природе, обычно вблизи городов и курортных центров. Отдыхающих объединяют в группы, и под руководством экскурсовода или с путеводителем за 3–4 часа прогулочным шагом проходят весь маршрут, при этом знакомятся с природой, памятниками истории и культуры. В той или иной мере на таких маршрутах затрагивают вопросы взаимоотношения природы и человека, влияние хозяйственной деятельности на природу, мероприятий по предотвращению нежелательных последствий.

Наиболее распространена работа на таких тропах в весенне-летне-осеннее время. Некоторые экологические тропы предусматривают возможность работы на них и в зимнее время, в том числе и в формате лыжных прогулок.

К маршрутам такого типа относят, например, экологические тропы в Катунском биосферном заповеднике (юг Республики Алтай). Они были организованы совместно сотрудниками заповедника и преподавателями и студентами Алтайского государственного университета. К настоящему времени разработано 7 таких троп («Заповедные озёра», «Катунские высокогорья», «Старинной тропой староверов» и др.) [23].

Познавательно-туристические экологические тропы от предыдущей группы большей протяжённостью маршрута от нескольких десятков до нескольких сотен километров. Часто они рассчитаны не как однодневные, а как многодневные мероприятия. Например, рассчитанные на прохождение группой туристов в течение отпуска, обычно по путевкам. Характер движения может быть различным: пешком, на лошадях, водным, транспортным или комбинированным. Тропы такого типа чаще прокладывают в зонах активного отдыха с малой плотностью населения, а также вблизи заповедников и национальных парков. Среди этого типа троп есть маршруты «выходного дня» средней протяжённостью 20-30 км с местом для ночлега [22].

Учебные экологические тропы в большей степени специализированы для целей обучения. Они имеют наименьшую протяжённость маршрута – обычно не более 2–5 км, так как учебные экскурсии разрабатывают в зависимости от возраста обучающихся, ориентируясь на продолжительность от 30–40 минут для младшего и среднего школьного возраста, 40–60 минут для старшего школьного возраста, 60–90 минут (реже до 3 часов, с перерывом на отдых и питание) для студентов средних и высших учебных заведений. При разработке таких троп широко задействованы сами обучающиеся. Положительный опыт такой работы отмечен при проектировании экологической тропы «Кузбасский парк» (г. Кемерово) [31], учебная экологическая тропа для младших школьников (г. Орша, Белоруссия) [13].

Описан интересный опыт многолетнего функционирования экологической тропы «На стыке эпох» на территории лесного участка ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Уссурийск, Приморский край), граничащего с Уссурийским государственным природным заповедником им. В.Л. Комарова. Протяжённость маршрута составляет 2,86 км, ширина тропы 10 м. Разработчики предусмотрели 10 остановок, каждая из которых

сопровождается информационным стендом («Лекарственная поляна: «Лекарственные растения Приморского края», «Ветровал-бурелом: «Древесные породы Приморского края», «Дерево жизни: растения – эндемики Приморского края», «Пень долгожитель: папоротники Приморского края», «Сказочная поляна: удивительный мир растений», «Денрологическая площадка: краснокнижные растения Приморского края», «Змеиная горка: животные и птицы Приморского края», «Смотровая площадка: легкие планеты», «Растения – сфинксы: удивительный мир лишайников», «Вредители леса: насекомые – вредители леса». Отмечено, что данная экологическая тропа является уже много лет местом «притяжения» для многих экологических мероприятий в регионе: на ней реализуются многие экологические проекты школьников, в том числе и с элементами научно-исследовательской работы, проводятся региональные олимпиады [25].

Относительно возраста обучающихся, для которых разрабатываются экологические тропы, то изначально деление на **возрастные группы** имело следующий вид:

- 1) младший возраст – дети получают первые знания по природоведению и экологии родного края;
- 2) средний возраст – упор делается на закрепление знаний школьной программы по экологии, ботанике;
- 3) старший возраст – помимо расширения школьных знаний, важной задачей является самостоятельная исследовательская работа обучающихся, разработка ими проектов по экологии, биологии;
- 4) студенты – обучающиеся не только закрепляют школьные знания по экологии и ботанике, но и самостоятельно проводят исследовательскую работу растительного мира, закрепляя курс обучения в вузе.

В последнее время всё чаще встречаются работы по использованию таких форм работы и в дошкольных учреждениях, доказавших свою

эффективность. Например, положительный опыт работы на экологической тропе с детьми дошкольного возраста отмечен в работе [15].

Экотропа может использоваться для прохождения маршрута с педагогами дополнительного образования и школьными учителями в целях методической помощи им по проведению экскурсий и уроков на открытом воздухе, знакомства с наиболее интересными представителями флоры.

Исходя из задач, которые может реализовать конкретная экологическая тропа, **работа учащихся** на ней может носить самые разнообразные формы и методы деятельности – наблюдения; экскурсии; экологические беседы; экологические конкурсы, викторины; чтение экологической литературы; экологические игры (дидактические, соревновательные, игры-путешествия, подвижные). Эти формы работы могут считаться традиционными и они, несомненно, доказали свою эффективность в деле решения задач экологического воспитания и образования. Но в связи со стремительной трансформацией современного общества, с внедряемым компетентностным подходом в образовании, с акцентом на большую вовлечённость обучающихся, активно **идёт поиск новых форм работы** на экологической тропе. К таким формам относится использование QR-кодов при работе на экологической тропе, разработка видов деятельности с участием мобильных устройств, квест-экскурсии [11, 14].

Большой многолетний опыт разработки и функционирования экологических троп позволяет сделать вывод, что они способны решать **следующие задачи:**

1) Образовательную (формирование ключевых биологических понятий, представлений о флористическом и фаунистическом разнообразии, принципах организации и функционирования природных экосистем, возможных адаптациях живых организмов и сообществ к среде обитания, разнообразии экосистем и выявление экологических связей между отдельными компонентами экосистем, анализ влияния деятельности человека

на экосистемы; освоение научных методов изучения природных объектов и приобретение навыков самообразования и исследовательской работы).

2) Развивающую (развитие познавательных процессов как: внимание, память, мышление, восприятие, наблюдательность, творчество).

3) Воспитательную (развитие экологической культуры, формирование эмоционально-ценностного отношения к природе и экологически ответственного поведения по отношению к окружающей среде; развитие эстетической составляющей личности).

4) Оздоровительную (объединяет умственный труд и физические нагрузки).

5) Природоохранную (в рамках экологической тропы реализуются проекты по укреплению связей между отдельными элементами среды или восстановлению нарушенных связей (реинтродукция видов растений, изготовление скворечников для привлечения птиц и т.п.) [13, 22].

Разработан ряд правил при прохождении маршрутов

1. «Не засоряйте маршруты. Постарайтесь весь мусор вынести с тропы»;

2. «Не разводите костры. Этим вы можете нанести рану земле, и ее обитателям станет больно»;

3. «С уважением относитесь ко всем животным. Не стоит пугать их громкими криками и тем более преследовать или ловить».

Хорошо организованная экотропа способствует охране природы, тем самым позволяет регулировать поток посетителей и помогает соблюдению природоохранного режима на окружающей территории. Обязательным компонентом экологического маршрута является мониторинг тропы, отслеживание изменений ее объектов.

При организации экологической тропы рекомендуют придерживаться следующих **этапов работы**:

1) Первый этап – организационный. Создается группа обучающихся во главе с преподавателем. Изучение участка природы – планируемого

маршрута тропы, изучение краеведческой литературы, работа с определителями растений, составление каталога редких, исчезающих видов растений и животных данной местности.

2) Второй этап – прокладка маршрута экологической тропы и составление карт-схем. Составление схематического плана с нанесением всех остановок.

3) Третий этап – оформление и благоустройство тропы (изготовление объектов, которые необходимо установить на маршруте; уборка территории маршрута и многое другое). Обучающие непосредственно должны участвовать в разработке маршрута тропы, в подборе объектов живой природы для изучения при проведении экскурсий, применять знания на практике, которые были получены на подготовительном этапе работы над созданием тропы [22].

При создании экологических троп необходимо научно-информационное обеспечение, включающее изучение реакции природной среды в зоне тропы на разные виды антропогенного воздействия (мониторинговые наблюдения); определение предельно допустимой нагрузки на тропу; изучение целевых групп потребителей; необходимость планирования тропы организации их использования с учетом возрастных, социальных, профессиональных особенностей людей; определение рекреационной емкости тропы; разработка и осуществление биотехнических мероприятий по повышению устойчивости и сохранению естественного облика природных комплексов в зоне тропы; регулирование режима использования участков и объектов тропы; внедрение программ экологического образования в подготовку экскурсоводов и гидов.

Маршрут экотропы разрабатывается так, чтобы в нем сочетались элементы естественной природы и антропогенный ландшафт. Это позволяет проводить сравнительное изучение естественной преобразованной среды, чтобы обучающиеся учились оценивать характер природообразующей деятельности человека [3, 4, 5].

Натуральные объекты выступают источником преимущественно познавательной информацией. Это виды растений, животных, форм рельефа, почв, горные породы и другие элементы живой и неживой природы.

К тому же тропа должна быть доступна в транспортном отношении. Желательно, чтобы район тропы хорошо посещался местным населением. Маршрут лучше всего прокладывать по уже сложившейся дорожке - тропиной сети. При его выборе важно учитывать привлекательность окружающего ландшафта. Следует избегать участков с монотонными однотипными природными сообществами. Необходимо чередование открытых пространств с лесными тропинками, уголков нетронутой природы с участками, которые подверглись значительному антропогенному воздействию.

Наряду с привлекательностью, другим важнейшим качеством тропы является ее информативность. Получаемую здесь информацию условно можно разделить на познавательную, «просветительскую» и предписывающую. Каждому виду информации соответствуют «свои» объекты на маршруте и свои знаки - символы (напоминающие дорожные знаки). Можно организовать в зоне маршрута серию ботанических площадок, высадив на них лекарственные, редкие или исчезающие виды растений, характерные для данной местности. Образцы таких площадок были созданы на ботанической тропе в Латвийском национальном парке «Гауя» [21].

Все интересные объекты природы и истории обозначаются располагающимися рядом табличками - указателями; цифрами или символами. А информационные щиты, устанавливаемые через определенные расстояния и у особо интересных объектов, позволяют быстро получить соответствующую информацию и направить движение посетителей по заданному маршруту. В настоящее время на место стационарных щитов с информацией предлагают размещать изображения QR-кода, сканируя который можно получить самую разнообразную информацию о данном элементе тропы [1].

Анализ работ, в которых описываются маршруты разработанных экологических троп позволяет сделать вывод, что исследовательский компонент в настоящее время еще недостаточно задействован. Чаще всего работа на экологической тропе – это один из вариантов экскурсии при ведущей роли педагога, использующего методы рассказа или беседы. В качестве формы работы обучающихся отмечено «наблюдение», но оно носит созерцательный характер. Возможности научно-исследовательской деятельности на экологической тропе постулируются, но действительно используются явно недостаточно. Это обусловлено рядом причин как объективного, так и субъективного характера.

К первой группе причин относится сам характер деятельности научной работы, результаты которой трудно предсказуемы, если она действительно новаторская и творческая. Трудно предугадать, сколько времени займёт тот или иной вид деятельности, определённые сложности могут возникнуть в процессе координации работы группы. Определённый вклад могут внести погодные условия, сезонная и погодичная динамика, свойственная для природных сообществ. Экскурсия отличается от научно-исследовательской работы большей предсказуемостью, но в то же время она не способна решить те задачи, которые компетентностный подход ставит перед биологическим образованием.

Одна из ключевых – информационная компетентность, под которой понимают способность обучающихся владеть информационными технологиями, работать со всеми видами информации. Она проявляется в сформированности навыков поисковой и проектной деятельности: (формулировать вопрос, ставить проблему; вести наблюдение; планировать работу и время; собрать данные и зафиксировать; упорядочить и организовать данные; интерпретировать данные; представить результаты исследования).

**Паспорт экологической тропы.** Важным требованием при создании учебной экотропы является принятие официального документа – паспорта

экологической тропы. Паспорт утверждается администрацией учреждения. Он предусматривает: 1. Название экотропы. 2. Цели и задачи экотропы. 3. Местонахождение. 4. Краткое описание маршрута, его протяженность. 5. Режим использования. 6. Допустимая нагрузка на экотропу (максимальное количество посетителей в неделю). 7. Перечень экскурсионных объектов. 8. Список оборудования экотропы. 9. Проведение инструктажа по технике безопасности и противопожарные требования. 10. Необходимые мероприятия по уходу за экотропой [21].

## **1.2. Роль экологической тропы в экологическом образовании и воспитании**

Современное общество для выхода из кризиса, связанного с комплексом глобальных экологических проблем, потребностью устойчивого развития, остро нуждается в повышении уровня экологической культуры своих граждан. Это требует детальной проработки вопросов экологического образования и воспитания. Оно необходимо для всех возрастных категорий граждан, но наиболее эффективно в детском возрасте, когда закладываются алгоритмы поведения в природе и обществе [12, 24, 29].

Экологическое образование – это сложный и длительный социально-педагогический процесс, который направлен не только на овладение знаниями и умениями, но также и на развитие мышления, эмоций, воли обучающихся, защите, уходу и улучшению окружающей среды [12, 16]. По мнению И.Д. Зверева [12], основной задачей экологического образования является теоретическое освоение школьниками знаний о природе, её особенностях, деятельности человека в ней. Экологическое образование – междисциплинарный процесс формирования ответственного отношения к природе, с акцентом на изучение биологии. Вопросами, затрагивающими подготовку учителя и другими методическими аспектами экологического

образования занимались Е.С. Сластенина, С.И. Глазачев, П.Д. Андреева, Н.П. Несговорова, Т.М. Носова, А.В. Миронов, А.В. Афонин [17, 20, 29].

Подчёркивается связь экологического воспитания с национальной безопасностью страны, которое направлено на обеспечение интересов общества путём распространения общих ценностей и привития социальных норм в области взаимодействия людей со средой обитания [17].

Экологическое воспитание – это целенаправленный процесс формирования ответственного отношения к окружающей среде во всех видах учебной, общественно-трудовой деятельности и общения с природой [20].

С.Н. Николаева полагает, что «экологическое воспитание обучающихся предполагает не только формирование правильного отношения к природным явлениям и объектам, но и опора на основополагающие идеи и понятия экологии» [24]. В основу экологического воспитания ложатся следующие проблемы: защита неживой природы и почв от загрязнения, разрушения и истощения; сохранение многообразия видов организмов и целостности их сообществ; охрана природы как необходимого условия сохранения здоровья человека; преодоление утилитарного, потребительского отношения к природе.

Теоретические аспекты экологического образования и воспитания в нашей стране довольно детально проработаны. Большой вклад в разработку цели, задач и принципов экологического образования внёс А.Н. Захлебный [10].

Остро стоит задача формирования экологической культуры в обществе как органического единства экологически развитых сознания, эмоционально-психических состояний, как части общей человеческой культурой третьего тысячелетия, которая проявляется в системе ценностных ориентаций, имеет высокую духовную направленность и складывается из множества составляющих. В этой структуре матрицы оказываются ограниченно вписанными экологическое мировоззрение, экологическое сознание, экологическое мышление и другое [20].

К компонентам экокультуры относят когнитивный, асиологический, деятельностный. Когнитивный компонент выполняет объяснительно-информативную функцию формирования мировоззрения, который соответствует современному уровню науки, интеллектуальным требованиям и исторической практике. Сюда можно отнести интерес к объектам и явлениям природы, также он отражает информированность личности в области естественнонаучных знаниях. Показателем является объем знаний обучающихся об окружающей природе, единстве природы и человека, и охране труда.

К функциям аксиологического компонента относится: разработка представлений об общечеловеческих и экологических ценностях; формирование качеств культурной личности в области взаимоотношений с природой; формирование представлений о социально-экологическом идеале и другое. Аксиологический подход необходим в разработке вопросов экологического образования и воспитания. С одной стороны, изучает спектр экологических ценностей, заложенных в них образовательное и воспитательное пространство личности. С другой стороны, решать вопросы развития экологической культуры личности.

Функции деятельностного компонента заключаются в интеграции мировоззрения и в процессе взаимодействия с природой; формирование активной природоохранной и природосозидательной позиции у личности; практико-экологической деятельности обучающихся [20].

Экологическое воспитание является сложным не только с содержательной, но и с педагогическо-дидактической точки зрения. С точки зрения содержания оно проникает в самые разные области науки, такие как: биология, химия, география, социология и другие. С педагогической точки зрения включает спектр задач: моральные, интеллектуальные, эстетические [17].

Зверев И.Д. понимал, что «экологическая культура формируется в образовательном учреждении в процессе овладения системой знаний о

природе и взаимодействии с обществом, развития эмоционально-чувственного и нравственно-эстетического отношения к природе и другое [12].

Первая причина низкой работы системы общего образования в целях экологического воспитания является незнание педагогами современных методик и технологий экологического воспитания. Другая причина низкой работы экологического воспитания связана с методологией обучения. Существующее сегодня экологическое воспитание и образование, основанное на аналитических знаниях о природе, не способно переломить природоразрушительные мотивы в мировоззрении населения, поскольку сохраняет прагматический и потребительский характер формирующихся у обучающихся представлений. Знания о законах совместимости общества и природы, их взаимодействии как целостной системы в учебниках экологии фактически отсутствуют. Подобные знания, лежащие в основе экологического мировоззрения, представляют собой достижение всей человеческой культуры – науки, религии, философии, искусства. Усвоение же их учащимися не может быть достигнуто только лишь дидактическими методами, через усвоение только лишь научных постулатов.

Таким образом, анализ литературы показал, что проблема экологического образования и воспитания по-прежнему стоит довольно остро, несмотря на значительные достижения. Разработка экологических троп является актуальной задачей для решения этой проблемы как один из эффективных методов.

## ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа проводилась на базе Пензенского ботанического сада им. И.И. Спрыгина г. Пенза в период с 2020 по 2022 гг.

Пензенский ботанический сад был создан весной 1917 года, имеет богатую историю, являющуюся своеобразным преломлением тех событий, которые за более чем столетнюю историю происходили в нашей стране. Поэтому сама история сада, люди, которые здесь работали, причём их труд иногда носил героический характер, могут служить отдельной темой научного исследования и лечь в основу, например, межпредметного внеклассного мероприятия на стыке биологии и истории [32].

Пензенский ботанический сад был основан по инициативе ПОЛЕ (Пензенского Общества Любителей Естествознания) под руководством его председателя, учёного-ботаника Ивана Ивановича Спрыгина, имя которого теперь носит сад. Сад создавался руками членов общества с участием большого количества добровольцев из числа интеллигенции города и учащейся молодёжи.

Изначально предполагалось, что сад будет зоолого-ботаническим, но в связи с трудностями военного и революционного времени с зоологической частью сада пришлось расстаться.

Первые 30 лет своего существования, по свидетельствам документов и очевидцев, сад переживал бесконечную череду переподчинений и связанных проблем, и только в 1948 году, после присоединения к Педагогическому институту, многих из этих вопросов были решены. В настоящее время, после объединения вуза, сад является структурным подразделением ПГУ.

В Пензенском ботаническом саду на протяжении его истории работали знаменитые учёные – И.И. Спрыгин, Е.К. Штукенберг, А.Н. Магницкий, Н.Г. Заикин, Е.П. и С.П. Коровины, М.Г. Попов, А.И. Введенский, Г.П. Булгаков, М.В. Культиасов, Е.А. Городкова, Б.П. Сецердотов, Б.А. Ягодин, А. А. Солянов и другие [32].

Например, большой вклад в развитие ботанического сада в 30-х годах XX в. внёс Б.П. Сацердотов: были заложены географические участки дендрария: североамериканский, дальневосточный, японо-китайский и сибирский, а в последующие годы к ним добавились ещё европейский, среднеазиатский и средиземноморский участки. В коллекции дендрологического отдела 402 таксона. Среди них высокую интродукционную оценку получили: *Betula papyrifera*, *Catalpa bignonioides*, *Gymnocladus dioica*, *Crataegus submollis*, *Robinia pseudoacacia*, *Juglans cinerea*, *Juglans mandshurica*, *Phellodendron amurense*, *Phellodendron sachalinense*, *Ligustrina amurensis*, *Aristolochia manshuriensis*, *Vitis amurensis*.

Именно на базе дендрария в 2014 г. была заложена первая экологическая (этногеографическая) тропа, включающая стилизованные уголки (Японский сад).

Наряду с дендрарием, на территории ботанического сада выделяют отдел природной флоры (бывший коллекционно-систематический участок), отдел культурной флоры (бывший цветочно-декоративный участок). В 2009 году в отделе заложен фрутицетум (коллекция декоративных кустарников) и небольшой плодовый сад (в 2011 году). В 2014 году заложены две большие коллекции – экспозиции: сирени (сирингария), и клематисов, саженцы которых в большом ассортименте уже подрастают в питомнике сада.

В настоящее время объем коллекций превысил 2500 видов, сортов и форм дикорастущих и культурных растений умеренных широт земного шара. Это самая большая численность фондов открытого грунта за всю историю сада, что представляет большие возможности для разработки самых разнообразных экологических троп.

Современная площадь Пензенского ботанического сада составляет 3,8 га.

Целью Пензенского ботанического сада является обеспечение образовательной, научно-исследовательской, и социально-ориентированной просветительской работы в области ботаники, охраны природы, экологии,

растениеводства, декоративного садоводства и ландшафтной архитектуры для обучающихся по соответствующим специальностям университета, а также учебных заведений города и всех заинтересованных лиц.

**В качестве основных задач заявлены:**

1) создание коллекций живых растений и других ботанических объектов, имеющих большое научное, учебное, хозяйственное и культурное значение;

2) разработка научных основ и методов сохранения, изучения и обогащения генофонда растений природной и культурной флоры, интродукции и акклиматизации растений;

3) проведение научно обоснованной образовательной и просветительской работы в области ботаники и охраны растительного мира.

Таким образом, моя работа нацелена на помощь ботаническому саду в реализации двух последних задач.

На базе Ботанического сада проводятся учебные занятия и практики со студентами факультета физико-математических и естественных наук, лечебного факультета ПГУ и фармацевтического колледжа по морфологии и систематике растений; учебные занятия со студентами факультета педагогики, психологи и социальной работы ПГУ по естествознанию и экологии; экскурсии для школьников города и области [7].

Нами был разработан маршрут экологической тропы «Весенние явления в жизни растений», состоящий из 10 станций с заданиями, темами научно-исследовательских проектов учащихся, тестовые задания.

При разработке дидактических карточек использовали собственные микрофотографии поперечных срезов листьев магонии падуболистной, дриады восьмилепестной, проломника молодилевидного. Внутреннее строение вегетативных органов изучали на временных микропрепаратах, выполненных от руки. Использовали материал, фиксированный в спирте (соотношение спирт: вода 50:50). Для выявления лигнифицированных тканей использовали реактив 0,5% спиртового раствора флороглюцина с

добавлением концентрированной соляной кислоты. Микрофотографии выполнены с использованием микроскопа Carl Zeiss Axio Vert.A1. Микроскопирование в светлом поле и дифференциально интерференционном контрасте (увеличение  $\times 100$ ,  $\times 200$ ,  $\times 400$ ) и прилагающаяся программа для измерений и фотофиксации ZEN.

Экологическая тропа была разработана для учащихся старших классов, углубленно интересующихся биологией, ставящих целью приобщение к научно-исследовательской работе, в том числе и на территории Пензенского ботанического сада.

### ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПЕ ПЕНЗЕНСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. И.И. СПРЫГИНА

(экспериментальная часть)

Традиционно в школьной программе экскурсия «Весенние явления в жизни растений» рассматривалась как неотъемлемый компонент биологического образования, так как в этот период года происходят ряд важных событий, о которых необходимо сформировать представления у обучающихся.

Экологическая тропа (ЭТ) «Весенние явления в жизни растений» разработана для проведения работы на ней в период с первой – второй декады апреля, когда по средним многолетним данным в Пензенском ботаническом саду отмечается цветение первых эфемероидов – интродуцентов шафрана сетчатого *Crocus reticulatus*, галантуса снежного *Galanthus nivalis*, до второй декады мая, когда наблюдается цветение эфемероидов рябчика русского *Fritillaria ruthenica*, тюльпана Биберштейна *Tulipa biebersteiniana*, гемизэфемероидов горицвета весеннего *Adonis vernalis*, ветреницы лесной *Anemone sylvestris*.

Разработанная тропа по имеющимся на данный момент классификациям является пешеходной, сезонной, групповой, линейной, ботанической, учебной.

ЭТ состоит из 10 станций (рис. 1). Он разрабатывалась с учётом возрастных особенностей обучающихся старших классов и предназначена именно для этой возрастной группы. Однако степень сложности заданий, предусмотренных на каждой станции, можно варьировать – большинство заданий легко упрощаются путём подбора более простых объектов исследования, большей детальности пояснений учителя (тьютора), большей помощи с его стороны и т.п.

# ПЛАН-СХЕМА БОТАНИЧЕСКОГО САДА

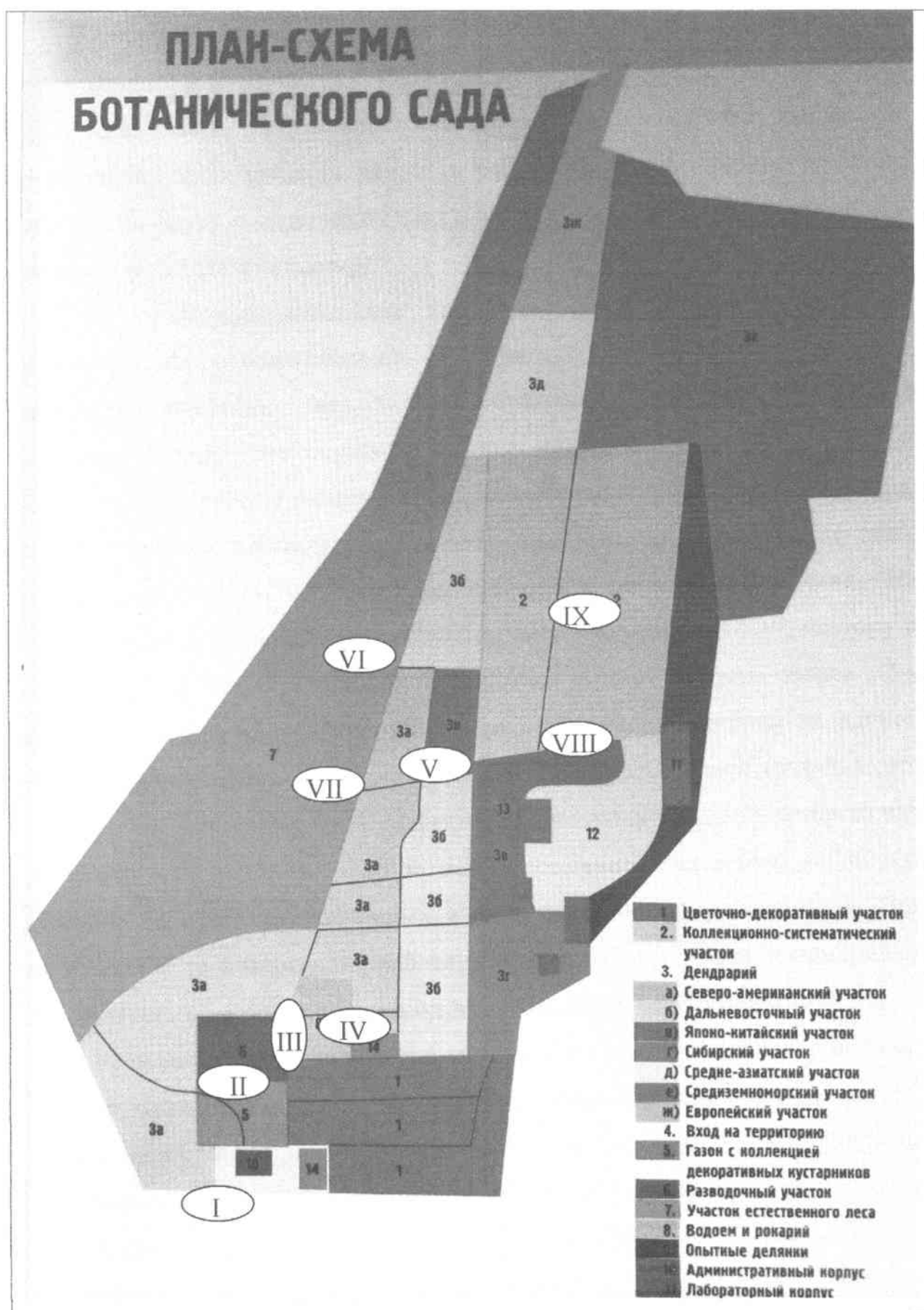


Рисунок 1. Маршрут экологической тропы «Весенние явления в жизни растений»

Рекомендуемое число обучающихся, одновременно работающих на одной станции – 8–10 человек. Если предполагается организовать работу на ЭТ целого класса, то это возможно путём разновременного пребывания групп на станциях (то есть начинать работу можно на разных станциях, двигаясь по кругу с интервалом), но в этом случае каждую группу должен сопровождать педагог (тьютер).

Число станций избыточно для однократного посещения, так как максимальная продолжительность внеклассного мероприятия по биологии, например экскурсии, не должна превышать полутора часов. В действительности, уже спустя 40 минут может наступить утомление и эффективность работы снижается. Мы разработали задания таким образом, чтобы они были максимально разнообразны, предусмотрели разные виды деятельности, чтобы максимально отсрочить развитие утомления. На прохождение каждой станции предусмотрено около 15–20 минут, поэтому в общей сложности работа на маршруте может занять более 2-х астрономических часов. Поэтому мы рекомендуем для работы на данной тропе запланировать 2 дня, с интервалом в несколько дней (недель). Это позволит сделать работу более эффективной: не только из-за предотвращения усталости, ещё и потому, что за одно посещение невозможно наблюдать цветение всех видов, отобранных в качестве объектов исследования. При двухдневной (с интервалом) работе на тропе удастся также сформировать представление о сезонной динамике в растительных сообществах.

Если двукратное посещение сада по каким-то причинам невозможно, педагог может выбрать из приведённого списка станций те, которые в наибольшей степени, по его мнению, актуальны именно для данной группы школьников по уровню мотивации, потребностям, сфере интересов. Задания каждой станции разработаны таким образом, чтобы развивать разные умения и навыки, формировать разные компетенции. Поэтому педагог, ознакомившись с целями каждого этапа, может выбрать те, которые наиболее подходят данной группе обучающихся.

**Станция I. Вводная «Что такое весна»** (местоположение – административное здание) предназначена для ознакомления обучающихся с правилами безопасного и уважительного поведения посетителей в Пензенском ботаническом саду; совместного формулирования задач работы на экологической тропе по изучению процессов, происходящих с растениями и их сообществами весной; формирование эмоционально-ценностного отношения к предстоящей работе и положительного настроения и мотивации; установления межпредметных связей между биологией и историей и русским языком и литературой.

**Содержание.** Весна как любимое время года поэтов и писателей. Весна как важнейший сезон года для природных сообществ, агроценозов. Признаки весны. Понятие календарной, астрономической, фенологической, метеорологической весны. Условия жизни растений и животных весной.

**Формы работы:** А) Поэтическая мини-игра «Перевертыши», «Продолжи стихотворение». Б) Эвристическая беседа с вопросами частично-поискового характера. В) Работа с дидактическими карточками «Пословицы и поговорки о весне», «Такие разные вёсны: установи соответствие» (Таблица 1, Приложение 1).

**Станция II. «Зелёные первенцы весны»** (местоположение – фрутицерум). Работа на этой станции решает следующие **задачи:** формирование представлений о группе весенних эфемероидов как наиболее рано вегетирующих светлюбивых, холодостойких (морозостойких) многолетних растений, не способных конкурировать с другими видами сообщества, и по этой причине вынужденных сокращать жизненный цикл до 4–6 недель и осуществлять его в тот период года, когда другие виды сообщества относительно неактивны; освоение метода определения площади растений в полевых условиях; формирование навыков составления таблиц на основе эмпирических данных, их сравнения с литературными данными, анализа таблиц и формулирования выводов на этой основе.

**Содержание.** Особенности биологии и экологии видов эфемероидов Пензенской области (ветреница лютичная *Anemone ranunculoides*, пролеска сибирская *Scilla siberica*, хохлатка плотная *Corydalis solida*, хохлатка Маршалла *Corydalis marschalliana*, гусиный лук жёлтый *Gagea lutea*, рябчик русский *Fritillaria ruthenica*, тюльпан биберштейна *Tulipa biebersteiniana* и интродуцентов шафран сетчатый *Crocus reticulatus*, галантус снежный *Galanthus nivalis*, пушкиния пролесковидная *Puschkinia scilloides*, хионодокса Люцилии *Chionodoxa luciliae*, птицемлечник плосколистный *Ornithogalum platyphyllum*, иридодиктиум сетчатый *Iridodictyum reticulatum*, фиалка душистая *Viola odorata*) и гемиэфемероидов (горицвет весенний *Adonis vernalis*, ветреница лесная *Anemone sylvestris*): жизненные формы, особенности подземных органов (корневища, луковица, клубни), особенности фенологии, экологические особенности – принадлежность к экологическим группам гелиофитов, криофитов, гигрофитов. Эколого-фитоценотическая стратегия эфемероидов, их низкая конкурентоспособность по сравнению с летнезелёными травами. Особенности размножения лесных эфемероидов – слабая вегетативная подвижность многих видов, сильная зависимость семенной продуктивности от погодных условий и активности опылителей. Уязвимость ряда видов в условиях антропогенного пресса, лимитирующие факторы, потребность охраны, редкие виды Пензенской области (*Scilla siberica*, *Corydalis marschalliana*, *Tulipa biebersteiniana*, *Adonis vernalis*, ветреницы лесной *Anemone sylvestris*) и России (*Fritillaria ruthenica*), меры охраны для конкретных видов (рис. 2).



II



I



B



E



A



Л



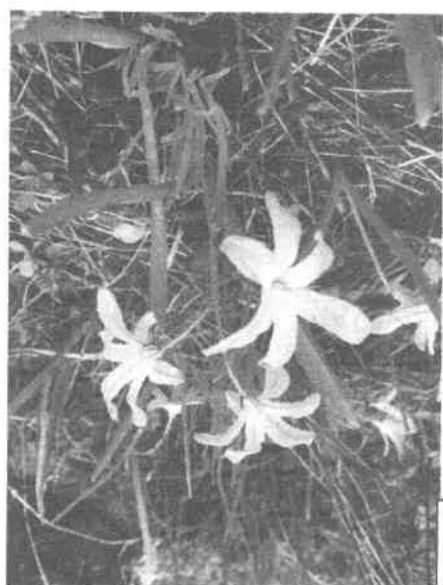
К



И



Э



Ж



Е

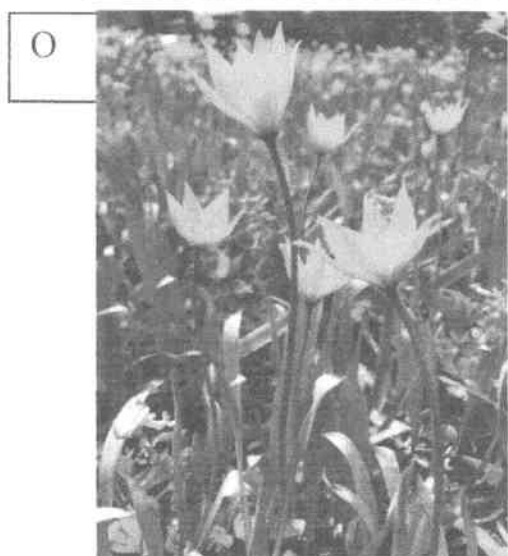


Рисунок 2. Объекты исследования на станции II. «Зелёные первенцы весны»

- А) *C. reticulatus*, Б) *G. nivalis*, В) *O. platyphyllum*, Г) *I. reticulatum*,  
 Д) *P. scilloides* 12 апреля; Е) *P. scilloides*, Ж) *C. luciliae*, 18 апреля;  
 З) *C. marschalliana*, И) *V. odorata*, К) *A. ranunculoides* Л) *C. solida* 21 апреля;  
 М) *A. vernalis*, 27 апреля Н) *F. ruthenica*, О) *T. biebersteiniana*, 11 мая  
 П) *A. sylvestris*, 22 мая

**Формы работы:** А) Работа с учебным текстом и изображением растения на дидактической карточке с целью установления жизненной формы, особенностей подземных органов. Б) Практическая работа по определению площади листа растений экспресс-методом в полевых условиях

(метод представляет собой модификацию метода с использованием миллиметровой бумаги; для измерения листа с помощью прозрачной плёнки с нанесёнными на неё точками (в нашем случае через каждые 5 мм; для листьев большей площади – через 10 мм)) (рис. 3). Обучающимся необходимо подсчитать количество точек, которые при наложении прозрачной плёнки оказались на поверхности листа и умножить это число на  $25 \text{ мм}^2$  (или  $0,25 \text{ см}^2$ ). В) Заполнение сводной таблицы – каждая пара предоставляет данные по своему объекту исследования (виду) в соответствующую графу общей таблицы, и сравнивает эти данные с известными из литературы для летнезелёных видов трав широколиственного леса, например ландыша майского *Convallaria majalis* [8]. Г) Анализ таблицы, формулирование вывода о причинах наблюдаемых различий. Д) Анализ таблицы «Адаптации фотосинтетического аппарата лесных эфемероидов (в сравнении с летнезелёными травами)» (Приложение 2). Е) Эвристическая беседа для решения вопросов о причинах уязвимости некоторых видов эфемероидов, лимитирующих факторах, возможных мерах охраны.

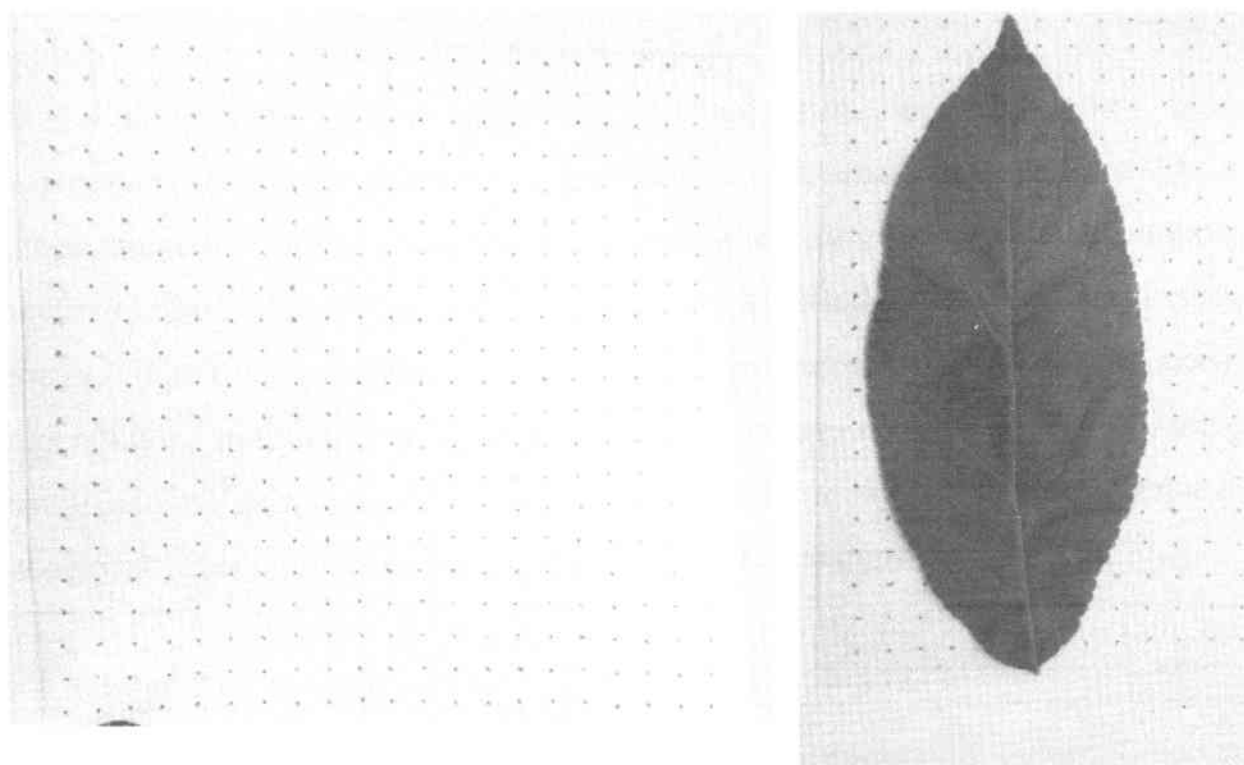


Рисунок 3. Измерение площади листа

**Станция III. «Шифр цветка»** (скамейка рядом с питомником). **Цель:** актуализировать знания о строении и функциях цветка; совершенствовать умения по составлению формул и диаграмм цветка; совершенствовать умения выполнения биологического рисунка; развитие наблюдательности.

**Содержание.** Строение цветка. Классификации цветка по полу, симметрии, расположению элементов. Формула и диаграмма цветка. Особенности насекомоопыляемых цветков.

**Формы работы.** А) Практическая работа «Препарирование насекомоопыляемого цветка». Б) Выполнение биологического рисунка. В) Работа с дидактическими карточками (Приложение 3); В) Поиск объекта с заданными свойствами.

**Станция IV. «Цвет имеет значение»** (местоположение – беседка на территории отдела Культурной флоры, рис. 4). **Цель** – формирование представления о группе нефотосинтетических пигментов – антоцианов, играющих важную роль в адаптации растений к различным стрессовым факторам; освоение метода извлечения пигментов из растительного материала; закрепление навыка диагностирования объектов с использованием диагностического ключа.

**Содержание.** Антоцианы – растворимые в клеточном соке нефотосинтетические пигменты растений, придающие вегетативным и генеративным органам растений малиновую, фиолетовую или синюю окраску. Свойства антоцианов – изменение окраски в зависимости от pH среды. Функции антоцианов как элемента антиоксидантной системы: способность поглощать избыточные кванты света, в числе в УФ области, защищая от фотоокисления мембраны, ДНК и другие фотолабильные молекулы; способность нейтрализовать активные формы кислорода [33].

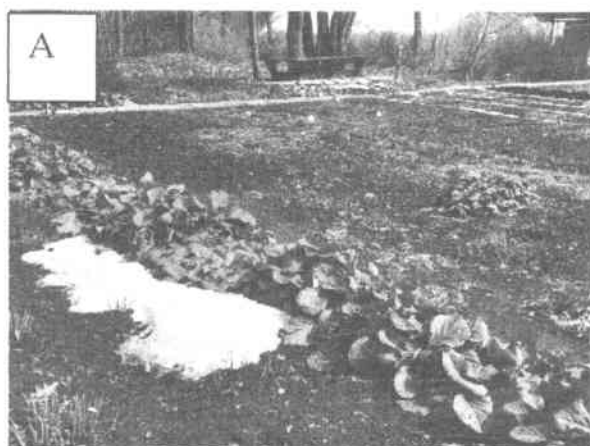
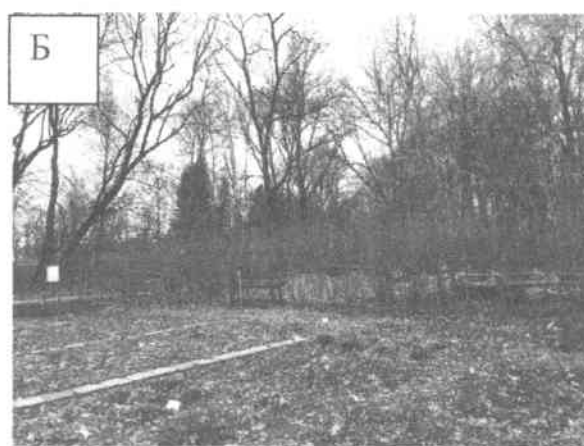
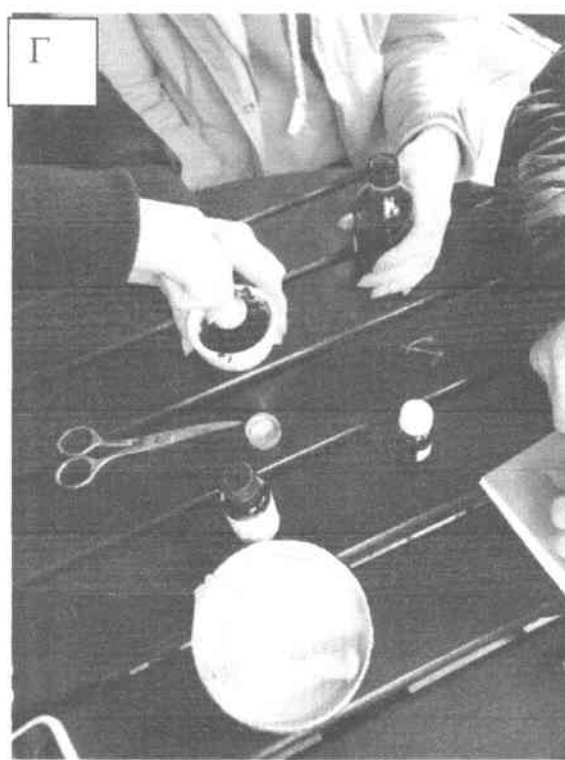


*Рисунок 4. Практическая работа «Выделение антоцианов из растительного сырья и изучение их свойств» (станция III): А) антоциановая окраска листьев бадана толстолистного, 12 апреля, Б) антоциановая окраска побегов дёрена, 19 апреля; В, Г) выделение антоцианов, 19 апреля*

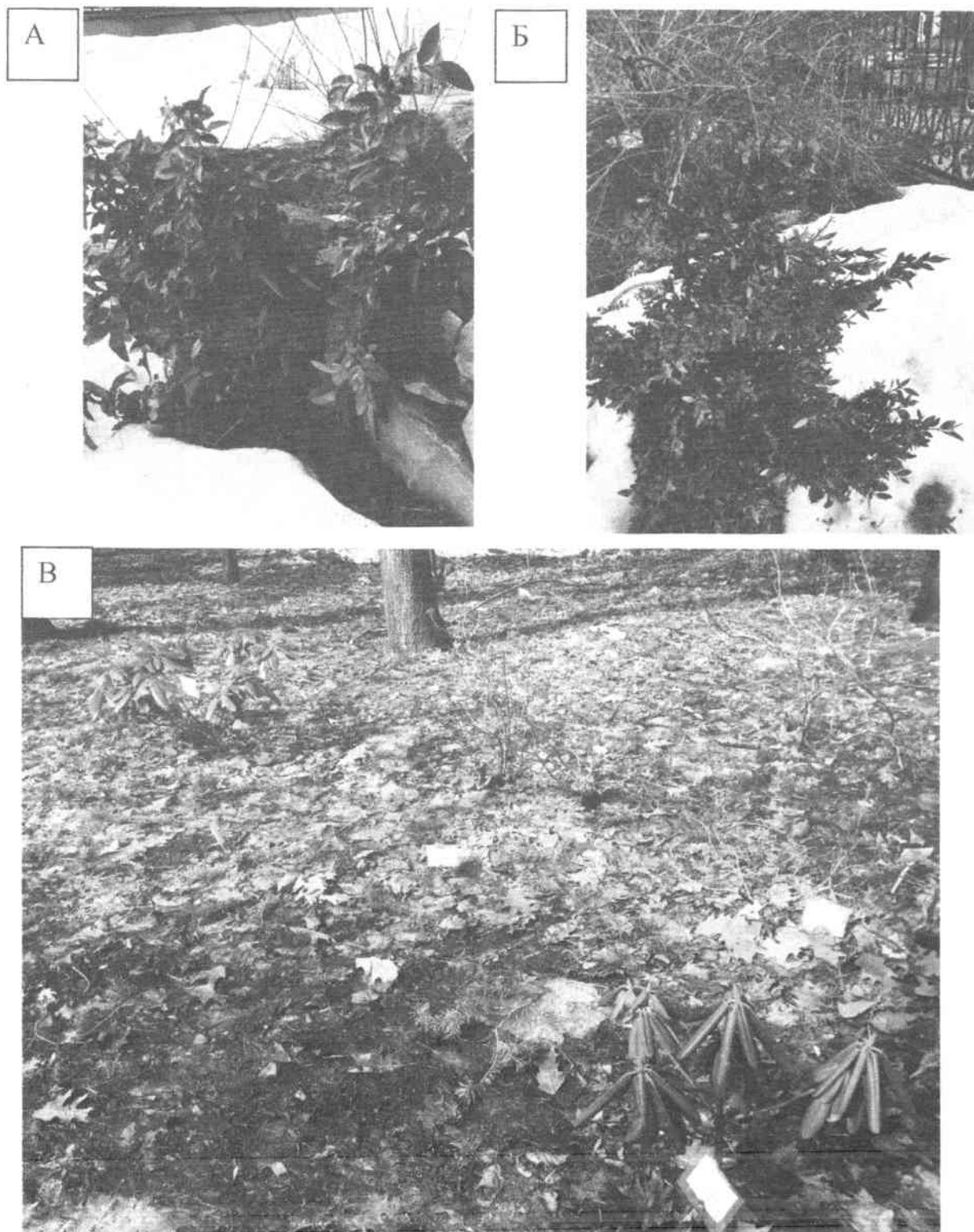
**Формы работы:** А) Практическая работа «Выделение антоцианов из растительного сырья и изучение их свойств» (оборудование на пару обучающихся: ступка и пестик, воронка, фильтр, дистиллированная вода, колбочка, щелочь и кислота слабые, ножницы, пробирка и пробиркодержатель). Б) Работа с диагностическим ключом (на

дидактической карточке (Приложение 4)). В) Мозговой штурм «Чему я только что научился и где мне это может пригодиться?»

**Станция V. «Зимовать с листьями – трудная задача»** (местоположение – «Японский сад»; «Сад суккулентов»). Результатом работы на данной станции предполагается выявление закономерностей негативного влияния на растения факторов среды в зимний период и механизмов адаптации к ним на примере зимнезелёных видов разных жизненных форм – деревьев, кустарников, трав.

**Содержание.** Разнообразие феноритмотипа зимнезелёных растений: «вечнозелёные», с продолжительности жизни листа гораздо больше одного вегетационного периода, и листопадные, с продолжительностью жизни листа около одного вегетационного периода или чуть больше, сбрасывающие листья предыдущего года по мере отрастания весной листьев новой генерации и предоставляющие им необходимые питательные вещества для более эффективного и быстрого отрастания. Доля зимнезелёных растений во флоре Пензенской области. Зимнезелёные деревья (местная сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* и интродуценты: туя западная *Thuja occidentalis*, пихта белая *Abies alba*, ель канадская *Picea glauca*, псевдотсуга Мензиса *Pseudotsuga menziesii*), кустарники (местный вид можжевельник обыкновенный *Juniperus communis* и интродуценты: тис ягодный *Taxus baccata*, магония падуболистная *Mahonia aquifolium*, рододендрон Фори *Rhododendron fauriei*, самшит вечнозелёный *Buxus sempervirens*), кустарничков и полукустарничков (местный вид эфедра двуколосковая *Ephedra distachya*, интродуцент дриада восьмилепестная *Dryas octopetala*, иберис вечнозелёный *Iberis sempervirens*), многолетние травы (местные виды: копытень европейский *Asarum europaeum*, молодило кровельное *Sempervivum tectorum*, и интродуценты и заносные виды бадан толстолистный *Bergenia crassifolia*, барвинок малый *Vinca minor*, камнеломка метельчатая *Saxifraga paniculata*, пахизандра верхушечная *Pachysandra axillaris*, проломник вечнозелёный *Androsace sempervivoides*, морозник кавказский *Helleborus*

*caucasicus*). Особенности зимнего периода – негативные факторы среды и адаптации растений к ним. Редкие виды флоры Пензенской области (*Ephedra distachya*, *Sempervivum tectorum*, *Juniperus communis*) и России (*Rhododendron fauriei*) (рис. 5).





И



Э



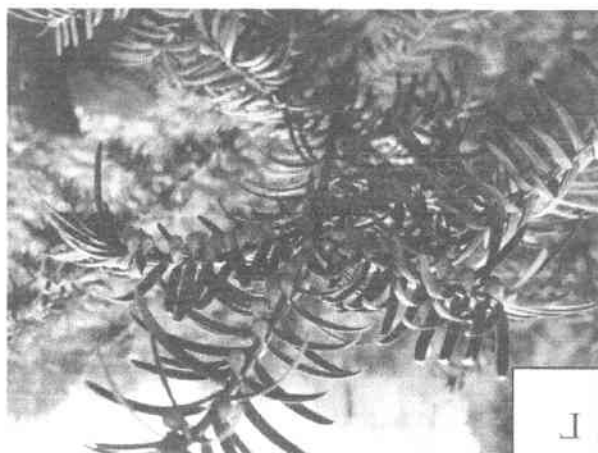
Ж



Е



Л



Г

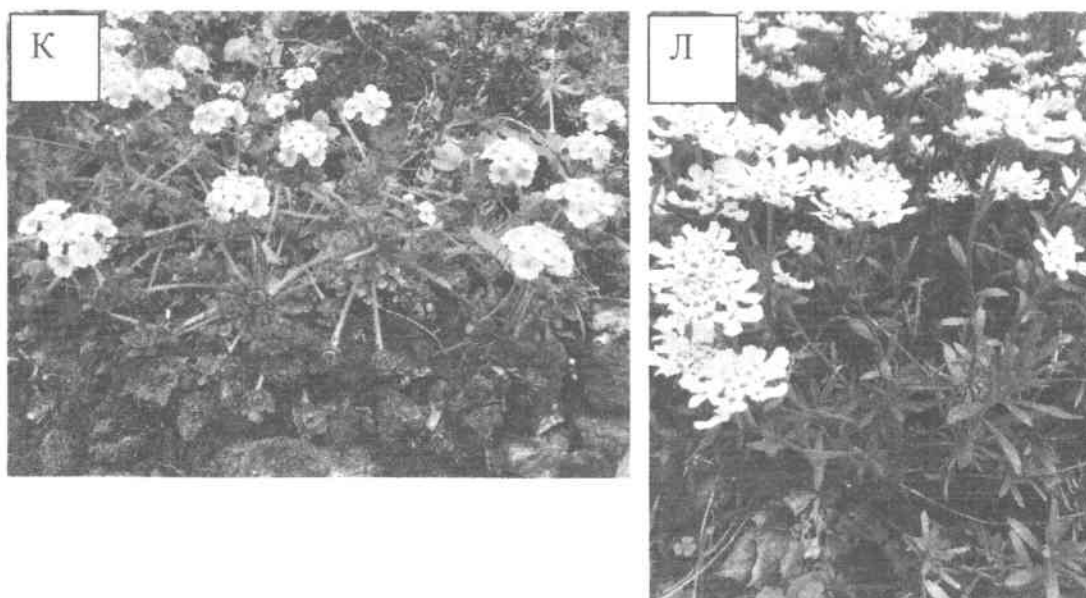


Рисунок 5. Объекты исследования на станции IV – зимнезелёные кустарники и травы Пензенского ботанического сада:

А) *M. aquifolium*, Б) *B. sempervirens*, 7 апреля, В) *R. fauriei*, Г) *T. baccata* 19 апреля, Д) *E. distachya*, 6 мая, Е) *S. tectorum*, Ж) *S. paniculata*, 19 апреля, З) *P. axillaris*, 7 апреля, И) *H. caucasicus*, 21 апреля, К) *A. sempervivoides*, Л) *I. sempervirens*, 20 мая

**Формы работы:** А) Наблюдение. Б) Определение систематического положения растений. В) Заполнение и анализ таблицы. Г) Решение задач проблемного и частично-поискового характера. Д) Эвристическая беседа. Е) Работа с дидактическими карточками с изображением микрофотографии растений с зимующими листьями с целью установления анатомических адаптаций на уровне строения листа (Таблица 1, Приложение 5).

**Станция VI. «Сто лет в обед»** (лесопарковая зона). **Цель:** освоение методов определения возраста побега (дерева) по годичным и почечным кольцам; актуализация знаний об особенностях морфологии побега и внутреннего строения стебля древесных растений; развитие критического мышления; формирование навыков рефлексии.

**Содержание.** Почечный и внепочечный период развития побега. Формирование побега весной. Формирование почечного кольца из рубцов

опавших почечных чешуй в основании годичного побега. Подсчёт возраста побега по числу годичных приростов. Ивановы побеги дуба. Внутреннее строение стебля древесного растения: пробка, вторичная кора (в том числе луб), камбий, годичные кольца ксилемы как результат неравномерной в течение года активности камбия, ранняя и поздняя древесина, сердцевина. Определение возраста ствола по годичным кольцам.

**Формы работы:** А) Работа с дидактической карточкой (Приложение 6). Б) Практическая работа «Определение возраста побега по почечным кольцам». В) Мозговой штурм «чему я только что научился и где мне это может пригодиться?»

**Станция VII. «Выше крыши»** (лесопарковая зона). **Цель:** освоение одного из методов определения высоты дерева методом триангуляции (или вешки); установление межпредметных связей между биологией и геометрией; развитие критического мышления; формирование навыков рефлексии.

**Содержание.** Используя закономерности геометрии (подобия треугольников) можно определить высоту дерева.

**Формы работы:** А) Практическая работа «Определение высоты дерева методом триангуляции (или вешки) (оборудование – вешка или шест, рулетка)» (Приложение 7).

**Станция VIII. «Как цветут деревья»** (скамейка на участке Отдела природной флоры). **Цель:** актуализация знаний о строении ветроопыляемых цветков, адаптациях к ветроопылению, однодомности, двудомности, многодомности; развитие наблюдательности.

**Содержание.** Большинство лесных деревьев и кустарников являются ветроопыляемыми, цветут ранней весной до формирования облиственных побегов, чтобы пыльца эффективнее попадала на рыльце пестиков. Признаки ветроопыляемых цветков: редукция околоцветника, раздельнополость, отсутствие нектарников, небольшой размер, объединение в соцветия. Многодомные растения содержат и мужские и женские и обоеполые цветки

на одно растение, доказывают происхождение раздельнополых цветков из обоеполых. Размещение раздельнополых цветков на разных растениях (двудомность) исключает самоопыление.

**Формы работы.** А) Работа с дидактической карточкой (работа в парах) (Приложение 8). Б) Обнаружение биологического объекта по образцу (работа в парах). В) Эвристическая беседа.

**Станция IX. «Редкие редкости»** (участок редких растений Отдела природной флоры). **Цель:** сформировать представление об уязвимости ряда видов в современной биосфере, о лимитирующих факторах и мерах по поддержанию численности как приоритетной задаче современной науки.

**Содержание:** Особенности биологии, экологии, распространение, использование человеком, лимитирующие факторы следующих видов: Редкие виды флоры Пензенской области (эфедра двуколосковая *Ephedra distachya*, молодило кровельное *Sempervivum tectorum*, можжевельник обыкновенный *Juniperus communis*, *Scilla siberica*, хохлатка Маршалла *Corydalis marschalliana*, тюльпан Биберштейна *Tulipa biebersteiniana*, горцицвет весенний *Adonis vernalis*, ветреница лесная *Anemone sylvestris*) и России (рододендрон Фори *Rhododendron fauriei*, родиола розовая *Rhodiola rosea*, рябчик русский *Fritillaria ruthenica*, пион тонколиственный *Paeonia tenuifolia*, диоскорея кавказская *Dioscorea caucasica*, кирказон манчжурский *Aristolochia manshuriensis*). Красная книга Пензенской области и России, их роль в поддержании биоразнообразия; понятие статуса редкости.

**Формы работы.** А) Мини-экскурсия. Б) Дискуссия. В) Моделирование (таблица 1).

Таблица 1 – План-конспект экологической тропы «Весенние явления в жизни растений»

|     | Станция                       | Деятельность педагога                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Деятельность обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I.  | Вводная<br>«Что такое весна?» | <b>Инструктаж</b> по технике безопасности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Усвоение</b> правил безопасного поведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|     |                               | <b>Проведение</b> мини-игры «Весна глазами поэтов: перевёртыши»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Узнают</b> стихи русских поэтов о весне                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|     |                               | <b>Постановка задачи</b> для обучающихся: установить соответствие между понятиями календарной, астрономической, метеорологической, фенологической весны и сроками их наступления.<br><b>Подведение итогов</b> работы по дидактическим карточкам                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Работа с дидактическими карточками</b> «Такая разная весна: установи соответствие»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|     |                               | <b>Постановка задачи</b> для обучающихся:<br>1) выбрать из списка пословиц те, в которых подчёркивается роль весны в жизни природы и человека и объяснить;<br>2) выбрать пословицы, отражающие условия жизни организмов весной и объяснить.<br><b>Подведение итогов:</b> условия жизни растений весной неустойчивая погода, заморозки, низкие температуры, обилие влаги, света                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Работа с дидактическими карточками</b> «Пословицы» в группах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|     |                               | <b>Совместное формулирование</b> задач работы на ЭТ: исходя из важности весеннего периода, знание процессов, происходящих в растениях и сообществах может стать основой для рационального природопользования и охраны природы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| II. | «Зелёные первенцы весны»      | <b>Объяснение</b> особенностей использования экспресс-метода определения площади листа; при необходимости консультирование, корректировка возможных ошибок.<br><b>Обеспечение</b> возможности выбора каждой парой объекта исследования по карточке с изображением эфемероида.<br><b>Закрепление</b> путём вопросов проблемного и частично-поискового характера: Почему почему эфемероиды через 3-4 недели перестают вегетировать, ведь начинается самый благоприятный период года?<br><b>Подведение итогов</b> путём постановки вопросов: Что общего в строении подземных органов лесных эфемероидов, в развитии ассимилирующих органов в сравнении с летнезелёными травами? Почему потребовалось включение некоторых эфемероидов в Красную книгу Пензенской области и России | <b>Выбор</b> объекта исследования по дидактической карточке, работа с текстом по особенностям его биологии и экологии, его поиск на ботанической площадке данной станции.<br><b>Практическая работа</b> в парах по измерению площади листьев разных видов эфемероидов.<br><b>Заполнение сводной таблицы</b> «Сравнительная характеристика площади листьев лесных эфемероидов и летнезелёных трав.<br><b>Анализ таблицы</b> «Строение фотосинтетического аппарата лесных эфемероидов»<br><b>Формулирование вывода</b> об особенностях биологии и экологии лесных эфемероидов |

Таблица 1 – План-конспект экологической тропы «Весенние явления в жизни растений»

|      |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| III. | «Шифр цветка»                          | <p><b>Демонстрация с объяснением</b> приёмов препарирования цветка и составления формулы и диаграммы цветка.</p> <p><b>Проверка правильности</b> выполнения заданий по дидактическим карточкам</p> <p><b>Подведение итогов</b> путём постановки вопросов проблемного характера: какая закономерность между строением цветка (формой и цветом околоцветника, размером, наличием шпорцев, нектарников) и его функцией</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><b>Практическая работа по</b> препарированию цветка, <b>выполнение биологического рисунка.</b></p> <p><b>Установление соответствия</b> между цветком и его формулой и диаграммой цветка (работа в парах с дидактическими карточками и натурными объектами).</p> <p><b>Поиск и фотографирование</b> объекта с заданными свойствами (цветка определённого строения)</p> <p><b>Выявление закономерности</b> о связи морфологии цветка с особенностями биологии опылителя</p>                                                                                                                                                                                                  |
| IV.  | «Зимовать с листьями – трудная задача» | <p><b>Постановка проблемы:</b> почему растения сбрасывают листья на зиму?</p> <p><b>Знакомство</b> с зимнезелёными деревьями, кустарниками, кустарничками, травами – рассказ</p> <p><b>Постановка задачи</b> определить соотношение Цветковых и Голосеменных среди зимнезелёных и объяснить высокую долю Голосеменных (Хвойных); определить долю местных и интродуцированных видов в коллекциях сада и объяснить закономерность.</p> <p><b>Постановка проблемы:</b> если сохранять листья на зиму нерационально, почему данные растения их не сбрасывают и как им удаётся противостоять негативным факторам среды?</p> <p><b>Подведение итогов работы на станции:</b> благодаря сокращению транспирирующей поверхности, обилию механических тканей, толстой кутикуле и биохимическим особенностям зимнезелёные растения сохраняют листья и ранней весной получают преимущество, не тратя время и пластические вещества на формирование ассимиляционного аппарата. В нашей флоре таких видов мало из-за суровой зимы</p> | <p><b>Выявление</b> неблагоприятных факторов среды зимой: низкие температуры, недостаток влаги и невозможность поглощать её из промёрзшей почвы, недостаток света, механические повреждения от снега.</p> <p><b>Заполнение таблицы</b> параллельно с рассказом педагога</p> <p><b>Определение систематического положения</b> зимнезелёных видов (отдел Цветковые или Голосеменные).</p> <p><b>Подсчёт</b> доли Голосеменных среди зимнезелёных по сравнению с цветковыми, доли местных видов по сравнению с интродуцированными.</p> <p><b>Работа с дидактическими карточками</b> с изображениями микрофотографий растений с зимующими листьями, выявление адаптивных черт</p> |

Таблица 1 – План-конспект экологической тропы «Весенние явления в жизни растений». Продолжение

|      |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V.   | «Цвет имеет значение» | <p><b>Объяснение</b> хода работы (порезать лист гейхеры кроваво-красной или бадана на кусочки положить в ступку, растереть, прилить воды, профильтровать вытяжку; уточнить свойства пигмента, добавив каплю кислоты, щелочи и наблюдая за изменением окраски).</p> <p><b>Постановка проблемы:</b> как можно использовать на практике знания об антоцианах? Предложите как можно больше способов использования антоцианов человеком.</p> <p><b>Коррекция результатов</b> мозгового штурма: что из перечисленного действительно используется, перспективность других предложенных способов</p> <p><b>Инициация рефлексии:</b> смоделируйте ситуации, где полученное умение может пригодиться?</p> | <p><b>Выполнение</b> работы в парах согласно инструкциям учителя.</p> <p><b>Определение</b> вида пигмента и его свойств по диагностическому ключу на дидактической карточке, выявление зависимости между его свойствами и ролью в жизни растения (применительно к вегетативным и генеративным органам).</p> <p><b>Мозговой штурм:</b> выявление уже известных и возможных (и невозможных) областей применения (работа в группах; соревнование – кто больше перечислит) с последующим обсуждением</p> <p><b>Рефлексия:</b> чему я только что научился и как мне это может пригодиться в дальнейшем?</p> |
| VI.  | «Сто лет в обед»      | <p><b>Консультирование</b> по возможным трудностям при выполнении практической работы «Определение возраста побега по почечным кольцам»</p> <p><b>Подведение итогов и оценка правильности</b> результатов работы по дидактической карточке и практической работы.</p> <p><b>Постановка проблемы:</b> в каких случаях возможны ошибки при использовании этого метода (ивановы побеги)?</p> <p><b>Инициация рефлексии:</b> смоделируйте ситуации, где полученное умение может пригодиться?</p>                                                                                                                                                                                                    | <p><b>Работа с дидактической карточкой</b> по определению возраста побега по годичным кольцам</p> <p><b>Практическая работа</b> по определению возраста побегов по почечным кольцам.</p> <p><b>Критическая оценка</b> данного метода, обдумывание возможных ошибок.</p> <p><b>Рефлексия:</b> чему я только что научился и как мне это может пригодиться в дальнейшем?</p>                                                                                                                                                                                                                              |
| VII. | «Выше крыши»          | <p><b>Консультирование</b> по возможным трудностям при выполнении практической работы «Определение высоты дерева методом триангуляции (или вешки)»</p> <p><b>Подведение итогов</b> результатов практической работы, сравнение результатов разных пар обучающихся.</p> <p><b>Постановка проблемы:</b> в каких случаях возможны ошибки при использовании этого метода?</p> <p><b>Инициация рефлексии</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p><b>Практическая работа</b> по определению возраста высоты дерева (работа в парах)</p> <p><b>Критическая оценка</b> данного метода, обдумывание возможных ошибок</p> <p><b>Рефлексия:</b> чему я только что научился и как мне это может пригодиться в дальнейшем?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Таблица 1 – План-конспект экологической тропы «Весенние явления в жизни растений»

|                                                                |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VIII.                                                          | «Как цветут деревья» | <p><b>Консультирование</b> по возможным трудностям при работе с дидактической карточкой, проверка правильности выполнения заданий</p> <p><b>Постановка проблемы:</b> почему все обнаруженные ранней весной деревья местной флоры – ветроопыляемые, а насекомоопыляемые – исключительно интродуценты?</p> <p><b>Иницирование дискуссии:</b> Каким растением «выгоднее» быть: с обоеполыми или с раздельнополыми цветками?</p> <p>Каким растением «выгоднее» быть: однодомным или двудомным?</p> | <p><b>Работа с дидактической карточкой</b></p> <p><b>Обнаружение</b> биологического объекта по образцу (работа в парах), фотографирование</p> <p><b>Аргументация</b> позитивных и негативных сторон обоеполости и раздельнополости цветков; двудомности и однодомности растений с обоеполыми цветками?</p>                                                           |
| IX.                                                            | «Редкие редкости»    | <p><b>Мини-экскурсия</b> с демонстрацией редких видов Красной книги РФ и Пензенской области</p> <p><b>Постановка проблемы:</b> действительно ли гибель каждого вида – трагедия для биосферы?</p> <p>Какова последовательность событий при исчезновении какого-либо из редких видов?</p> <p>Что в наших силах сделать для сохранения редких видов?</p> <p><b>Подведение итогов</b></p>                                                                                                          | <p><b>Установление</b> причин уязвимости редких видов, лимитирующих факторов и планирование мер по их охране.</p> <p><b>Моделирование:</b> спрогнозировать возможную последовательность событий при исчезновении какого-либо вида (работа в группах с последующим обсуждением).</p> <p><b>Дискуссия</b> о роли каждого вида в локальных и глобальных экосистемах</p> |
| X.                                                             | Тест                 | <b>Проверка тестового задания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Выполнение тестового задания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Оформление стенда по результатам работы на экологической тропе |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Кроме того, разработаны темы научно-исследовательских проектов, которые можно выполнить на территории Пензенского ботанического сада:

1. Особенности онтогенеза пролески сибирской в культуре.
2. Биология и экология тюльпана Биберштейна как перспективного декоративного вида.
3. Интродукционная оценка рябчика русского.
4. Способы повышения семенной продуктивности хохлатки Маршалла.
5. Вторичное цветение ветреницы лесной в условиях культуры.

6. Интродукционная оценка зимнезелёных кустарников Пензенского ботанического сада как объектов зелёного строительства.

7. Интродукционная оценка лиан Пензенского ботанического сада.

8. Интродукционная оценка зимнезелёных трав Пензенского ботанического сада.

9. Особенности фенологии видов рода пион на территории ботанического сада.

Проверка эффективности видов деятельности учащихся проводится в виде теста (Приложение 9).

Таким образом, экологическая тропа «Весенние явления в жизни растений» включает в себя разнообразные **методы**: мини-экскурсия, мини-игра, работа с таблицами и их самостоятельное заполнение и анализ, работа с биологическими рисунками и их самостоятельное выполнение и анализ, решение задач проблемного и частично-поискового характера, моделирования, дискуссия, «мозговой штурм», работа с дидактическими карточками, практическая работа.

Предусмотрены задания для индивидуальной работы, работа в парах, работа в малых группах.

Предусмотрены формирования **межпредметных связей** биологии со следующими сферами наук: геометрией (применение метода триангуляции для определения высоты дерева), математикой (статистическая обработка измерений площади листа, высоты дерева), географией (установление связи между ареалом вида и его биологическими особенностями), историей (формирование народных примет прихода весны как отражение земледельческой специфики деятельности наших предков), русским языком и литературой (отражение в произведениях литературы особенностей весны).

Работа на разработанной нами экологической тропе позволяет формировать следующие **ключевые компетенции**: ценностно-смысловую, общекультурную, учебно-познавательную, информационную, коммуникативную, личностного самоусовершенствования.

**Ценностно-смысловая компетенция** связана с рефлексией, когда после выполнения заданий обучающихся просят смоделировать ситуацию, в которой им могут в дальнейшем пригодиться приобретенные на данной станции умения или навыки. Также в этом направлении работает приём, когда педагог перед выполнением задания спрашивает, какие умения, способности для его выполнения. Кроме того, любые уточняющие вопросы по ходу работы на каждой из станций, которые делают активность обучающихся более осмысленной, стоит расценивать как реализацию данной компетенции.

В отношении **общекультурной компетенции** реализуется та её составляющая, которая касается сферы экологической культуры (аспекты, связанные с проблемой сохранения биоразнообразия, ответственным отношением к окружающей среде как основе устойчивого развития человеческого общества).

**Информационная компетентность** приобретается за счёт работы с разными источниками информации (устная речь педагога, текстовая информация на дидактических карточках).

**Коммуникативная компетентность** обучающихся совершенствуется благодаря: включению их при выполнении заданий на станциях в мини-группы, пары, когда для достижения цели необходимы скоординированные действия всех членов команды (пары); представление результатов работы в устной форме; включению в дискуссии, когда необходимо аргументировано высказать свою точку зрения, значительной доле эвристических бесед при подведении итогов на станции.

**Компетенция личностного совершенствования** будет формироваться тогда, когда педагог будет инициировать вопросы «что позволило тебе (твоей группе) успешно справиться с данным заданием; каковы причины не слишком успешного прохождения станции; над чем нужно ещё поработать, чтобы в следующий раз справиться лучше?»

**Учебно-познавательная компетенция** связана с решением познавательных задач проблемного и частично-поискового характера, с инициированием педагогом дискуссий по поводу вопросов, на которые нет однозначного ответа. Наивысшей степенью реализации этой задачи будет появление заинтересованности обучающегося в проведении научно-исследовательской работы на территории ботанического сада, пришкольного участка. Для стимулирования такой активности учитель на каждой станции может упоминать те аспекты видов растений (объектов изучения на конкретной станции), которые всё ещё слабо изучены, но могли бы иметь большое практическое значение. Таким образом можно показать, что каждый заинтересованный школьник может внести свой вклад в науку.

По итогам работы на данной ботанической тропе ученица 11 класса МАОУ Многопрофильная гимназия №13 г. Пензы Мария Филиппова выбрала тему исследования «Особенности биологии и экологии редкого растения Пензенской области пролески сибирской» и ведёт научную работу в этом направлении.

## ВЫВОДЫ

1. Проанализирована литература о возможностях экологической тропы для решения задач экологического образования, принципах организации; обобщён положительный опыт по организации экологических троп, в том числе на основе ботанических садов.

2. Разработан маршрут экологической тропы «Весенние явления в жизни растений» на базе Пензенского ботанического сада имени И.И. Спрыгина, включающей 10 станций, предназначенной для обучающихся 10–11 классов, в том числе углубленно изучающих биологию. По имеющимся на данный момент классификациям данная экологическая тропа является пешеходной, сезонной, групповой, ботанической, учебной.

3. На экологической тропе используются разнообразные методы: мини-экскурсия, мини-игра, работа с таблицами и их самостоятельное заполнение и анализ, работа с биологическими рисунками и их самостоятельное выполнение и анализ, решение задач проблемного и частично-поискового характера, моделирования, дискуссия, «мозговой штурм», работа с дидактическими карточками, практическая работа. Элементы научно-исследовательской деятельности на каждой из станций позволяют школьникам осознать ее алгоритм, познакомиться с некоторыми методами ботанических исследований и выбрать интересное для себя направление исследования.

4. Разработаны темы научно-исследовательских проектов для школьников, проявивших в процессе работы на экологической тропе значительную заинтересованность и высокую мотивацию.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова Н. Л., Савельева Т.В., Дьяченко Е.А., Овсянников А.Ю. Использование современных онлайн-технологий при организации экологических экскурсионных маршрутов в Ботаническом саду УРО РАН // Современные исследования природных и социально-экономических систем. Инновационные процессы и проблемы развития естественнонаучного образования. Екатеринбург : УрГПУ, 2016. С. 223–227.
2. Афонин А. В. Экологические тропы России. М. : ПК Литфонда России, 1993. 36 с.
3. Бакланова С.Л. Экологическая тропа как один из способов сохранения биоразнообразия // Природопользование на Алтае : агросфера и биоресурсы : сб. науч. статей. Бийск, 2011. С. 5–14.
4. Батурин М.П. Методические рекомендации при проведении экологических экскурсий. М. : Турист, 1991. 97 с.
5. Бешко Н.Ю. Иботова К., Умаходжаева У. Экологическая тропа – методическое пособие для учителей. Ташкент, 2010. 59 с.
6. Гараева Г.Р. Значение и создание экологической тропы для учащихся. [Электронный ресурс]. – URL:<https://novaum.ru/public/pl1167> (дата обращения: 03.06.2022).
7. Гордиянова Г.В., Лаптева И.В. Экологическая тропа как одна из форм экологического воспитания и образования // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. 2019. №2 (34). С. 90–96.
8. Горышина Т.К. Экология травянистых растений лесостепной дубравы. Л. : Издательство Ленинградского университета, 1975. 127 с.
9. Демко Е.В., Зося Т.С., Вартанова А.А. Формирование экологической культуры детей дошкольного возраста в исследовательской деятельности на экологической тропе // Студент года : сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конкурса. Пенза : Наука и просвещение, 2017. С. 272–276.
10. Захлебный А.Н. На экологической тропе. М. : Знание, 1986. 77 с.

11. Захарова А.Н., Троешестова Д.А., Ярдухин А.К. Взаимодействие школы и ВУЗа в поддержке научно-исследовательской деятельности одарённых обучающихся как современное направление профориентационной работы // Человеческий капитал. 2022. №1 (157). С. 79–89.
12. Зверев И.Д. Организация экологического образования в школе. М., 2015. С. 173–183.
13. Здраевская А.А. Роль экологической тропы в формировании экологической культуры младших школьников. VII Машеровские чтения. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Витебск, 2013. С. 390–391.
14. Иванов С.А., Абрамова Н.Л. Генезис детских экологических практик: от изучения экосистем – к сенсорному взаимодействию с природой // Научный диалог. 2016. № 9 (57). С. 283–296.
15. Кильметова Д.Р., Файзуллина А.Р. Экологическая тропа как средство формирования экологической культуры у дошкольников старшего возраста // Вестник Саратовского областного института развития образования. 2019. № 1 (17). С. 17–24.
16. Комова Г. А. Экологические тропы как форма экологического образования // Биология в школе. 2006. № 8. С. 52–58.
17. Костенков П.П. Экологическое воспитание школьников: Учебно-методическое пособие. Барнаул : Алт.кн. изд-во, 1990. С. 125-129.
18. Кривошеева А.М., Кислицкая М.В. Экологические экскурсии в школе: пособие для учителей М.; Ростов н/Д : Март, 2015. 120 с.
19. Кудинова Г.Э., Саксонов С.В., Сенатор С.А. Роль экологических троп на особо охраняемых природных территориях в экологическом образовании и воспитании // Проблемы развития предприятий: теория и практика : материалы 15-й Междунар. науч.- практ. конф., посвящ. 85-летию Самарского государственного экономического университета. Самара : Изд-во СГЭУ, 2016. С. 297.

20. Кучер Т.В. Экологическое просвещение учащихся. М. : Просвещение, 1990. С. 57.
21. Мавлютова О.С. Экологическая тропа – URL: <http://www.eco.nw.ru/lib/data/04/6/020604.htm> (дата обращения: 03.06.2022).
22. Методика подготовки и проведения экскурсии: Учеб.пособие. М. : ЦРИБ Турист, 1980. С. 325.
23. Ненашева Г.И., Козырева Ю.В., Карташова Д.А., Полешкина Е.С. Экологическая тропа в ООПТ (на примере создания экологической тропы «Заповедные озёра» в Катунском биосферном заповеднике) // Актуальные проблемы математики и естественных наук. Материалы X Международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию доцента Р.А. Акбердина. Сургут, 2022. С. 180–182.
24. Николаева С.Н. Теория и методика экологического образования детей: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. Заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 336 с.
25. Розломий Н.Г., Репш Н.В., Белов А.Н., Шурухина Т.Н., Берсенева С.А. Экологическая тропа как форма экологического образования школьников // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2021. № 2 (192). С. 267–273.
26. Соловьев А. Н. Заповедные места // Энциклопедия земли Вятской / отв. ред. В. А. Ситников. Киров : ГИПП «Вятка», 1997. С. 559.
27. Трапп С., Гросс М., Циммерман Р. Маршрутные тропы, стенды и знаки соединяя людей и места. М. : Заповедник, 2006. 130 с.
28. Фока А., Разумовская Ю. Ботаническая экологическая тропа – технология экологического туризма // Географическая наука сквозь призму современности. Сборник статей по материалам XIII Межвузовской научно-практической конференции студентов в рамках XXVIII Моисеевских чтений «Н.Н. Моисеев о России в XI веке: глобальные риски, вызовы и решения», посвященной памяти академика Н.Н. Моисеева. М. : МГУ, 2020. С. 57–60.

29. Фокина В. Г. Экологическое воспитание // Дошкольное воспитание. 2012. № 7. С. 5–7.
30. Чиждова В.П. Учебные тропы природы. Методические рекомендации для заповедников и национальных парков. М. : Просвещение, 1996. 765 с.
31. Широкова К.Э. Экологическая тропа «Кузбасский парк» как объект повышения экологической культуры школьников крупного промышленного центра // Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения. Сборник трудов Всероссийской молодёжной научно-практической конференции. 2016. С. 92
32. Шкрёбнева Э.Н. Вяль Ю.А., Мазей Н.Г., Ростовцева М.В. Коллекция древесных растений дальневосточной флоры в Пензенском ботаническом саду им. И. И. Спрыгина // Ботанические коллекции – национальное достояние России : сб. науч. ст. Всерос. (с Междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария им. И. И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества (Пенза, 17–19 февраля 2015 г.). Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. С. 290–292.
33. Шоева О.Ю. Антоцианы – секреты цвета // Химия и жизнь. 2013. №1. С. 13–17.
34. Якушина О.В. Экологическая тропа как средство экологического воспитания // Мастер-класс. 2017. № 1. С. 57–58.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 1.1 «Что такое весна?»

*Задание: Установить соответствие между понятием, временем его наступления и окончания*

| Понятие                          | Начало периода                                 | Окончание периода                                |
|----------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. Календарная весна             | А. День весеннего равноденствия                | а. Рождество Иоанна Предтечи (24 июня)           |
| 2. Астрономическая весна         | Б. Появление первых проталин                   | б. Переход среднесуточных температур через +15°C |
| 3. Метеорологическая весна       | В. Переход среднесуточных температур через 0°C | в. 31 мая                                        |
| 4. «Весна» на Руси до XVIII века | Г. День Благовещения (25 марта)                | г. День летнего солнцестояния                    |
| 5. Фенологическая весна          | Д. 1 марта                                     | д. Цветение шиповника                            |

### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 1.2. для мини-игры «Весна глазами русских поэтов»

*Задание: прослушать первые 2 строки известного стихотворения о весне – продолжить, назвать автора.*

|                                                                                                                                    |                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Они гласят во все концы:<br>«Весна идет, весна идет,<br>(Мы молодой весны гонцы,<br>Она нас выслала вперед)<br>Фёдор Тютчев        | Зима не даром злится,<br>Прошла ее пора —<br>(Весна в окно стучится<br>И гонит со двора).<br>Фёдор Тютчев                          |
| Люблю грозу в начале мая,<br>Когда весенний, первый гром,<br>(как бы резвяся и играя,<br>Грохочет в небе голубом).<br>Фёдор Тютчев | Весна так славно наследила<br>На светлорозовых снегах,<br>(Цветное платье зацепила<br>На расцветающих кустах).<br>Михаил Герасимов |
| И сквозь дымчатые щели<br>Потускневшего окна<br>(Бледно пишет акварели<br>Эта бледная весна).<br>Максимилиан Волошин               | Отчаянные холода<br>Задерживают таянье.<br>(Весна позднее, чем всегда,<br>Но и зато нечаянней).<br>Борис Пастернак                 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (продолжение)

### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 1.3. для мини-игры

«Весна глазами русских поэтов»

*Задание: прослушать «перевёртыш» известного стихотворения о весне – (каждое слово оригинального стихотворения заменено на противоположное по смыслу), назвать автора.*

|                                                                                                    |                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Травка зеленеет.<br>Солнышко блестит<br>Ласточка с весною<br>В сени к нам летит<br>Алексей Плещеев | Цветочки синеют<br>Луна тускла<br>Коршун с осенью<br>В спальню от нас ползет<br>Перевертыш |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 1.4.

*Задание для команды 1: Из списка пословиц и поговорок выбрать те, которые характеризуют роль весеннего периода в жизни природы и человека*

*Задание для команды 2: Из списка пословиц и поговорок выбрать те, которые характеризуют условия жизни растений и животных*

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| Дождь в мае хлеба подымает                               |
| В марте мороз скрипуч, да не жгуч                        |
| Май холодный, год хлебородный – не будешь голодный       |
| Март сухой да мокрый май – будет каша и каравай          |
| Март у матери зимы шубу купил, да через три дня и продал |
| Хороший год по весне видно                               |
| Весной трех погожих дней подряд не бывает                |
| Пришёл марток, надевай семеро порток                     |
| Апрельский цветок ломает снежок                          |
| Кто весною потрудится, осенью повеселится                |
| Весенний дождь лишним не бывает                          |
| Увидел грача – весну встречай                            |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 2.1. «Адаптации лесных эфемероидов»

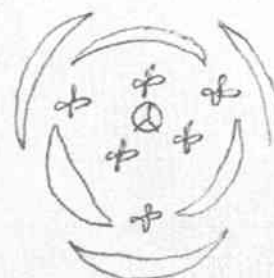
*Задание: проанализировать таблицу, выявить и объяснить приспособления лесных эфемероидов*

| Растения                                | Число хлоропластов в<br>клетке, шт | Размеры хлоропластов,<br>мкм |
|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| <b><u>Светолюбивые (эфемероиды)</u></b> |                                    |                              |
| Пролеска сибирская                      | 55                                 | 3,5                          |
| Хохлатка Галлера                        | 65                                 | 4,2                          |
| Чистяк весенний                         | 40                                 | 3,5                          |
| <b><u>Теневыносливые</u></b>            |                                    |                              |
| Подмаренник душистый                    | 25                                 | 5,5                          |
| Норичник узловатый                      | 20                                 | 6,0                          |
| Копытень европейский                    | 18                                 | 6,0                          |

ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 3.1.

Задание: найти растение, цветки которого можно изобразить с помощью данной формулы и диаграммы

$$\ast \bigcirc \textcircled{\text{♀}} \nearrow P_{C_{3+3}} A_{3+3} \underline{G_{(3)}}$$



ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 3.2.

Задание: найти растение, цветки которого можно изобразить с помощью данной формулы и диаграммы

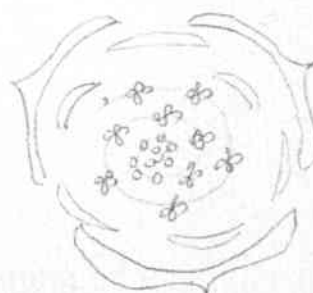
$$\ast \textcircled{\text{♀}} \nearrow P_{C_5} A_{\infty} \underline{G_{\infty}}$$



ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 3.3.

Задание: найти растение, цветки которого можно изобразить с помощью данной формулы и диаграммы

$$\ast \textcircled{\text{♀}} \nearrow K_5 C_{8-12} A_{\infty} \underline{G_{\infty}}$$



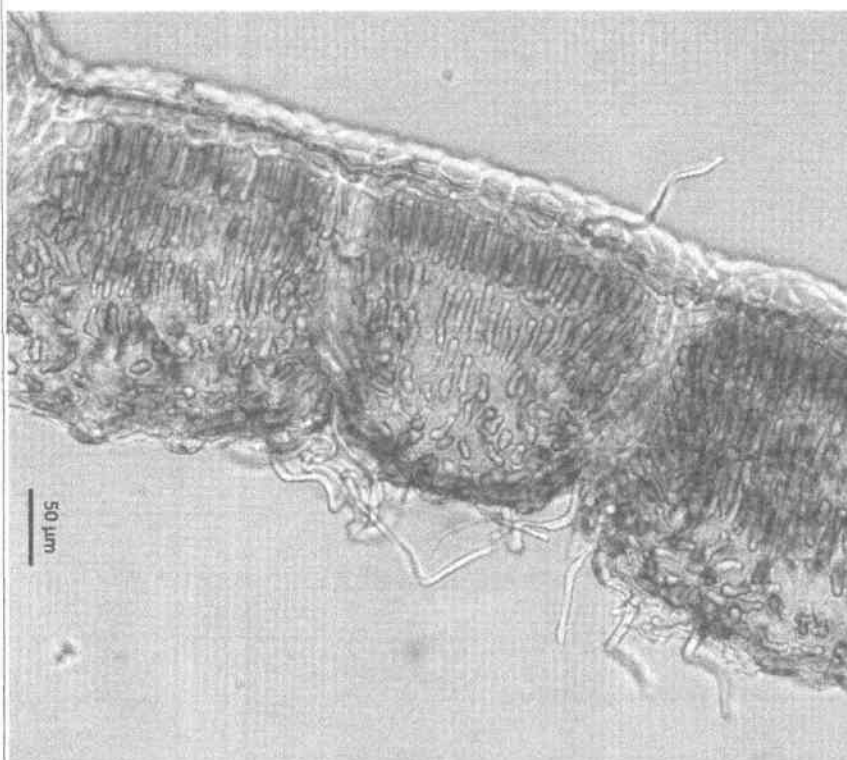
**ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 4.1.**

*Задание: заполнить таблицу*

| №   | Название зимнезеленого растения | Жизненная форма | Голосеменное или Цветковое | Местный или интродуцент |
|-----|---------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|
| 1.  | Сосна обыкновенная              |                 |                            |                         |
| 2.  | Туя западная                    |                 |                            |                         |
| 3.  | Ель канадская                   |                 |                            |                         |
| 4.  | Псевдотсуга Мензиса             |                 |                            |                         |
| 5.  | Пихта белая                     |                 |                            |                         |
| 6.  | Можжевельник обыкновенный       |                 |                            |                         |
| 7.  | Тис ягодный                     |                 |                            |                         |
| 8.  | Магония падуболистная           |                 |                            |                         |
| 9.  | Рододендрон Фори                |                 |                            |                         |
| 10. | Самшит вечнозеленый             |                 |                            |                         |
| 11. | Эфедра двуколосковая            |                 |                            |                         |
| 12. | Дриада восьмилепестная          |                 |                            |                         |
| 13. | Копытень европейский            |                 |                            |                         |
| 14. | Молодило кровельное             |                 |                            |                         |
| 15. | Бадан толстолистный             |                 |                            |                         |
| 16. | Камнеломка метельчатая          |                 |                            |                         |
| 17. | Пахизандра верхушечная          |                 |                            |                         |

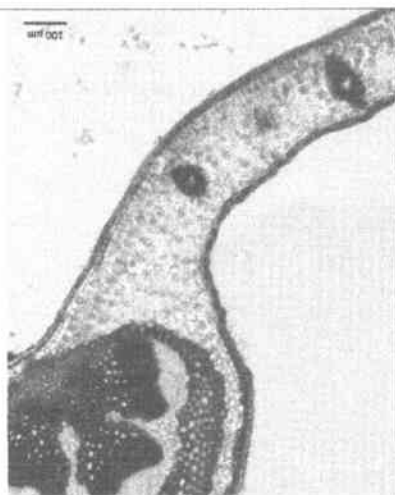
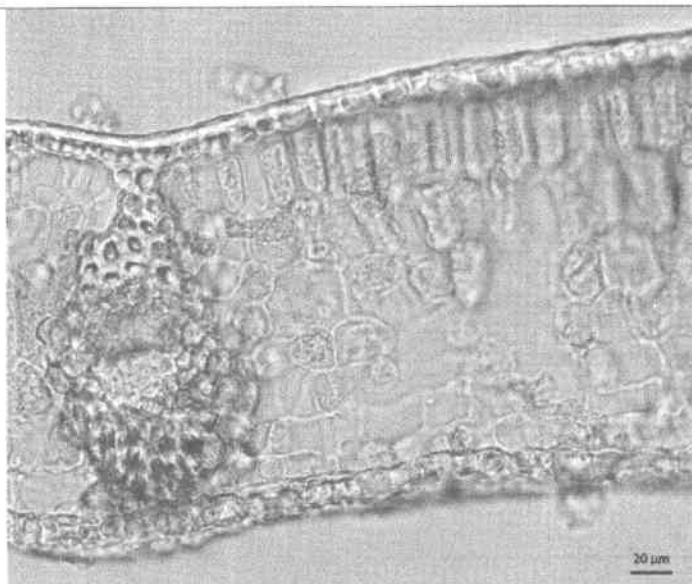
**ДИДАКТИЧЕСКАЯ  
КАРТОЧКА 4.4.**

*Задание: изучить  
микрофотографию  
поперечного среза  
листа дриады  
восьмилепестной,  
выявить черты  
адаптации к  
перенесению  
неблагоприятных  
факторов зимнего  
периода*



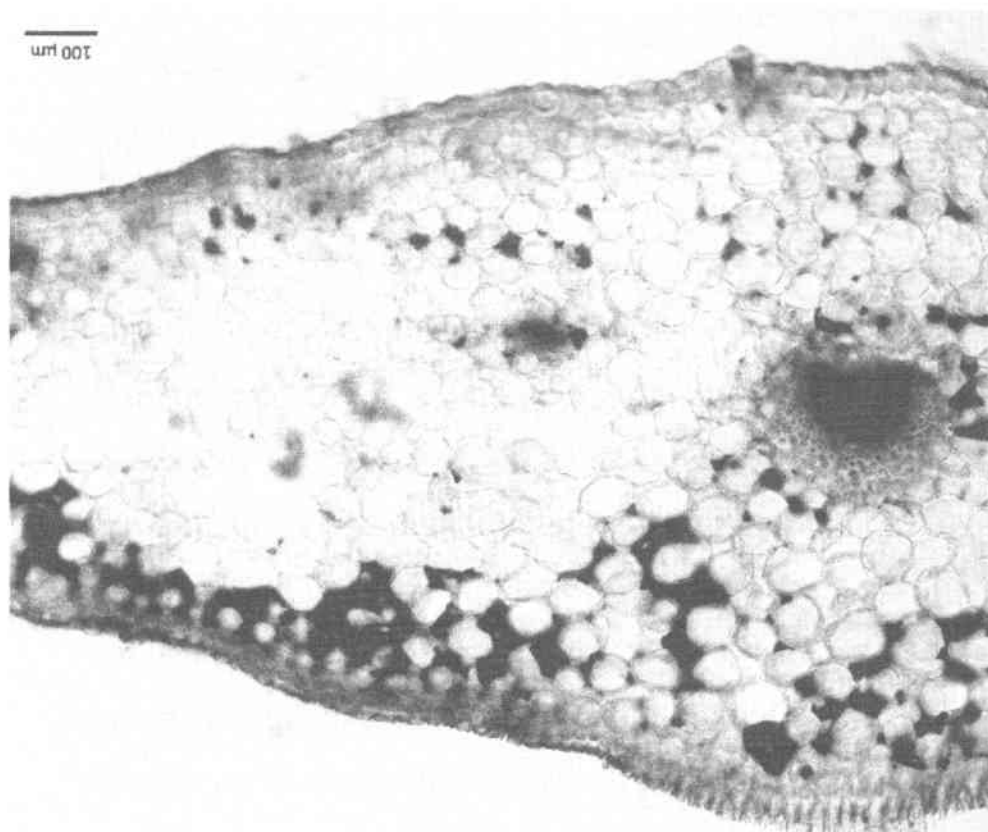
**ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 4.5.**

*Задание: изучить микрофотографию поперечного среза листа магонии  
падуболистной, выявить черты адаптации к перенесению неблагоприятных  
факторов зимнего периода*



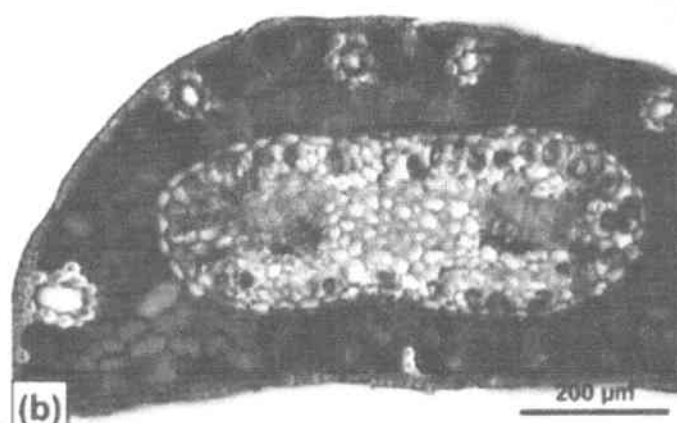
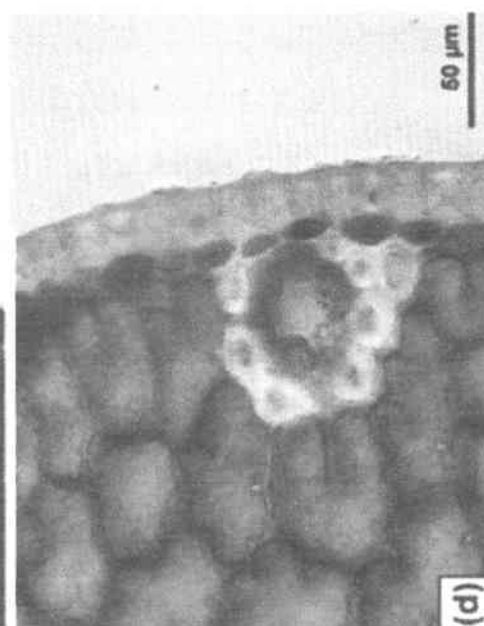
#### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 4.6.

*Задание: изучить микрофотографию поперечного среза листа проломника молодилловидного, выявить черты адаптации к перенесению неблагоприятных факторов зимнего периода*



#### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 4.7.

*Задание: изучить микрофотографию поперечного среза листа сосны обыкновенной, выявить черты адаптации к неблагоприятным факторам зимнего периода*



**ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 5.1.**

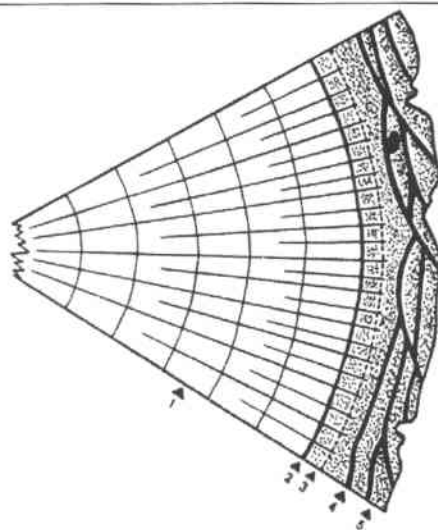
*Задание: определить выделенный пигмент по ключу*

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. | + Для выделения пигмента использовали органические растворители (спирт, ацетон) .....                                                                                                                                                                                                                       | 2 |
|    | – Для выделения пигмента использовали воду.....                                                                                                                                                                                                                                                             | 3 |
| 2. | + Пигменты зелёного цвета..... <i>хлорофиллы</i> .<br>Основные фотосинтетические пигменты растений. Максимум поглощения в синей и красной части спектра                                                                                                                                                     |   |
|    | – Пигменты жёлтого-оранжевого-красного цвета..... <i>каротиноиды</i> .<br>Максимум поглощения в синей части спектра. Вспомогательные фотосинтетические пигменты, защищают хлорофиллы на ярком свете, антиоксиданты (нейтрализуют активные формы кислорода)                                                  |   |
| 3. | + Для получения вытяжки использовали талломы красных водорослей или суспензию сине-зелёных водорослей..... <i>фикобилины</i> .<br>Фотосинтетические пигменты синего или красного цвета. Максимум поглощения в красной или зеленой части спектра. Вспомогательные фотосинтетические пигменты низших растений |   |
|    | – Для получения вытяжки использовали Высшие растения<br>..... <i>антоцианы</i> .<br>Нефотосинтетические пигменты от синего (щелочная среда), фиолетового до красного (кислая среда) цвета. Антиоксиданты.                                                                                                   |   |

**ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 6.1.**

Возраст побега определяют по почечным кольцам – совокупности листовых рубцов от почечных чешуй, остающихся в основании годичного побега, когда почка трогается в рост.

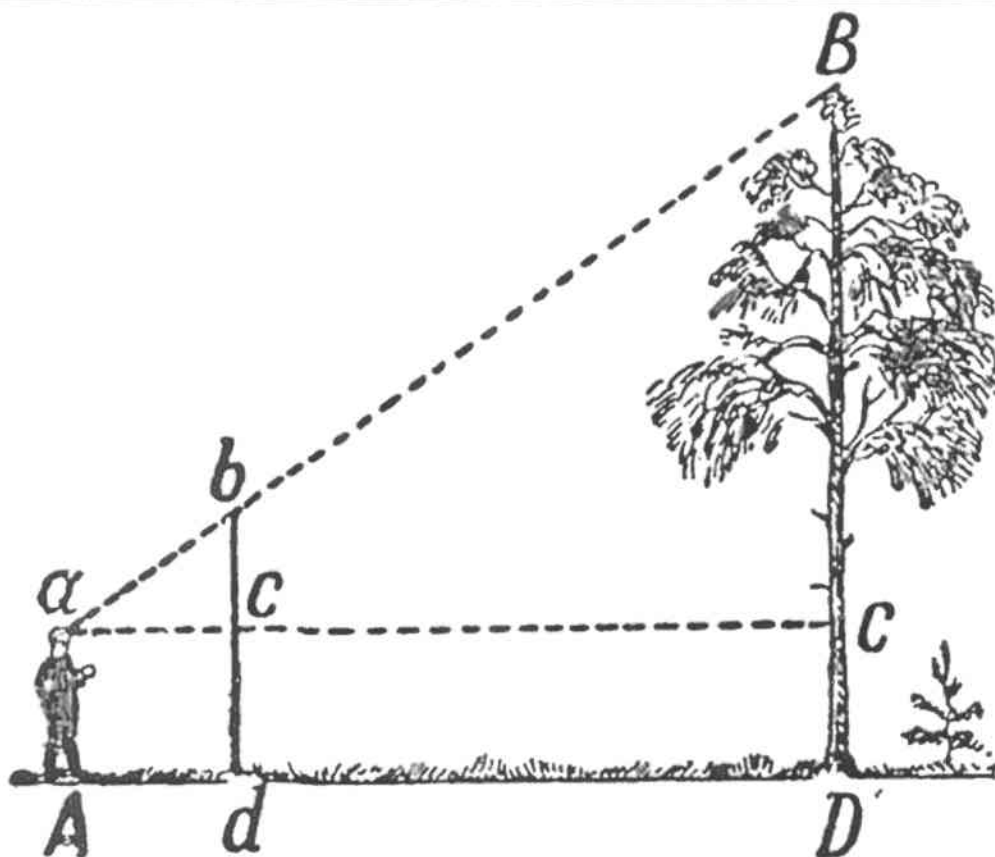
*Задание: изучите рисунок справа, определите возраст побега. Найдите побег соответствующего возраста из предложенных. Какие ткани показаны на рисунке цифрами?*



**ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 7.1.**

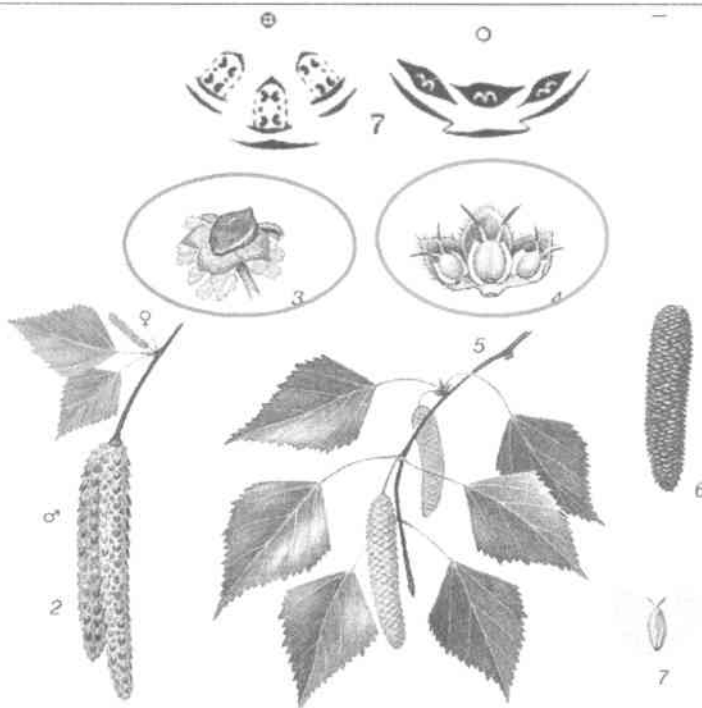
*Задание: определить высоту дерева методом триангуляции с использованием вешки (шеста).*

*Воткнуть шест выше своего роста отвесно на некотором расстоянии от измеряемого дерева. Отойти от шеста назад до точки А, (вершина дерева и верхняя точка шеста  $b$  находятся на одной линии). Не меняя положения головы, смотреть горизонтально на шест и ствол. Помощнику отметить на них прямой точки  $c$  и  $C$ . Измерить расстояния  $CD$ ,  $bc$ ,  $aC$ ,  $ac$ . Вычислить величину  $BC$  на основании подобия треугольников  $abc$  и  $aBC$  из пропорции  $BC:bc=aC:ac$ , откуда  $BC=bc \cdot (aC/ac)$ . Высота дерева равна сумме  $BC+CD$ .*



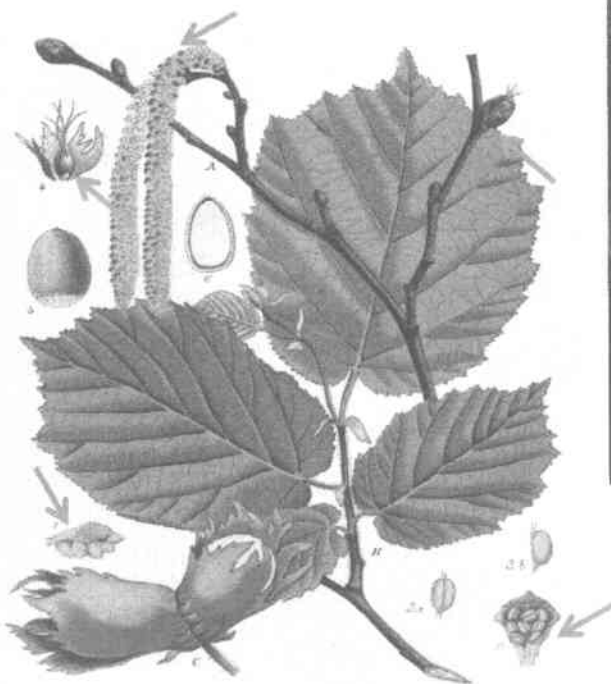
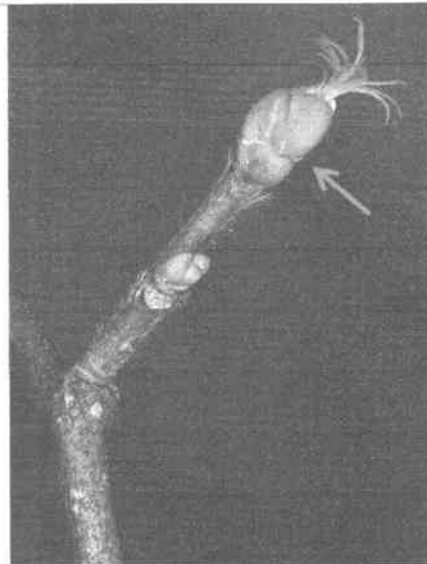
### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 8.1.

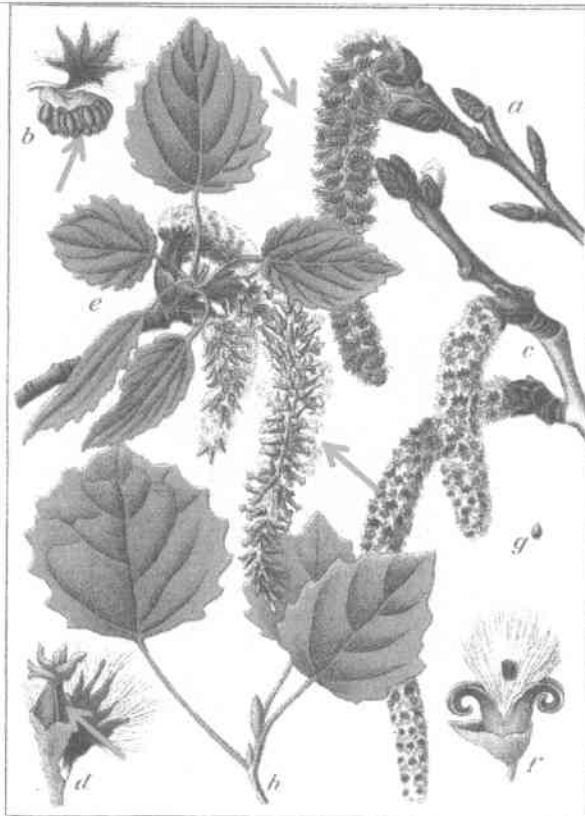
*Задание: изучить рисунок.  
Какое дерево изображено?  
Однодомное или двудомное?  
Как называются его  
соцветия? Опыляется  
насекомыми или ветром?  
Найти и сфотографировать  
в ботаническом саду  
мужские и женские соцветия  
этого растения.*



### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 8.2.

*Задание: изучить рисунок. Какое дерево изображено? Однодомное или двудомное? Как называются его соцветия? Опыляется насекомыми или ветром? Найти и сфотографировать на территории ботанического сада мужские и женские соцветия этого растения.*





### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 8.3.

*Задание: изучить рисунок. Какое дерево изображено? Однодомное или двудомное? Как называются его соцветия? Опыляется насекомыми или ветром? Найти и сфотографировать на территории ботанического сада мужские и женские соцветия этого растения.*



### ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 8.4.

*Задание: изучить рисунок. Какое дерево изображено? Однодомное или двудомное? Как называются его соцветия? Опыляется насекомыми или ветром? Найти и сфотографировать на территории ботанического сада мужские и женские соцветия этого растения.*



## ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА 8.5.

Задание: изучить рисунок.  
 Какое дерево изображено?  
 Однодомное или двудомное?  
 Как называются его  
 соцветия? Опыляется  
 насекомыми или ветром?  
 Найти и  
 сфотографировать на  
 территории ботанического  
 сада мужские и женские  
 соцветия этого растения

**Итоговый тест для выявления степени эффективности работы обучающихся на экологической тропе «Весенние явления в жизни растений»**

**1. Установить соответствие между видами растений и особенностями расположения цветков (шишек) разного пола**

- |                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| А. Дуб черешчатый             | 1. Однодомное  |
| Б. Береза повислая            | 2. Двудомное   |
| В. Орешник                    | 3. Многодомное |
| Г. Ольха серая                |                |
| Д. Можжевельник обыкновенный  |                |
| Е. Эфедра двуколосковая       |                |
| Ж. Ива плакучая (вавилонская) |                |
| З. Клен остролистный          |                |

**2. Двудомные растения (от 1 до 6 вариантов правильных ответов)**

- А) не встречаются среди трав
- Б) имеют раздельнополые цветки на разных особях
- В) имеют раздельнополые цветки на одной особи
- Г) имеют обоеполые цветки
- Д) не размножаются вегетативно
- Е) не способны к самоопылению

**3. Эфемероиды (от 1 до 13 вариантов правильных ответов)**

- А) однолетние растения
- Б) многолетние растения
- В) травянистые растения
- Г) преимущественно травянистые растения, но могут быть и древесные
- Д) насекомоопыляемые растения
- Е) ветроопыляемые растения
- Ж) геофиты
- З) гемикриптофиты

- И) холодостойкие
- К) теневыносливые
- Л) исключительно Однодольные
- М) вегетируют 3-4 недели
- Н) вегетируют 3-4 месяца

**4. Установить соответствие между видами эфемероидов и их подземными органами**

- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| А. Хохлатка плотная    | 1. Клубень        |
| Б. Сцилла сибирская    | 2. Луковица       |
| В. Гусиный лук желтый  | 3. Клубнелуковица |
| Г. Галантус снежный    | 4. Корневище      |
| Д. Ветреница лютичная  |                   |
| Е. Шафран сетчатый     |                   |
| Ж. Тюльпан Биберштейна |                   |
| З. Рябчик русский      |                   |

**5. Установить соответствие между видами растений и их феноритмотипом**

- |                           |                                               |
|---------------------------|-----------------------------------------------|
| А. Осока волосистая       | 1. Зимнезеленый                               |
| Б. Бадан толстолистный    | 2. Листопадный (весеннее-летне-осеннезеленый) |
| В. Тис ягодный            |                                               |
| Г. Самшит вечнозеленый    |                                               |
| Д. Барбарис обыкновенный  |                                               |
| Е. Магония падуболистная  |                                               |
| Ж. Молодило русское       |                                               |
| З. Галантус снежный       |                                               |
| И. Ясень обыкновенный     |                                               |
| К. Копытень европейский   |                                               |
| Л. Дриада восьмилепестная |                                               |

**6. Установить соответствие между видами растений и их принадлежностью к природной флоре Пензенской области**

- А. Ясень обыкновенный
- Б. Сцилла сибирская
- В. Форзиция средняя
- Г. Бадан толстолистный
- Д. Опуния каманчская
- Е. Барбарис обыкновенный
- Ж. Родиола розовая
- З. Тюльпан Биберштейна
- И. Можжевельник обыкновенный
- К. Конский каштан обыкновенный
- Л. Ольха серая

- 1. Вид природной флоры
- 2. Интродуцент

**7. Установите соответствие между видом растения и включением в него в Красные книги РФ и/или Пензенской области**

- |                              |                                          |
|------------------------------|------------------------------------------|
| А. Кирказон манчжурский      | 1. Красная книга РФ                      |
| Б. Диоскорея кавказская      | 2. Красная книга Пензенской области      |
| В. Сцилла сибирская          | 3. Красная книга РФ и Пензенской области |
| Г. Рябчик русский            |                                          |
| Д. Пион тонколистный         |                                          |
| Е. Можжевельник обыкновенный |                                          |
| Ж. Эфедра двуколосковая      |                                          |
| З. Молодило русское          |                                          |
| И. Рододендрон Фори          |                                          |
| К. Тюльпан Биберштейна       |                                          |

**8. Выберите основные факторы, поставившие под угрозу существование рябчика русского как вида (от 1 до 8 правильных ответов)**

- А. Уничтожение местообитаний при распашке степей
- Б. Уничтожение местообитаний при вырубке лесов
- В. Уничтожение местообитаний при разработке нефтяных месторождений зоны тундры
- Г. Отсутствие вегетативного размножения

Д. Лекарственное растение из списка фармакопеи РФ

Е. Сбор на букеты

Ж. Лесные пожары

З. Вытаптывание

**9. Антоцианы** (от 1 до 7 правильных ответов)

А) водорастворимые пигменты

Б) жирорастворимые пигменты

В) нефотосинтетические пигменты

Г) дополнительные фотосинтетические пигменты, поглощающие зеленые и желтые лучи

Д) дополнительные фотосинтетические пигменты, поглощающие красные и синие лучи

Е) меняют цвет в зависимости от pH вакуоли

Ж) защищают клеточные структуры от активных форм кислорода