

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

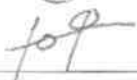
Форма обучения очная

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

**«МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ QR-КОДОВ ДЛЯ
ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ (НА ПРИМЕРЕ КОЛЛЕКЦИИ
РЕДКИХ РАСТЕНИЙ ПЕНЗЕНСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА)»**

Студент  Мамонова Анастасия Алексеевна

Руководитель  Фатюнина Ю.А.

Нормоконтролер  Клыченков С.В.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 09.06.23 № 13)

Заведующий кафедрой  Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой 

(протокол заседания ГЭК от 06.07.23 № 15)

Секретарь ГЭК  Клыченков С.В.

Пенза, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1 Экскурсия	6
1.1.1 Экскурсия с элементами научно-исследовательской работы.....	6
1.1.2 Экскурсии по ботаническому саду	10
1.2 Коллекции редких растений Пензенского ботанического сада им. И.И. Спрыгина.....	15
1.3 QR-код	17
1.3.1 QR-код и его применение	17
1.3.2 QR-код в экскурсионной деятельности	20
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	24
2.1. Методика проведения экскурсии.....	24
2.2. Методика проведения ботанических исследований.....	26
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	29
3.1. Инвентаризация коллекции редких растений Пензенского ботанического сада.....	29
3.2. Методические аспекты организации научно-исследовательской деятельности обучающихся на экскурсии «Весенние редкости».....	36
3.3. Использование QR-кодов для организации индивидуальной научно- исследовательской работы обучающихся.....	45
ВЫВОДЫ.....	50
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	52
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	58

ВВЕДЕНИЕ

Редкие растения – традиционные объекты научно-исследовательской деятельности школьников. Изучение особенностей их биологии и экологии как в природных сообществах, так и в условиях интродукции – важнейшее звено для формирования личности современного человека, осознающего важность сохранения биоразнообразия. В Пензенском ботаническом саду собрана большая коллекция видов, нуждающихся в охране и включённых с этой целью в Красную книгу Пензенской области [14] и Красную книгу России [15].

В настоящее время большое внимание уделяется поиску и разработке инновационных технологий, позволяющих повысить эффективность образования на всех уровнях [27], в том числе и использование QR-кодов. Она очень хорошо зарекомендовала себя для организации экскурсий. Её преимуществом является возможность кодирования большого объёма информации в графический код, с последующим считыванием любым мобильным устройством с доступом в интернет в виде аудиофайла, графической или текстовой информации. Наряду с простотой использования и информативностью, достоинством данной технологии является возможность реализации принципа индивидуализации образования, возможность выстраивания индивидуальной траектории в изучении объектов, возможность развивать самостоятельность обучающихся [29]. Использование данной технологии повышает мотивационную составляющую образования, особенно у молодого поколения, так как предусматривает использование любимых гаджетов, что обычно не приветствуется на классическом уроке.

Возможности использования технологии QR-кодов для организации научно-исследовательской деятельности обучающихся в настоящее время методически не разработаны и практически не используются.

В связи с этим, **цель работы**: оценить возможности использования технологии QR-кодов для организации научно-исследовательской деятельности обучающихся (на примере коллекции редких растений Пензенского ботанического сада им. И.И. Спрыгина).

В соответствии с целью были поставлены следующие **задачи**:

1. По литературным данным изучить принципы кодирования информации через QR-код для организации научно-исследовательской деятельности.
2. Освоить методы изучения биологии редких растений в условиях культуры, методы составления QR-кодов.
3. Провести инвентаризацию коллекции растений Красной книги в Пензенском ботаническом саду им. И.И. Спрыгина, принять участие в расширении коллекции.
4. Разработать экскурсию «Весенние редкости» с элементами научно-исследовательской деятельности с использованием технологии QR-кодов.
5. Разработать методические аспекты организации индивидуальной научно-исследовательской работы школьников с использованием QR-кодов и организовать такую работу с коллекцией редких видов.
6. Разработать методические рекомендации по организации индивидуальной и групповой научно-исследовательской деятельности с использованием технологии QR-кодов.

Материалы работы опубликованы:

1. Фатюнина Ю.А., Можаяева Г.Ф., Мамонова А.А. Интродукционная оценка *Fritillaria ruthenica* в Пензенском ботаническом саду: XII Международная научно-практическая конференция «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки». Владикавказ: изд-во «Веста», 2022. 322-326 с.

2. Фатюнина Ю.А. Можаяева Г.Ф. Мамонова А. А. Особенности онтогенеза *Scilla siberica* (Asparagaceae) в условиях культуры // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2023. № 3. С. 96-101

3. Фатюнина Ю. А. Можаяева Г. Ф. Суркова О.Е. Мамонова А.А. Возможности коллекции редких растений Пензенского ботанического сада для активации научно-исследовательской деятельности обучающихся: Педагогический институт имени В.Г. Белинского: традиции и инновации. Материалы VIII Всероссийской научно-практической, посвящённой 83-летию Педагогического института им. В.Г. Белинского. Пенза: ПГУ, 2022. 187-189 с.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Экскурсия

1.1.1 Экскурсия с элементами научно-исследовательской работы

В прошлом столетии психологи-педагоги, изучающие методы исследовательской деятельности в обучении, отводили экскурсиям ведущую роль, считая их одной из основных форм преподавания из-за возможности реализации принципа наглядности. Экскурсии – это одна из форм организации образовательной деятельности, которая может быть использована при проведении школьниками различных исследований [2].

Эта форма дает обучающимся возможность исследовать различные объекты в их реальном окружении. У школьника есть возможность найти огромное количество материала для собственного наблюдения, анализа и понимания. Это дает мощный импульс детскому мышлению, возможность увидеть множество противоречий и проблем для собственного научного исследования. Источники для получения новой информации создают практическую основу для аналитической работы, помогают сделать различные выводы [16].

Таким образом, экскурсия оказывается тесно связанной с научно-исследовательской деятельностью школьников, именно в процессе классической экскурсии школьники получают первичные знания, которые побуждают интерес к проведению различных исследований. Научно-исследовательская деятельность – это специализированная деятельность, направленная на получение новых научных знаний, которые в перспективе могут получить практическое применение [10].

Любое научное исследование, прежде всего, характеризуется объективностью, воспроизводимостью, доказательностью и точностью. В исследовании выделяют два уровня: эмпирический и теоретический. Первый

представляет собой выявление новых фактов науки, их обобщение и формулирование на их основе эмпирических закономерностей. Второй уровень заключается в выдвижении и формулировании общих для выбранной темы закономерностей, позволяющих подтвердить открытия, которые были сделаны ранее, и эмпирические закономерности, а также спрогнозировать последующие открытия [26].

В связи с огромным количеством исследований по разным направлениям их классифицируют по различным показателям. Наиболее распространенной классификацией является деление исследований на фундаментальные и прикладные, количественные и качественные, уникальные и комплексные и т. д.

Проведение научного исследования включает такой компонент, как оформление результатов исследования в научно-исследовательскую работу. Оформленная научно-исследовательская работа должна содержать ряд обязательных компонентов, которые определяются перед началом проведения исследования. К таким компонентам относятся проблема исследования, которая должна быть актуальной, тема, объект, предмет, цель, задачи и гипотеза исследования, а также защищаемые положения, оценка научной новизны, теоретической значимости и практической ценности полученных результатов.

Для реализации в рамках экскурсии научно-исследовательского подхода необходимо разрабатывать различные виды интерактивных экскурсий, которые предусматривают самостоятельную деятельность школьников, в результате которой происходит активное приобретение исследовательских навыков.

Формирование и развитие научно-исследовательских навыков учеников должно руководствоваться такими принципами, как актуальность, научная обоснованность, мобильность, последовательность, применение различных форм подведения итогов, продуктивность, а также личностно-ориентированный подход.

Соблюдение всех вышеперечисленных принципов при проведении экскурсии у обучающихся происходит формирование следующих исследовательских умений:

- выдвижение гипотезы;
- определение способа действия с учетом знаний, полученных в различных областях;
- поиск недостающей информации в информационном поле;
- установление причинно-следственных связей.

Также происходит формирование рефлексивных умений, таких как:

- умение осмыслить задачу, для решения которой недостаточно знаний;
- умение отвечать на вопрос: чему нужно научиться для решения поставленной задачи.

А также менеджерских умений и навыков:

- проектирование процесса;
- планирование деятельности (время, ресурсы);
- принятие решений и прогнозирование их последствий;
- анализ собственной деятельности (промежуточные и итоговые результаты).

Коммуникативных умений:

- выстраивание учебных взаимодействий;
- ведение дискуссии;
- объяснение своей точки зрения;
- нахождение компромисса и т. д. [23].

Помимо этого ещё формируются презентационные умения и навыки, например, навык построения монологической речи.

Разработка экскурсии включает в себя несколько этапов.

Первый этап – это этап поиска, на котором учитель предлагает темы для исследования. Школьники обсуждают предложенные темы исследований и выбирают наиболее интересные для них.

Второй этап является аналитическим, он предполагает согласование общих направлений развития проекта; формирование группы; обсуждение подробного плана работы над проектом-экскурсией; выбор способов сбора информации для контрольного текста экскурсии.

Третий этап - практический. Она представляет собой выполнение всех задач, поставленных при работе над проектом (экскурсией). Преподаватель координирует работу, обсуждает все с членами группы, знакомится с результатами подготовительной работы каждого или группы в целом.

Четвертый этап – это этап презентации экскурсионного проекта. В этом смысле одним из важных этапов проекта является проведение экскурсии. Она завершает, обобщает всю проделанную подготовительную работу и важна как для учащихся, так и для преподавателя.

И, наконец, пятый этап – это контроль. На этом этапе составляется отчет, дается оценка результатов экскурсионного проекта и общего прогресса в его реализации [10].

В процессе реализации экскурсии используются такие формы учебной деятельности, как фронтальная и индивидуальная работа.

Преимуществом данной формы является возможность контролировать темпы успеваемости школьника, применять индивидуальный подход в соответствии с его индивидуальными особенностями.

После проведения такой научно-исследовательской работы перед педагогом стоит задача оценить степень сформированности знаний, умений и навыков обучающихся. И это ему позволяют сделать следующие показатели:

- владение терминологией;
- уровень и качество творческих работ;
- уровень культуры и техники представления исследовательских материалов;

- уровень практического применения умений и навыков, которые отслеживаются в ходе проведения экскурсионных работ;
- возможность применять полученные знания на практике в конкретных условиях [11].

1.1.2 Экскурсии по ботаническому саду

Ботанический сад является богатейшей базой для организации различного вида экскурсий. При плавильной организации деятельности участников экскурсия оставляет неизгладимый след в памяти экскурсантов, при этом влияя на их мировоззрение, формирование новых знаний, а также положительных эмоций. Стоит отметить, что, несмотря на достаточно широкое распространение знаний об общих принципах ведения экскурсий, освещённость частных практических приёмов и правил недостаточна. Таким образом, экскурсия в ботаническом саду является узкоспециализированной экскурсией, важнейшим компонентом которой становятся основы биологического и экологического просвещения [24].

При внедрении в экскурсию компонентов биологического и экологического просвещения становятся очень важным вид общения экскурсовода с посетителем. Экскурсовод должен обладать специальными знаниями, уметь находить индивидуальный подход к каждому посетителю, применяя различие приёмы в зависимости от каждого конкретного случая.

Однако, несмотря на большое количество приёмов, а также на разнообразие групп экскурсантов, на разный возрастной состав этих групп и на разный уровень знаний посетителей ботанического сада, у всех экскурсий есть общие принципы (рис. 1). Это требования к изложению материала и плану, по которому проводится экскурсия.

В учебнике Н.М. Верзилина приведена схема правил разработки структуры ботанической экскурсии (рис.1).

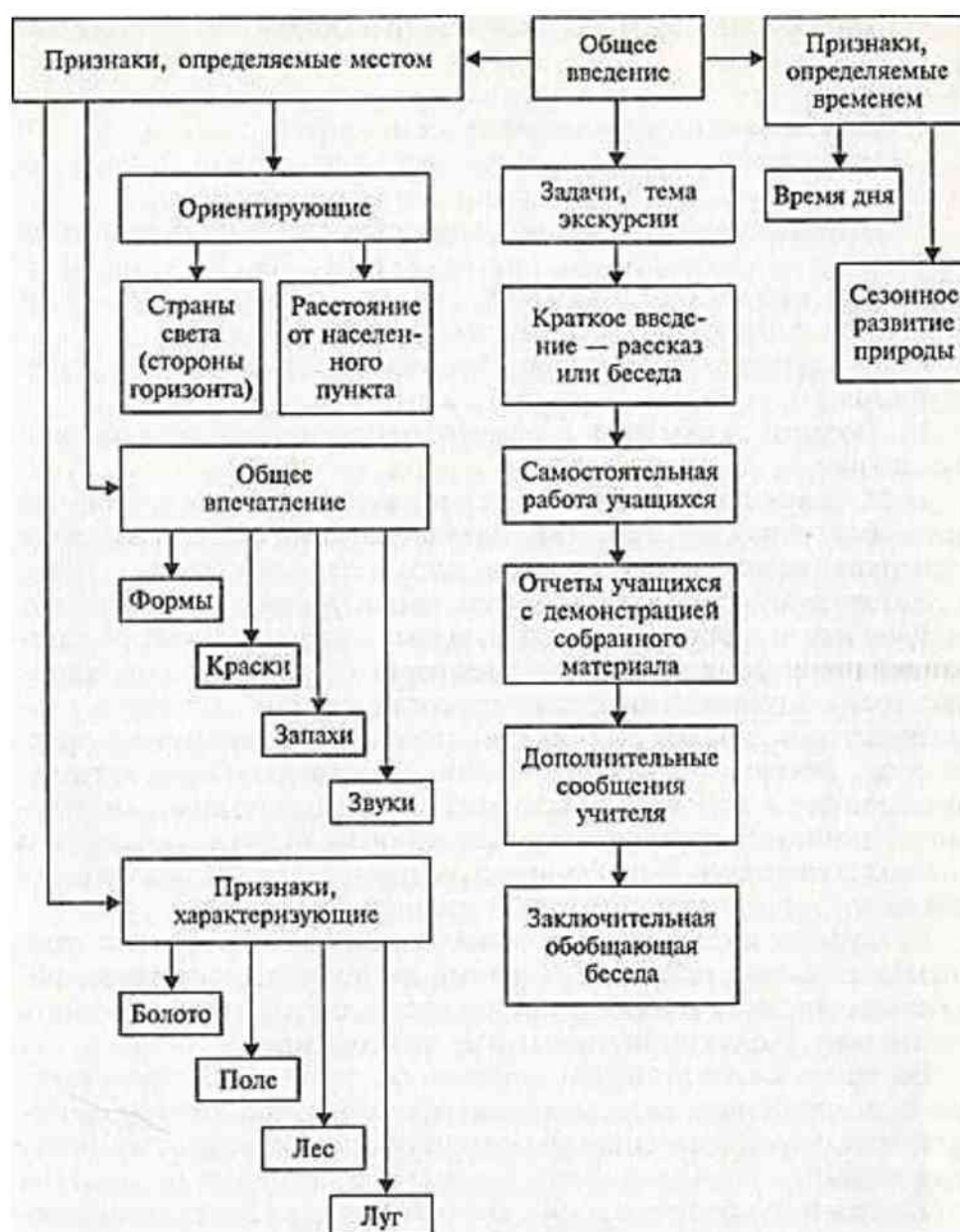


Рисунок 1. Структура ботанической экскурсии

Любая экскурсия по ботаническому саду имеет цель популяризации знаний. В этом ключе можно выделить несколько направлений: это формирование посредством коллекций растений, собранных с разных частей земного шара, представлений о продуктах, связанных с этими растениями, а также об их значении для человечества; пробуждение интереса и распространение знаний о растениях посредством публичных лекций и частных объяснений; ознакомление экскурсантов с новейшими приёмами культивирования растений и распространение сведений в этой отрасли [25].

Также стоит отметить, что на современном этапе в рамках экскурсий по ботаническому саду могут быть реализованы различные задачи. К таким задачам можно отнести воспитание личности, формирование кругозора и интересов, исправление неправильно сформированных убеждений, распространение политических, философских, художественных и научных взглядов и теорий. При решении этих задач экскурсовод пользуется такими принципами, как научность, идейность, связь с жизнью и т.д.

Одним из главных принципов, который полностью реализуется в условиях экскурсии по ботаническому саду, является принцип наглядности. Реализация этого принципа осуществляется за счёт демонстрации реальных объектов, в условиях воссозданной в ботаническом саду среды обитания. При этом особое внимание уделяется растениям, наиболее интересным с точки зрения тематики экскурсии. Так, во время экскурсий, экскурсовод может уделять внимание следующим направлениям в ботанике: эволюционной теории, экономической ботанике, этноботанике, интересным биологическим свойствам, регионам распространения растений и декоративным свойствам растений. Кроме того, экскурсия может быть ориентирована на отдельные части растений, такие как цветки, листья, корни, стебли, плоды и семена, эти объекты помогают раскрыть биологическое значение и роль в жизни растения. Также объектами экскурсии могут стать архитектурные или другие объекты на экскурсионном маршруте, такие как оранжереи или их части [24].

Задача экскурсовода – показать объекты, на которые направлена экскурсия. Под понятием «показать» понимается возможность своими глазами увидеть определённый объект. Таким образом, перед экскурсоводом ботанического сада стоит задача стать посредником между различными коллекциями растений и посетителями, для которых эта экскурсия проводится. В связи с этим стоит вспомнить слова Б.В. Емельянова, который говорил, что результат экскурсии в значительной мере определяется умением экскурсовода показать объект, способность обнаружить, раскрыть то или

иное качество наблюдаемого объекта, возможность сделать явным, очевидным то, что незаметно при первом взгляде на предмет [21]. Примером подтверждения этих слов можно считать демонстрацию такого растения, как иглица. На первый взгляд у посетителей ботанического сада может возникнуть впечатление, что цветы у этого растения растут из листьев, и в этот момент задачей экскурсовода является указать на ошибочность этого впечатления, уточнить, что это не лист, а видоизменённый плоский побег, на котором может формироваться цветок.

При этом огромное значение имеет речь, которая является главным инструментом экскурсовода, при объяснении каких-либо явлений. Речь должна быть лексически и синтаксически грамотной, доступной для понимания, а также с правильно расставленными акцентами. Это необходимо для усиления воздействия вербального типа общения на сознания экскурсантов [26].

Образцом устной речи при проведении экскурсии является рассказ экскурсовода. Он представляет собой пояснение, которое экскурсовод даёт, дополняя, тем самым, демонстрацию каких-либо растений, такой рассказ направлен на определённую группу посетителей и полностью отвечает их интересам. Для выполнения этой цели экскурсовод должен постоянно развивать культуру речи, а также обогащать свой словарный запас как различной научной терминологией, так и научными понятиями. Помимо этого важно принимать во внимание отсутствие в речи слов-«паразитов» и большого количества иностранных слов. Однако нельзя забывать, что речь должна быть адаптирована для людей разного возраста и социального положения. Это является главным требованием, предъявляемым к рассказу экскурсовода. Однако кроме этого есть ещё ряд требований, без которых рассказ не будет считаться правильно построенным. Это такие требования, как научность, связь рассказа с показываемыми объектами, логичность повествования, выдержанная тематика, конкретность рассказа, связность, краткость, убедительность, доступность изложения, законченность

суждений. При проведении экскурсии рассказ может как предшествовать демонстрации, так и сопровождать её.

При организации экскурсии по ботаническому саду необходимо руководствоваться рядом методических правил, основными из которых являются:

- необходимость демонстрации объекта, который имеет непосредственное отношение к раскрываемой теме, при этом избегая однообразия демонстрируемых объектов;
- при построении рассказа о группах, семействах или родах растений, выбираются наиболее типичные представители;
- соблюдение логической последовательности при демонстрации объектов (т.е. построение маршрута экскурсии);
- отказ от демонстрации удаленных или плохо видимых объектов;
- использование пауз в самом рассказе и при смене объекта (осмысление экскурсантами полученной информации);
- окончание рассказа и демонстрации объекта до того момента, как внимание экскурсантов отвлекает другой яркий объект;
- сортировка информации об объектах на описательную (научную, ботаническую) и повествовательную (включающую рассказы о его применении, мифы, легенды и т.п.);
- отвлечение внимания экскурсантов от внешних отвлекающих раздражителей (шум, звуки дождя, разговоры и т.п.);
- проведение рассказа, обращаясь лицом напрямую к группе;
- размещение группы экскурсантов в тени при наличии яркого солнечного освещения (комфортные условия проведения экскурсии);
- обращение при демонстрации объекта ко всем органам чувств экскурсантов: запахи, цвет, размеры, форма объекта;
- обеспечение экскурсантов возможностью сделать фотографии объектов;

- динамичность передвижения экскурсионной группы по экскурсионному маршруту, с учётом заложенного времени экскурсии [24].

Любая экскурсия, в том числе и экскурсия по ботаническому саду, включает этап подготовки. К этому этапу предъявляются определённые требования. В соответствии с этими требованиями подготовка к экскурсии в ботаническом саду включает в себя три этапа.

Первый этап – предварительный. Он включает в себя знакомство с объектами маршрута, на основе которых будет построена экскурсия, а также изучение материалов по теме экскурсии.

Второй этап – основной. На этом этапе происходит разработка самой экскурсии, определяются её цели и задачи, изучается литература по выбранной теме и объекты экскурсии, также проводится обход маршрута, подготовка контрольного текста. Производится выбор методических приёмов, подходящих для проведения экскурсии, определяется техники ведения экскурсии и составляется индивидуальный текст рассказа экскурсовода.

Третий этап – заключительный. Предполагает сдачу экскурсии на маршруте ответственному за это лицу и допуск экскурсовода к работе с данной экскурсией на маршруте [25].

1.2 Коллекции редких растений Пензенского ботанического сада им. И.И. Спрыгина

Пензенский ботанический сад обладает богатой и насыщенной историей. Открыт он был ещё в начале XX в. по инициативе участников Пензенского общества любителей естествознания. Руководителем ПОЛЕ был учёный-ботаник И.И. Спрыгин. Именно его имя сейчас и носит ботанический сад.

Ботанический сад был создан членами общества, а также большим количеством добровольцев не только из числа интеллигенции города, но и

учащейся молодежи. Сад задумывался как зоолого-ботанический, но возникли проблемы, связанные с социальной и политической ситуацией в стране. Именно это время ознаменовалось рядом революций и войн, что сказалось и на создании сада. В связи с этим от идеи с зоологической частью сада пришлось отказаться [6].

В то время площадь сада составляла около 4 га, затем по разным причинам изменялась, а в настоящее время вернулась к первоначальным цифрам.

С самого создания сада в нём было положено начало коллекциям открытого грунта - многочисленным участкам травянистой растительности и отдельным посадкам древесных интродуцентов в парковой части сада, а в середине 30-х годов под руководством ученого-дендролога Б. П. Сацердотова были созданы географические участки дендрария, которые и по сей день являются основой дендрологической коллекции.

Среди этих многочисленных растений постепенно накапливались и редкие растения, сейчас они составляют отдельную коллекцию редких растений Пензенской области и России. Эта коллекция имеет особый статус среди других коллекций. К ней вызывается особый интерес, и она требует большего внимания. Это связано с особым статусом редкости, который присвоен растениям, входящим в эту коллекцию. Все они являются занесёнными в Красные книги либо Пензенской области, либо России [5].

Ещё одной особенностью этой коллекции является многовидовой состав. Кроме видового разнообразия растения этой коллекции также в ней представлены разные растительные формы и разные экологические формы растений [7].

Общее число видов таких растений на 2006 год составляло 38 вид. Статусы редкости этих растений варьируются от 0 и 1, что соответственно обозначает исчезнувшие и находящиеся под угрозой исчезновения виды, до 4, это виды с неопределённым статусом, для более точной характеристики редкости таких видов требуется их дополнительное изучение [32].

Произрастание редких видов, представленных в коллекции Пензенского ботанического сада им. И.И. Спрыгина происходит либо в структуре родовых комплексов, либо обособленно. Такое произрастание организуется на отдельных участках, площадь которых составляет до 1 м².

Если говорить о эффективности произрастания редких видов растений то из 38, 16 видов, что составляет 42% на период 2006 года оцenenевались в качестве высокоустойчивых в культуре. Они проходили полный цикл развития, были способны к цветению и плодоношению. 39,5% от всех видов, это 15 растений не были способны к вызреванию семян, хоть завязь присутствовала. Оставшиеся 7 видов (18,5%) находились в вегетативном состоянии, цветение было редким и плоды не завязывались [32].

На период конца 2015 года коллекция редких растений была представлена уже 84 видами, среди которых были растения, как Красной книги Пензенской области, так и Российской Федерации. Видовое разнообразие коллекции относилось к тридцати трём семействам и пятидесяти девяти родам. Из этого многообразия в красной книге Российской Федерации числилось 26 вида, а в красной книге Пензенской области 57 видов [22].

В целом стоит сказать, что создание и содержание такой коллекции редких растений в Пензенском ботаническом саду им. И.И. Спрыгина обеспечивает реализацию одной из главных экологических задач, заключающейся в сохранении редких растений.

1.3 QR-код

1.3.1 QR-код и его применение

QR-код представляет собой изображение с матричным кодом быстрого реагирования. Расшифровать эту аббревиатуру можно как «Quick Response» что в переводе означает «быстрый ответ» [8].

По внешнему виду QR-код – это чёрно-белый квадрат с зашифрованным в нём приложением или сайтом, которые откроются при наведении на него камеры смартфона. Использование такой технологии существенно упрощает навигацию в Интернете, так как на сканирование требуется меньше времени, чем на ввод адреса веб-сайта. При расшифровке кода с помощью камеры смартфона зашифрованная информация автоматически отображается на экране используемого устройства.

QR-код представляет собой более развитое продолжение штрих-кода. В нём способен храниться больший объём информации, чем в штрих-кодах. Более быстрое восприятие происходит за счёт считывания информации как по вертикали, так и по горизонтали, это является причиной наименования QR-кодов двумерными штрих-кодами. На QR-коде можно увидеть 3 чёрных квадрата по краям они являются границами кода, четвёртый квадрат функционально необходим для расшифровки кода в любом, в том числе и неправильном положении. Также преимуществом является простота создания QR-кода. Это обусловлено тем, что создатели QR-кода отказались от патентных прав. Это сделало технологию создания таких кодов и их прочтения доступной для широких масс [8].

Обычный QR-код включает в себя шесть компонентов:

Первый – отступ. Это белая рамка по внешнему краю QR-кода. Она необходима для определения сканером информации, необходимой к прочтению, и выполняет функцию ограждения от соседних элементов.

Второй – поисковый узор. Он представляет собой три чёрных квадрата, которые находятся в правом и левом верхних и левом нижнем углах. Для сканера они служат главными сигналами, говорящими, что сканируется QR-код, также они показывают, где находятся его внешние границы и как код расположен.

Третий – выравнивающий узор. Это квадрат, расположенный возле правого нижнего угла. Его функция – обеспечивать считывание QR-кода в любом положении.

Четвёртый – полосы синхронизации. Эти полосы имеют вид Г-образной линии. Она находится между квадратами поискового узора. Главная функция полос синхронизации – это определение отдельных квадратов в коде сканером, а также определения повреждённых QR-кодов.

Пятый – версия. Этот компонент находится возле правого верхнего квадрата поискового узора и содержит в себе версию QR-кода. Выделяют четыре вида QR-кодов: цифровое, буквенно-цифровое, двоичное кодирование и кандзи. Версия QR-кода несёт в себе информацию о способе кодирования.

Шестой – ячейки данных с зашифрованной информацией [12].

Впервые система QR-кодов была разработана в 1984 г. специалистами японской компании Denso Wave. Причиной создания таких кодов стала возникшая необходимость в чётком отслеживании выпускаемых автомобилей и деталей к ним. Возникла потребность в разработке такого штрих-кода, который бы смог содержать в себе как латинские буквы и цифры, так и японские иероглифы и другие символы.

Первый QR-код разрабатывался больше года. В итоге разработчики получили матричный код, вместимостью до 7000 различных символов, было усовершенствовано и считывание информации, которое происходило быстрее по сравнению с штрих-кодом.

Японскими потребителями QR-коды в сфере автомобильной индустрии были сразу оценены, из-за этого они постепенно начали проникать и в другие отрасли промышленности. Причиной тому стало то, что покупатели могли видеть всю информацию о приобретаемом товаре, это обеспечивало прозрачность деятельности компаний-производителей.

Однако изначально технология таких матричных кодов не смогла получить широкое распространение, причиной тому стало отсутствие у широких масс сканеров для QR-кодов. Изменилось это только в 2002 году. Именно тогда на японском рынке появились первые мобильные телефоны, со встроенной функцией сканирования QR-кодов. В итоге матричные коды

стали доступны для широких слоёв населения, и это привело к тому, что крупными компаниями чаще начали использоваться QR-коды в производстве [8].

Сейчас продолжается усовершенствование QR-кодов. Помимо этого QR-коды стали применяться в других отраслях, от платежей до позиционирования объектов в дополненной реальности. Таким образом, именно QR-коды стали наиболее выгодной технологией в рамках современного мира.

1.3.2 QR-код в экскурсионной деятельности

В настоящее время QR-коды широко применяются в экскурсионной и туристической деятельности. Уже в 2012 г. в разных регионах нашей страны стал реализовываться проект по модернизации различных туристических и экскурсионных порталов. Эта модернизация предполагает использование указателей с QR-кодами на различных объектах культурного и естественно - научного наследования [20].

При использовании QR-кодов в таких проектах учитывается удобство использования QR-кодов для получения информации об объекте. Такие матричные коды позволяют получить информацию в реальном времени в необходимом месте и пространстве, учитывая, что считывание информации происходит непосредственно перед объектом.

Явно, что такой ажиотаж по QR-кодами вызван рядом определённых причин. Одной из таких причин можно считать слабую развитость системы туристической навигации, а также малою доступность информации, которая смогла бы сориентировать туристов и экскурсантов в многообразии различных объектов культурных и природных ценностей. Такая проблема наблюдается в большинстве регионов Российской Федерации [4].

Так, например, в таком документе как «Методическое пособие по созданию системы дорожных указателей к объектам культурного и

природного наследия и иных носителей информации», которое было издано Департаментом туризма и региональной политики министерства Российской Федерации, есть следующее описание этой проблемы: «Экспертами и участниками туристского рынка отмечается недостаточная интеграция объектов культурно-исторического и природного наследия Российской Федерации в туристскую отрасль, прежде всего, за счет отсутствия базовых сервисных функций для туристов, которые присущи таким объектам за рубежом. Во многих учреждениях культуры и естествознания полностью отсутствует ориентирующая информация для туристов и посетителей, либо она не отвечает современным потребностям потребителя, ее немного и изготовлена она кустарным способом. Исследование, проведенное компанией «ИнтелМедиа», показало, что большинство руководителей региональных органов управления туризмом в целом негативно оценивают существующую Систему навигации и ориентирующей информации для туристов». Анализируя данную ситуацию, которая возникла в системе навигации, можно прийти к выводу о необходимости изменений, которые должны проводиться на высоком уровне [9].

Ещё одной причиной является необходимость создания современного материала, который бы был интересен молодому поколению. Туризм в таком ключе рассматривается не в контексте отдыха, а как форма, которая может способствовать развитию познавательного интереса молодого поколения. В связи с этим подобные проекты главной целью считают привлечение внимания школьников и студентов к историко-культурным и естественнонаучным объектам. Освещение этих объектов наследия через средства и технологии, используемые молодёжью, является наиболее продуктивным способом привлечения внимания. Помимо этого, главным отличием от привычных всем бумажных путеводителей и маршрутных листов, является почти полное отсутствие каких-либо ограничений, связанных с объёмом информации, которую можно закодировать в QR-кодах. Помимо основной информации, которая дублирует бумажные носители, технология матричных кодов может

нести ссылки на дополнительные сервисы. Например, поисковая программа, обеспечивающая нахождение объектов по карте, программы, самостоятельно составляющие туристический маршрут или ведущие аудио-экскурсии, а также сайты с прогнозом погоды и т. д. [19].

Всем этим требованиям как раз и отвечает технология QR-кодов, как наиболее информативная и технологически продвинутая технология, связанная с использованием наиболее распространённым в современном мире устройством – мобильным телефоном [33].

Исходя из вышесказанного, проекты по QR-кодированию призваны решить следующие задачи:

- создание инфраструктуры, которая была бы удобна за счёт освоения информации новыми способами (реализация самостоятельности в получении экскурсионной информации, за которую не нужно платить);
- освоение новой формы распространения и привлечения внимания к историко-культурному и естественнонаучному наследию регионов, а также актуализация знаний населения в этих отраслях, и прежде всего, адаптация материала для молодого поколения [20].

Использование QR-кодов является важным компонентом в рамках создания и развития туристического оснащения регионов. Это проявляется в следующем:

- создание принципиально новой навигации по объектам культуры и природы (размещение табличек-указателей, создание мобильных приложений, освещение геолокации);
- формирование внешнего вида региона, в рамках современного и инновационного пространства, в котором используются современные технологии и коммуникации (создание сайтов музейных комплексов, заповедников и ботанических садов в сети интернет);
- создание виртуального образа региона с целью просвещения и формирования интереса жителей к культурно-историческим и естественнонаучным объектам [12].

QR-код часто применяется для самостоятельных интерактивных экскурсий по объектам живой природы. Он позволяет оптимизировать многие затраты, например, благодаря QR-кодам пропадает необходимость демонстрации живых коллекций. Любые объекты можно посмотреть в интерактивной форме в условиях их обитания. Также плюсом является экономичность распространения QR-кодов. Любые бумажные носители могут перевыпускаться без изменения QR-кодов, что сокращает временные затраты. При устаревании информации не требуется создавать новый QR-код, можно просто изменить информацию на сервере, и тот же QR-код будет нести уже новую информацию. Это позволяет отказаться от перевыпуска новых материалов, что гораздо экономичнее и экологичнее [29].

Если же говорить о ботанических садах, то QR-коды нередко помещаются на этикетки растений. Это позволяет экскурсантам ознакомиться с дополнительным материалом или с методикой выполнения каких-либо научных работ. Также есть возможность делиться впечатлениями с другими пользователями. Такие этикетки на растениях способствуют тому, что у любого растения ботанического сада создаётся свой информационно-психологический портрет, способный дополнить реальный облик виртуальной информацией и впечатлениями. Такой подход не просто расширяет кругозор экскурсанта, но и адаптирует его в научной среде, а также способствует формированию экологического сознания [13].

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Методика проведения экскурсии

Экскурсия с элементами научно-исследовательской деятельности была нами разработана на базе методических рекомендаций и методики разработки экскурсий, описанных в учебной литературе для студентов высших учебных заведений [26].

Экскурсия как вид учебного занятия составляется в соответствии с определённой структурой организации:

А) введение в экскурсию (сжатое введение представляет собой объявление темы, а также целей экскурсии, вводную беседу по теме, такой подход настраивает школьников на рабочую обстановку, в которой проводится экскурсия, привлекает внимание обучающихся к сезонным явлениям природы);

Б) инструктаж (проводится для разъяснений по выполнению самостоятельной работы);

В) самостоятельная работа школьников (подразумевает выполнение индивидуального задания, проведение работы происходит по заданиям и\или инструкциям, которые подготовил педагог, задания, составляются с учётом возрастных особенностей учащихся);

Г) доклад учащихся несущий информацию о ходе работы, которая была ими проделана с демонстрацией собранного материала (проводится после выполнения обучающимися работы по подготовленному учителем заданию, после окончания коллективного обсуждения отчетов, подготовленных учениками, учитель должен конкретизировать полученные учениками знания);

Д) подведение итогов по результатам проделанной работы;

Е) подготовительные мероприятия, проводимые со школьниками, в рамках возвращения с экскурсии [26].

Во время планирования и подготовки экскурсии, как и при подготовке к уроку, необходимо составить план экскурсии, который должен включать в себя следующие компоненты:

1. Тема экскурсии, её цель и задачи.
2. Маршрут экскурсии. Прежде всего, это не путь передвижения экскурсантов, а «объекты внимания», которые должны быть логически связаны между собой. Они подразумевают остановки, необходимые для наблюдения и/или изучения природных объектов и явлений.
3. Снаряжение экскурсии. Это оборудование, которое необходимо для демонстрации объектов и явлений учителем или самостоятельной работы обучающихся, а также и для сбора необходимых природных материалов. Сюда относятся заготовленные заранее задания для индивидуальной или групповой работы школьников в процессе проведения экскурсии.
4. Вводная беседа, освещение темы экскурсии, распределение групповых и индивидуальных заданий (продолжительность 5–7 мин).
5. Самостоятельная работа обучающихся по полученным заданиям (продолжительность 20 мин).
6. Прослушивание отчетов по выполненным заданиям, обсуждение наблюдений и их обобщение (продолжительность 10–15 мин).
7. Итоговая беседа с подведением итогов и ответом на вопросы, поставленные в начале экскурсии (продолжительность 3–5 мин).
8. Осмотр территории, на которой проводилась экскурсия, и приведение этой территории в порядок.
9. Заключение по экскурсии в природной обстановке.
10. Обработка собранного в процессе экскурсии материала и подготовка форм отчётности (проводится в классе и/или дома) [26].

2.2. Методика проведения ботанических исследований

Для проведения экскурсии с элементами научно-исследовательской работы на базе коллекции редких растений Пензенского ботанического сада нами выбраны следующие виды пролеска сибирская (*Scilla siberica*), рябчик русский (*Fritillaria ruthenica*); тюльпан Биберштейна (*Tulipa biebersteiniana*) [15].

Были отобраны методы изучения биологии и экологии травянистых растений, доступные для освоения обучающимися старших классов: определение площади листовой пластинки, изучения онтогенеза, определение плотности произрастания на единицу площади.

Измерение площади листовой пластины расчётным способом осуществляли по формуле

$$S_{\text{лист}} = l \cdot b \cdot k$$

Где l и b – соответственно длина и ширина листа, см; k – переводной коэффициент; $S_{\text{лист}}$ – площадь поверхности листовой пластны, см² [28].

Переводный коэффициент зависит от формы листа (0,67 – для растений с продолговатой листовой пластиной, 0,74 – для растений с овальной листовой пластинкой (рис. 2).

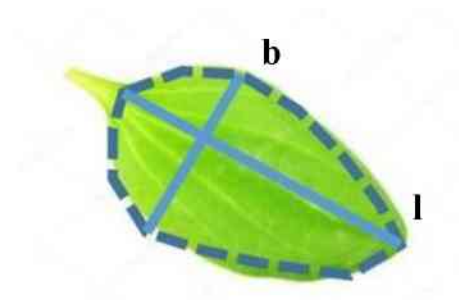


Рисунок 2. Определение длины(l) и ширины(b) листа

Изучение онтогенеза в условиях культуры проводили по И.Г. Серебрякову с использованием методических указаний для редких видов (рис. 3).

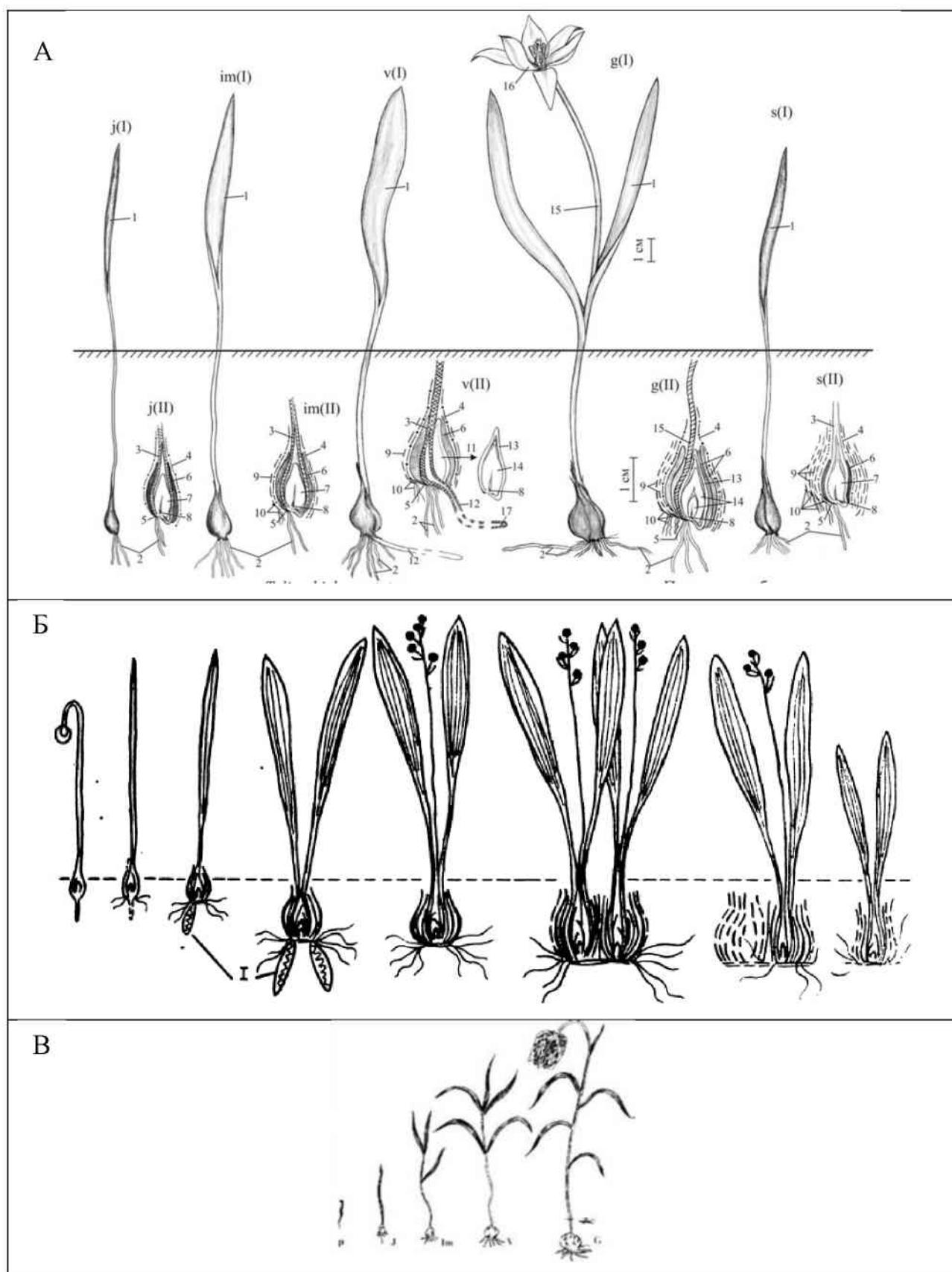


Рисунок 3. Онтогенез тюльпана Биберштейна (А), пролески сибирской (Б), рябчика русского (В) [18, 30]

Определение плотности особей проводилось на учётных площадях размером 25×25 см с помощью специально созданных для этого рамок [27].

Данные методики были адаптированы нами для обучающихся старших классов. В результате были разработаны задания и методические рекомендации, затем они были закодированы в QR-коды, при сканировании которых обучающиеся получали подробную инструкцию для выполнения исследования и могли реализовать исследовательскую деятельность с высокой долей самостоятельности [17].

Интродукционная оценка дана по 7-балльной шкале В.В. Бакановой [2].

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Инвентаризация коллекции редких растений Пензенского ботанического сада

В коллекцию редких растений Пензенского ботанического сада им. И.И. Спрыгина включён 51 вид из Красной книги Пензенской области (табл. 1)

Таблица 1 – Растения Красной книги Пензенской области в коллекции Пензенского ботанического сада

№	Вид	Русское название	Семейство	ЖФ*	Статус
1	<i>Ephedra distachya</i> L.	Хвойник (Эфедрa) двухколосковый	Ephedraceae Хвойниковые	Кч	1
2	<i>Allium flavescens</i> Besser	Лук желтеющий	Alliaceae Луковые	Л	3
3	<i>Iris aphylla</i> L.	Ирис безлистный	Iridaceae Ирисовые	Кщ	3
4	<i>Iris halophila</i> Pall.	Ирис солелюбивый	Iridaceae Ирисовые	Кщ	2
5	<i>Iris pumila</i> L.	Ирис карликовый	Iridaceae Ирисовые	Кщ	0
6	<i>Iris sibirica</i> L.	Ирис сибирский	Iridaceae Ирисовые	Кщ	2
7	<i>Fritillaria ruthenica</i> Wikstr.	Рябчик русский	Liliaceae Лилейные	Л	3
8	<i>Fritillaria meleagroides</i> Patrin ex Schult. & Schult. f.	Рябчик шахматовидный	Liliaceae Лилейные	Л	2
9	<i>Tulipa biebersteiniana</i> Schult. & Schult. f.	Тюльпан Биберштейна	Liliaceae Лилейные	Л	2
10	<i>Stipa pinnata</i> L.	Ковыль перистый	Poaceae Злаковые	Кк	3
11	<i>Stipa tirsa</i> Steven	Ковыль узколистный	Poaceae Злаковые	Кк	3
12	<i>Galatella angustissima</i> (Tausch) Novopork.	Солонечник узколистный	Asteraceae Астровые	Кщ	2
13	<i>Galatella linosyris</i> (L.) Rchb. f.	Солонечник льновидный	Asteraceae Астровые	Кк	3
14	<i>Inula germanica</i> L.	Девясил германский	Asteraceae Астровые	Кщ	1
15	<i>Senecio schvetzovii</i> Korsh.	Крестовник Швецова	Asteraceae Астровые	Кщ	3
16	<i>Scorzonera ensifolia</i> M. Bieb	Козелец мечелистный	Asteraceae Астровые	С	2

17	<i>Bupleurum aureum</i> Fisch. ex Hoffm	Володушка золотистая	Apiaceae Зонтичные	Кщ	1
18	<i>Dianthus arenarius</i> L.	Гвоздика песчаная	Caryophyllaceae Гвоздичные	Кщ	3
19	<i>Gypsophila altissima</i> L.	Качим высочайший	Caryophyllaceae Гвоздичные	С	3
20	<i>Sempervivum ruthenicum</i> (W.D.J. Koch.) Schnittsp&C.B.Lehm	Молодило русское	Crassulaceae Толстянковые	ЛС	1
21	<i>Cephalaria litvinovii</i> Bobrov	Головчатка Литвинова	Dipsacaceae Ворсянковые	С	1
22	<i>Ledum palustre</i> L.	Багульник болотный	Ericaceae Вересковые	Кч	2
23	<i>Astragalus onobrychis</i> L.	Астрагал эспарцетовый	Fabaceae Бобовые	С	3
24	<i>Astragalus varius</i> S.G. Gmel.	Астрагал пестрый (изменчивый)	Fabaceae Бобовые	С	3
25	<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Scholler	Черноголовка крупноцветковая	Lamiaceae Губоцветные	Кщ	3
26	<i>Salvia verticillata</i> L.	Шалфей мутовчатый	Lamiaceae Губоцветные	Кщ	3
27	<i>Thymus pallasianus</i> Heinr. Braun	Тимьян Палласа	Lamiaceae Губоцветные	Пкч	1
28	<i>Linum flavum</i> L.	Лен желтый	Linaceae Льновые	С	3
29	<i>Althaea officinalis</i> L.	Алтей лекарственный	Malvaceae Мальвовые	С	1
30	<i>Limonium tomentellum</i> (Boiss.) Kuntze	Кермек опушенный	Plumbaginaceae Кермековые	С	2
31	<i>Adonis vernalis</i> L.	Адонис весенний	Ranunculaceae Лютиковые	Кщ	3
32	<i>Adonis vologensis</i> Steven ex DC.	Адонис волжский	Ranunculaceae Лютиковые	Кщ	1
33	<i>Anemone sylvestris</i> L.	Ветреница лесная	Ranunculaceae Лютиковые	Кщ	3
34	<i>Clematis recta</i> L.	Ломонос прямой	Ranunculaceae Лютиковые	Кщ	1
35	<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill	Прострел раскрытый	Ranunculaceae Лютиковые	Кщ	3
36	<i>Potentilla alba</i> L.	Лапчатка белая	Rosaceae Розовые	Кщ	3
37	<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	Наперстянка крупноцветковая	Scrophulariaceae Норичниковые	Кщ	2
38	<i>Gratiola officinalis</i> L.	Авран лекарственный	Scrophulariaceae Норичниковые	Кщ	4
39	<i>Veronica incana</i> L.	Вероника седая	Scrophulariaceae Норичниковые	Кщ	2
40	<i>Lychnis chalcidonica</i> L.	Зорька обыкновенная	Caryophyllaceae Гвоздичные	С	3
41	<i>Scilla sibirica</i> Haw.	Пролеска сибирская	Hyacinthaceae Гиацинтовые	Л	3

42	<i>Gladiolus imbricatus</i> L.	Шпажник (гладиолус) тонкий	Iridaceae Ирисовые	Л	3
43	<i>Phlomis pungens</i> Willd.	Зопник колючий	Lamiaceae Губоцветные	Кщ	1
44	<i>Centaurea ruthenica</i> Lam.	Василёк русский	Asteraceae Астровые	С	2
45	<i>Herminium monorchis</i> (L.) R. Br.	Бровник одноклубневый	Orchidaceae Орхидные	ВО	1
46	<i>Juniperus communis</i> L.	Можжевельник обыкновенный	Cupressaceae Кипарисовые	Д	2
47	<i>Spiraea crenata</i> L.	Спирея городчатая	Rosaceae Розовые	К	3
48	<i>Amygdalus nana</i> L.	Миндаль низкий	Rosaceae Розовые	К	3
49	<i>Rosa corymbifera</i> Borkh	Роза щитконосная	Rosaceae Розовые	К	3
50	<i>Salix myrtilloides</i> L.	Ива черничная	Salicaceae Ивовые	К	2
51	<i>Vincetoxicum rossicum</i> (Kleop.) Barbar.	Ластовень русский	Asclepiadaceae Ластовневые	Кщ	1

* ЖФ – жизненная форма: Д – дерево, К – кустарник, Кч – кустарничек, Пкч – полукустарничек, ЛС – листовой суккулент, Л – луковичный или клубнелуковичный многолетник, Кщ – корневищный многолетник, С – стержнекорневой многолетник, Кк – кистекорневой многолетник, ВО – вегетативный однолетник.

Виды принадлежат к 24 семействам. Они относятся к разным экологическим группам: от ксерофитов как *Ephedra distachya*, *Stipa pennata* до гигрофитов, как *Althaea officinalis*, *Salix myrtilloides*; преобладают гелиофиты (*Allium flavescens*, *Adonis vernalis*), но присутствуют и теневыносливые виды (*Juniperus communis*). Имеются галофиты (*Limonium tomentellum*, *Iris halophila*), псаммофиты (*Dianthus arenarius*), ацидофилы (*Ledum palustre*), кальцефилы (*Linum flavum*).

В коллекции редких видов Пензенской области преобладают травянистые многолетники, на них приходится 84,3%. Среди них выделяются корневищные (41,2%, то есть почти половина всех трав). Также велика доля стержнекорневых (19,6%), луковичных (11,8). Единично встречаются

листовые суккуленты, вегетативные однолетники, плотнокустовые злаки. Кроме травянистых, имеются древесные (деревья, кустарники, кустарнички) и полудревесные (полукустарничек) жизненные формы.

Виды значительно отличаются по степени уязвимости: есть представители Красной книги как с 0 статусом редкости (*Iris pumila*), так и с 4 статусом (*Gratiola officinalis*); преобладают виды с 3 статусом (24 вида, или 47,1%); виды с 1 (12 видов, или 23,5% коллекции), со 2 статусом представлены примерно поровну (13 видов, или 25,5%).

Большинство видов получило высокую интродукционную оценку: 6 и 7 баллов, то есть они устойчивы в культуре, не требуют специальных мероприятий, повышающих их засухоустойчивость (полив) и зимостойкость (укрытие на зимний период времени). Некоторые виды даже сорничают, то есть активно распространяют на соседние делянки, формируя устойчивые сообщества в лесопарковой части сада, дендрарии, фрутицеруме (*Scilla sibirica*).

Опираясь на литературные данные [22], можно отметить, что коллекция за последние 10 лет претерпела некоторые изменения. Некоторые виды не прошли многолетние интродукционные испытания и выпали из её состава (*Onosma simplicissima*, *Galatella villosa*). Другие виды, наоборот, были включены в её состав и в настоящее время проходят интродукционные испытания. Например, при нашем непосредственном участии начаты интродукционные испытания бровника одноклубневого *Herminium monorchis* – редкой галофильной орхидеи. В 2014 г. её уже пытались ввести в состав коллекции, но спустя 3 года она погибла. В 2021 г. мы повторили эксперимент: привезли в июле с территории «Ольшанского солонца» 2 куртины, включающие в общей сложности 57 генеративных особей различной жизненности, 7 виргинильных и 7 имматурных, высадив её уже на других делянках. В 2022 г. число генеративных особей снизилось до 37 (то есть на 35%), в настоящее время наблюдения за этим видом продолжаются.

Кроме того, мы уточнили видовой состав двух видов, которые ранее были определены неверно (*Fritillaria meleagroides*, *Vincetoxicum rossicum*).

Таким образом, для коллекции редких растений Пензенской области Пензенского ботанического сада характерно большое систематическое, экологическое, биоморфологическое разнообразие, что позволяет на её базе организовать научно-исследовательскую работу по нескольким направлениям, темы которых будут приведены ниже. Большинство видов могут быть объектами научно-исследовательских работ школьников, в том числе и на пришкольном участке, за исключением ядовитых (*Ephedra distachya*, *Digitalis grandiflora*).

В коллекции редких растений Пензенского ботанического сада включены 28 видов Красной книги Российской Федерации (табл. 3).

Таблица 2 – Растения Красной книги Российской Федерации в коллекции Пензенского ботанического сада

№	Вид	Русское название	Семейство	ЖФ*	Статус
1	<i>Aristolochia manshuriensis</i> Kom	Кирказон маньчжурский	Aristolochiaceae Кирказоновые	ДЛ	1
2	<i>Cotoneaster lucidus</i> Schltdl.	Кизильник блестящий	Rosaceae Розовые	К	3
3	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch.	Девичий виноград триостренный	Vitaceae Виноградные	ДЛ	1
4	<i>Juglans ailanthifolia</i> Carriere	Орех айлантолистный	Juglandaceae Ореховые	Д	3
5	<i>Pinus pallasiana</i> D. Don	Сосна Палласова	Pinaceae Сосновые	Д	1
6	<i>Rhododendron fauriei</i> Franch.	Рододендрон Фори	Ericaceae Вересковые	К	3
7	<i>Taxus baccata</i> L.	Тис ягодный	Taxaceae Тисовые	Д	2
8	<i>Belamcanda chinensis</i> (L.) Adans	Беламканда китайская	Iridaceae Ирисовые	Кщ	1
9	<i>Crocus speciosus</i> M.Bieb	Шафран прекрасный	Iridaceae Ирисовые	Л	2
10	<i>Iris aphylla</i> L.	Ирис безлистный	Iridaceae Ирисовые	Кщ	2
11	<i>Iris ensata</i> Thunb.	Ирис мечевидный (Кемпфера)	Iridaceae Ирисовые	Кщ	3
12	<i>Iris notha</i> M. Bieb.	Ирис ненастоящий	Iridaceae Ирисовые	Кщ	2

13	<i>Iris pumila</i> L.	Ирис карликовый	Iridaceae Ирисовые	Кщ	3
14	<i>Fritillaria ruthenica</i> Wikstr.	Рябчик русский	Liliaceae Лилейные	Л	3
15	<i>Colchicum speciosum</i> Steven	Безвременник великолепный	Melanthiaceae Мелантьевые	Л	2
16	<i>Cypripedium</i> × <i>ventricosum</i> Sw.	Венерин башмачок вздутый	Orchidaceae Орхидные	Кщ	3
17	<i>Stipa pennata</i> L.	Ковыль перистый	Poaceae Злаковые	Кк	3
18	<i>Arnica femoscandica</i> Jurtzev & Korolkov	Арника феноскандинавская (альпийская)	Asteraceae Астровые	Кщ	2
19	<i>Dendranthema sinuatum</i> (Ledeb.)Tzvelev	Дендрантема выемчатолистная	Asteraceae Астровые	С	2
20	<i>Stemmacantha serratuloides</i> M.Dittrich	Большеголовник сафлоровидный	Asteraceae Астровые	Кщ	3
21	<i>Campanula komarovii</i> Malev.	Колокольчик Комарова	Campanulaceae Колокольчиковые	Кщ	3
22	<i>Rhodiola rosea</i> L.	Родиола розовая	Crassulaceae Толстянковые	Кщ	3
23	<i>Dioscorea caucasica</i> Lipsky	Диоскорея кавказская	Dioscoreaceae Диоскорейные	ТЛ	1
24	<i>Cephalaria litvinovii</i> Bobrov	Головчатка Литвинова	Dipsacaceae Ворсянковые	С	2
25	<i>Paeonia caucasica</i> (Schipez)Schipez.	Пион кавказский	Paeoniaceae Пионовые	Кщ	3
26	<i>Paeonia tenuifolia</i> L.	Пион тонколистный	Paeoniaceae Пионовые	Кщ	2
27	<i>Atropa bella-donna</i> L.	Красавка обыкновенная	Solanaceae Пасленовые	С	2
28	<i>Paeonia lactiflora</i> Pall.	Пион молочноцветковый	Paeoniaceae Пионовые	Кщ	2

* ЖФ – жизненная форма: Д – дерево, К – кустарник, ДЛ – древесная лиана, ТЛ – травянистая лиана, Л – луковичный или клубнелуковичный многолетник, Кщ – корневищный многолетник, С – стержнекорневой многолетник, Кк – кистекорневой многолетник

Коллекция также разнообразна во всех отношениях. 75% приходится на травянистые растения разных жизненных форм: преобладают также корневищные (46,4%), есть кистекорневые, стержнекорневые, луковичные, травянистая лиана. Среди древесных имеются как деревья и кустарники, так и древесные лианы. Особый интерес представляет тот факт, что коллекция

редких видов Красной книги России имеет широкий географический охват: представлены виды с очень разными ареалами, происходящими из разных природных зон. Имеются дальневосточные (*Aristolochia manschuriensis*), кавказские (*Dioscorea caucasica*, *Paeonia caucasica*, *Campanula komarovii*, *Crocus speciosus*), алтайские (*Dendranthema sinuatum*), виды со степным, таёжным ареалом. Особый интерес представляет эндемик России, отмеченный на территории только 2-х субъектов РФ – головчатка Литвинова.

Состав коллекции за последние 10 лет относительно стабилен. Большинство видов получили высокую интродукционную оценку 5–6 баллов. Некоторые виды оказались неустойчивы к местным природно-климатическим условиям (*Potentilla vulgarica*, *Panax ginseng*, *Gypsophila uralensis*).

В составе коллекции преобладают виды со вторым и третьим статусом редкости (11 и 12 видов соответственно, или 39 и 44% соответственно). Наивысший статус редкости у *Dioscorea caucasica*, *Aristolochia manschuriensis*, *Pinus pallasiana*, *Belamcanda chinensis*, *Parthenocissus tricuspidata*.

Такое разнообразие жизненных форм, экологических групп, ареалов предоставляет большие возможности для разработки разнообразных тематических экскурсий и организации научно-исследовательской деятельности со школьниками. В коллекции присутствуют ядовитые растения, их нельзя использовать в научной работе и при организации экскурсий обращать внимание обучаемых на их токсичные свойства (*Atropa bella-donna*, *Dioscorea caucasica*, *Colchicum speciosum*, *Taxus baccata*, *Rhododendron fauriei*, *Aristolochia manschuriensis*).

3.2. Методические аспекты организации научно-исследовательской деятельности обучающихся на экскурсии «Весенние редкости»

Технология QR-кодов может быть использована для организации научно-исследовательской деятельности в рамках специально организованной экскурсии с обучающимися старших классов.

На подготовительном этапе в школе обучающимся была прочитана мини-лекция о целях и задачах, принципах и алгоритме научно-исследовательской деятельности, о редких растениях Пензенской области и России как возможном объекте научной работы, о значительной актуальности и большой практической значимости этого направления исследований, тем самым проведена работа по формированию мотивационной составляющей будущей деятельности.

Разработанная нами экскурсия с элементами научно-исследовательской работы «Весенние эфемероиды» включала в себя краткий инструктаж о правилах поведения в ботаническом саду. Кроме того, в рамках вводной беседы были постановлены цели и задачи исследования и сформулированы гипотезы. Объектом исследования были выбраны редкие луковичные растения Пензенской области и России: *Fritillaria ruthenica*, *Tulipa biebersteiniana*, *Scilla sibirica*. Ребятам предлагалось изучить некоторые особенности их биологии и экологии в условиях культуры, определить причины уязвимости и предложить меры охраны.

После этого была проведена обзорная ознакомительная экскурсия с элементами эвристической беседы, в процессе которой были выявлены основные процессы, происходящие с растениями весной, особенности и приспособительный характер эфемероидного феноритмотипа, названы наиболее интересные вечнозелёные и листопадные редкие растения преимущественно древесных и полудревесных жизненных форм. Данный этап экскурсии был предназначен также для того, чтобы обучающиеся,

которым предварительно был выдан план ботанического сада с маршрутом, ознакомились с маршрутом, на котором предстоит выполнение работы.

После ознакомительной экскурсии (20 минут) обучающиеся были разделены на команды из 3–4 человек, каждая команда получила бланк работы и необходимые инструкции. Каждой команде нужно было, последовательно двигаясь по маршруту, выполнить сбор фактического материала. Время работы на каждой станции составляло 10–12 минут.

Первая апробация экскурсии с элементами научно-исследовательской приводилась в апреле 2022 г. со студентами группы 21ФПЕ1 с целью выявления её эффективности, возможных недостатков и недоработок для своевременного их устранения. Проанализировав результаты и ход экскурсии, нами были выявлены методические просчёты и произведена доработка экскурсии. В частности, уменьшено число станций, адаптирована методика по определению онтогенетической структуры популяции, скорректированы размер учётной площади и время работы на каждой станции.

Вторая апробация экскурсии проводилась 19 апреля 2023 г. с обучающимися 9А класса МБОУ СОШ с. Бессоновка.

Всего было предусмотрено 5 станций, на четырёх из которых располагалась QR-коды с заданиями и методикой проведения исследования, сопровождающейся необходимыми иллюстрациями и пояснениями. На каждой станции находился модератор, который консультировал при необходимости команду.

Объектом исследования на станции №1 и станции №2 была пролеска сибирская. Обучающиеся устанавливали влияние освещённости на формирование листовой поверхности генеративных особей пролески, а также на численность и плотность популяции. На станции №1 кроны вечнозелёных деревьев создавали постоянное затенение, на станции №2 – на опушке дендрария с лиственными деревьями. Освещённость обучающиеся измеряли

с помощью приложения Light Viter для мобильных устройств, которые они предварительно установили самостоятельно (рис. 4).

Размеры листа для определения площади измерялись в трёхкратной повторности. Численность особей подсчитывалась однократно на учётной площади размером 25×25 см. Данные обучающиеся записывали в бланк (Приложение 1). Далее учащиеся переходили на следующую станцию, обработка данных происходило совместно всеми группами на последней станции, после того, как все команды закончили работу на каждой из 4 станций.



Рисунок 4. Определение численности и площади поверхности листа пролески сибирской. 1 – первая станция; 2 – вторая станция

Станция №3 была направлена на освоение учащимися методов изучения онтогенеза растения. Объектом исследования служил тюльпан Биберштейна, формирующий в условиях ботанического сада устойчивые популяции. Сканируя QR-код, обучающиеся знакомились с информацией о морфологических признаках особей тюльпана Биберштейна разных возрастных состояний, а затем находили их. Затем следовало заложить в пределах микропопуляции 2 учётные площади в произвольных местах (по

собственному выбору, например, в центре поляны и на её периферии; с высоким проективным покрытием и на разреженном участке) и определить число генеративных особей и особей прегенеративного возрастного состояния (виргинильных, ювенильных и имматурных) (рис. 5).



Рисунок 5. Определение возрастной структуры популяции тюльпана Биберштейна в Пензенском ботаническом саду

На данной станции обучающимся предлагалось как можно более точно описать экологические факторы, в том числе их варьирование на выбранных ими участках (освещенность, наличие нарушений, вызванных деятельностью грызунов, степень каменистости субстрата – засорённости строительным мусором, оставшимся после разрушения старой теплицы). Обработка собранного материала осуществлялась на пятой итоговой станции совместно всеми командами под руководством учителя.

На станции №4 объектом служило редкое растение России рябчик русский на участке редких растений Природной флоры. На этом этапе учащиеся устанавливали явление генетического полиморфизма популяций на примере двух групп особей – местных, привезённых из Лопатинского района, и инорайонных – привезённых из Башкирии. Обучающиеся определяли

высоту генеративных особей, число листьев и их размеры в трехкратной повторности. Данные заносились в бланк.

После выполнения измерений на всех четырёх станциях обучающиеся собирались вместе в беседке (станция №5), где происходил итоговый этап работы – первичная обработка фактического материала (рис. 7).



Рисунок 6. Определение высоты побега рябчика русского разного географического происхождения



Рисунок 7. Статистическая обработка данных

На этом этапе под моим руководством команды совместно проводили первичную математическую обработку данных и её анализ (30 минут).

Сначала были составлены сводные таблицы по работе на каждой станции. Каждая команда отвечала за обработку фактического материала на одной из четырёх станций. Она получала 4 бланка (по одному от каждого звена, включая свой), и рассчитывала средние арифметические значения. Когда все подсчёты были выполнены, начался анализ фактических данных.

Обучающимся были обсуждали следующие вопросы: в скольких вариантах было проведено изучение влияния экологических факторов на формирование листового аппарата пролески сибирской, на формирование возрастной структуры тюльпана Биберштейна? В скольких повторностях определяла плотность популяции пролески сибирской каждая команда? Сколько повторностей получилось при подсчёте результатов всех команд? Для чего нужны повторности? Выявлены ли случаи значительной вариабельности фактических данных, полученных разными командами? Какие причины могут лежать в основе этого? Какие трудности при обработке данных возникали (неразборчивый почерк, недостаточный учёт всех факторов для интерпретации данных)?

Далее каждое звено предоставляло для совместного анализа результаты подсчётов и свои выводы, которые затем совместно обсуждались всеми ребятами.

В целом можно сказать, что экскурсия с элементами научно-исследовательской деятельности с использованием QR-кодов показала высокую эффективность. Самостоятельное изучение методики работы на каждом этапе позволило без ошибок выполнить необходимые измерения за отведённое время. Темп работы был высоким. Было установлено, что наиболее эффективна работа внутри звена в парах, когда одни из школьников измеряет, а другой фиксирует данные в бланке наблюдений.

На заключительном этапе, который проходил в школе, обучающиеся формировали навыки простейшей статистической обработки – определение с

помощью программы Excel величины стандартного отклонения и ошибки выборки.

В целом школьникам удалось верно установить основные закономерности. Так например, они выявили угнетающее действие затенения на популяции пролески сибирской: число особей в пересчёте на 1 м^2 в условиях затенения составляло $34 \pm 7 \text{ ос/м}^2$, в то время как на опушке дендрария – $55 \pm 9 \text{ ос/м}^2$, то есть на 38% меньше. Также удалось на этих станциях установить влияние затенения на площадь листа пролески сибирской – его площадь увеличилась с $9,5 \pm 0,5$ до $12,3 \pm 0,7\%$ то есть на 23%.

Установлены существенные отличия онтогенетической структуры микропопуляции тюльпана Биберштейна. Все обучающиеся смогли заметить отсутствие в ботаническом саду проростков и ювенильных особей тюльпана Биберштейна. В процессе эвристической беседы один из школьников смог правильно интерпретировать это явление, предположив явление полиплоидии как возможный вариант нарушения нормального развития мейоза, необходимого для микроспорогенеза и мегаспорогенеза с последующим формированием гаметофитов и половых клеток. Тюльпан Биберштейна представлен в ботаническом саду триплоидной формой, численность поддерживается вегетативно – за счёт образования луковиц на длинных столонах. Удалось выявить отличия в соотношении генеративных и прегенеративных особей в разных частях поляны: изменение доли генеративных особей от $17,8 \pm 1,0\%$ до $49,8 \pm 3,5\%$. В процессе эвристической беседы также удалось совместными усилиями выявить возможные причины этого – в результате деятельности мышевидных грызунов, на которые обратили внимание самые наблюдательные члены некоторых звеньев, ежегодно создаются нарушения, что стимулирует вегетативное размножение и омолаживает структуру популяции на отдельных участках.

В отношении рябчика русского удалось установить хорошо заметные различия в высоте побега и количестве листьев у особей башкирского и лопатинского происхождения. Несмотря на то, что они растут на одной

делянке в максимально схожих условиях, высота побега лопатинских генеративных особей ($19,2 \pm 2,5$ см) на 40% меньше, чем башкирских ($31,9 \pm 2,0$). Причину этого (генетическая детерминация, связанная с происхождением из разных частей ареала) учащиеся не смогли назвать самостоятельно.

Несомненным достижением данной экскурсии, на мой взгляд, является тот факт, что одна из учениц – Пронина Вероника, после данной экскурсии укрепила в желании заниматься научно-исследовательской работой по ботанике. Она ранее проявила себя как интересующийся биологией человек, проявила инициативу и выполнила работу по весенним эфемероидам Пензенской области, но она носила в большей степени реферативный характер. После экскурсии с элементами научно-исследовательской деятельности она, по её собственным словам, захотела продолжать выбранное направление и заняться интродукцией редких растений на пришкольном участке, так как сформированных навыков за время экскурсии может быть достаточно (рис. 8).



Рисунок 8. Этапы проведения экскурсии: 1 – проведение вводной экскурсии; 2 – работа на пятой станции

Для проверки уровня усвоения знаний нами были составлены следующие контрольные вопросы:

- Каково биологическое значение столь короткого вегетационного периода у эфемероидов?
- Как развитие и численность вида зависит от места его произрастания и факторов окружающей среды?
- С какими проблемами эфемероиды могут сталкиваться в естественной среде произрастания?
- Каковы причины исчезновения эфемероидов?

В процессе анализа ответов, данных школьниками, нами были получены следующие результаты: учащихся правильно ответили на 87% предложенных вопросов, на четыре вопроса из общего количества опрошенных были даны неверные ответы, на четвёртый вопрос было дано два неверных ответа, а со вторым вопросом не справился только один ребёнок (один неверный ответ). Такое соотношение неверных ответов можно связать с невнимательностью во время проведения обзорной экскурсии. Процентные соотношения ответов, данных школьниками, представлены в диаграмме (рис. 9).

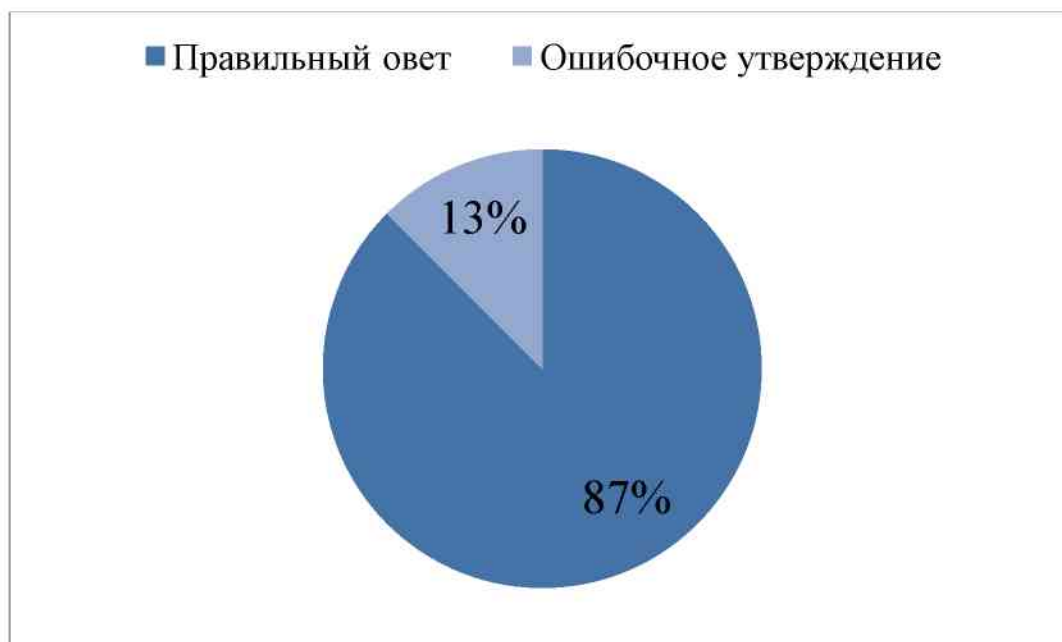


Рисунок 9. Результаты анализа усвоения знаний обучающимися

3.3. Использование QR-кодов для организации индивидуальной научно-исследовательской работы обучающихся

Экскурсия с элементами научно-исследовательской деятельности может служить способом привлечения школьников к выполнению индивидуальной научного исследования. Попробовав работать в команде и получив определённые выводы, сформулировав закономерности, заинтересовавшийся ученик может захотеть продолжить данную работу, поверив в свои силы и имея уже определённый опыт и навыки.

Индивидуальная научно-исследовательская работа требует значительно больше времени и усилий, и её эффективность зависит от правильной организации работы.

Выбор методов для исследований редких видов зависит от их численности в составе коллекции. Виды, представленные в коллекции единичными экземплярами, должны исследоваться так, чтобы сохранить целостность и жизнеспособность растения, то есть без удаления вегетативных и генеративных органов растений, без выкапывания растений.

Виды, успешно размножающиеся в условиях ботанического сада, представленные большим числом особей, допустимо выкапывать с разрешения сотрудников для научных целей.

Также, так как исследование проводилось в рамках экскурсии, методики, подобранные для исследований, должны были быть просты для понимания школьников и не требовать много времени для их реализации. Это связано с тем, что общая продолжительность экскурсии не должна превышать астрономического часа.

Кроме того, так как с заданиями могут работать школьники с разным уровнем знаний и разной заинтересованностью, методики исследований не должны требовать специальных знаний для их реализации. Исследования должны соответствовать уровню знаний, которые школьники могли получить при изучении школьной программы.

Помимо всего прочего, большую роль в выборе методик исследования сыграло расположение редких эфемероидов на территории Пензенского ботанического сада. Это связано с тем, что подход к некоторым редким растениям затруднён, а другие растения произрастают в единичном экземпляре. В связи с этим методика подбиралась на основании возможности её реализации для растений, находящихся в хорошо достигаемых местах ботанического сада.

Опираясь на эти критерии и места произрастания редких растений, нами было выделено несколько методик проведения полевых исследований, которые мы и использовали в нашей экскурсии.

Руководствуясь всем, сказанным выше, подобранные методики нами были распределены следующим образом:

Использование QR-кодов наиболее эффективно использовать для фенологических наблюдений за растениями. В настоящее время большое значение приобретает так называемая «гражданская наука», когда к научно-исследовательской работе привлекается широкий круг заинтересованных лиц без специального биологического образования. Они могут в качестве волонтеров выполнять несложные наблюдения, но за счёт массовости охватить исследованиями большую территорию. Например, за последние 2 года проект Inaturalist доказал эффективность в изучении биологического разнообразия живых организмов, в том числе и в условиях Пензенской области. Любой человек, находясь в живой природе, может сделать фотография живого организма и загрузить её на сайт. Специальная программа распознаёт изображение, а эксперты её уточняют, после чего наблюдение приобретает исследовательский статус. В результате энтузиастов – любителей природы профессиональные зоологи и ботаники значительно расширили свои представления о фаунистическом и флористическом разнообразии.

Аналогичным образом можно использовать и QR-коды. Разместить их на этикетках рядом с растениями. При сканировании QR-кода посетитель

ботанического сада познакомиться с общей информации об определённом виде коллекции редких растений, причинах уязвимости. Кроме того, будет предложено поучаствовать в фенологических наблюдениях – сфотографировать растение и загрузить фото на сайт Inaturalist или специально созданный сайт, или в группу Пензенского ботанического сада в VK. Таким образом, фенологические наблюдения получают более массовый характер, что значительно облегчит задачу биологов ботанического сада. А работающие над данной темой обучающиеся могут обрабатывать эти данные.

Опыт показал, что исследования по интродукции могут выполняться как на территории Пензенского ботанического сада (работа Марии Филипповой, МАОУ многопрофильная гимназия №13, «Особенности биологии и экологии пролески сибирской в условиях интродукции», работа Прониной Вероники, МБОУ СОШ с. Бессоновка, «Экскурсия с использованием QR-кодов» по коллекции редких эфемероидов Пензенского ботанического сада»), так и на пришкольном участке (работа Марии Храмовой, МБОУ СОШ №71 г. Пензы, «Интродукция тюльпана Биберштейна на пришкольном участке»).

Школьники, работающие по теме интродукции редких растений, добились значительных успехов. Например, Мария Храмова неоднократно становилась призёром городских конференций и конкурсов. Этот опыт помог ей отобраться на образовательную смену в «Сириус», после прохождения конкурсного отбора она переходит в ГБОУ Пензенской области «Губернский лицей». Филиппова Мария обормила работу по пролеске сибирской в качестве проекта по экологии на заключительном этапе Всероссийской олимпиады школьников по экологии и вошла в состав призёров. Пронина Вероникой успешно выступила на 3 Научно-практической конференции учащихся г. Пензы и Пензенской области. По итогам выступления на конференции Пронина Вероника была награждена дипломом второй степени (рис. 10).



Рисунок 10. Результаты научно-исследовательской работы обучающихся А: Пронина Вероника на 3-й Научно-практической конференции учащихся г. Пензы и Пензенской области. Б – диплом II степени за победу на 3-й Научно-практической конференции; В – Мария Филиппова на Всероссийской олимпиаде по экологии; Г – диплом Марии Храмовой

На основании полученного опыта были разработаны следующие темы научно-исследовательских работ учащихся старшего звена:

- 1) Методы повышения всхожести семян льна жёлтого.
- 2) Методы повышения семенной продуктивности пиона кавказского.
- 3) Изучение онтогенеза головчатки Литвинова в условиях культуры
- 4) Разработка методов вегетативного размножения пиона тонколистного
- 5) Влияние культур азотофиксирующих бактерий на всхожесть ветреницы лесной
- 6) Гибридизация пионов тонколистного и уклоняющегося в условиях культуры
- 7) Возрастная структура искусственных микропопуляций ластовня русского в условиях Пензенского ботанического сада
- 8) Консортивные связи черноголовки крупноцветковой в культуре
- 9) Методы повышения зимостойкости ореха айлантолистного

ВЫВОДЫ

1. Проанализирована литература о возможностях использования QR-кодов в образовании, изучены принципы кодирования информации через QR-код;

2. Освоены методы изучения биологии редких растений в культуре, осуществлена их методическая переработка для использования на экскурсиях с элементами научно-исследовательской работы; освоены методы составления QR-кодов

3. Проведена инвентаризация коллекции редких растений ботанического сада им. И.И. Спрыгина (уточнено систематическое положение 2-х видов, начат интродукционный эксперимент по культивированию нового вида); проведена интродукционная оценка видов коллекции.

4. Разработана и апробирована экскурсия «Весенние редкости» для обучающихся 9 класса с элементами научно-исследовательской деятельности с использованием технологии QR-кодов. Показано, что использование QR-кодов позволяет эффективно организовать работу обучающихся на станциях, развивает самостоятельность, повышает мотивированность. Доказана возможность интеграции экскурсионной и научно-исследовательской деятельности, подразумевающей максимальную самостоятельность обучающихся в процессе исследования, что согласуется с принципами обучения, которые прописаны во ФГОС. Уровень усвоения знаний составил 87%.

5. Разработаны методические аспекты организации индивидуальной научно-исследовательской работы обучающихся с использованием QR-кодов в условиях ботанического сада и на пришкольном участке, организована такая работа с ученицей МБОУ СОШ с. Бессоновка, обобщён положительный опыт организации деятельности школьников других школ.

6. Даны методические рекомендации по организации индивидуальной и групповой научно-исследовательской деятельности с использованием технологии QR-кодов. Разработаны темы возможных научно-исследовательских проектов для обучающихся 9–11 классов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов А.Ю., Смирнов Д.В. Создание инструментальной системы для формирования и проведения квестов на открытой территории // Вестник Академии детско-юношеского туризма и краеведения. 2016. № 2(119). С. 7–16.
2. Бакулин В.М. Методические аспекты экскурсионной деятельности // Преподавание истории в школе. 2002. №10. С. 69–73.
3. Белевцева И.В. Формы и методы организации мониторинга качества знаний учащихся // Наука. Инновации. Технологии. 2007. № 50. С. 19–22.
4. Бурлуцкая Н.А. QR-коды как средство повышения мотивации обучения // Наука и перспективы. 2016. № 1. С. 1–6.
5. Васюков В.М. Материалы по редким растениям Пензенской области // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. 2012. № 29 . С. 42–46.
6. Васюков В. М. Особо охраняемые растения среднего Поволжья. Самара: ИЭВБ РАН, 2021. 32–56 с.
7. Васюков В. М. Растения Пензенской области, занесенные в Красную книгу России // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2006. Т. 8. №2. С. 606–611.
8. Ганиев А.А. Исследование QR кодов и их применения // Интернаука. 2017. № 9-1 (13). С. 23-27.
9. Григорьева А.В., Курочкин А.С. Применение «QR-кодов» в обучении и воспитании школьников: Образование: традиции и инновации. Материалы IX международной научно-практической конференции. М.: МПГУ, 2015. 149–150 с.
10. Данилов А.Ю. Теория и практика экскурсионной деятельности: учебно-методическое пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2016. 48 с.
11. Емельянов Б.В. Экскурсоведение: учебник. М.: Советский спорт, 2007. 216 с.

12. Захожая И.О. QR-код и его использование в современном мире // Научные междисциплинарные исследования. 2021. № 8. С. 30–33.
13. Зенкина О.Ю., Старунова, Н.А., Тютрин, С.А. Инновационные технологии в ботаническом саду ТОГУ: Материалы секционных заседаний 57-й студенческой научно-практической конференции ТОГУ в 2 т. Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2017. 273–277 с.
14. Красная книга Пензенской области. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения. Пенза, 2013. Т. 1. 299 с.
15. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
16. Кедрова И.В. Совершенствование теоретических основ экскурсоведения: классификация экскурсий // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2017. Т. 3. № 2. С. 3–10.
17. Клименченко Е.Н., Устинова Е. Н. Применение QR-кодов на уроках // Вестник научных конференций. 2017. № 3–4 (19). С. 34–36.
18. Кобозева Е.А. Биоморфология и популяционная экология луковичных растений в разных природных зонах Приволжской возвышенности (на примере *Tulipa biebersteiniana* Shult. et Shult. fil. и *Lilium martagon* L.). Автореферат на соискание уч. степени кандидата биологических наук. Москва, 2010. 18 с.
19. Ковалёв А.И. QR-коды, их свойства и применение // Молодой ученый. 2016. №10. С. 56–59.
20. Литвиненко Б.В., Новичков, Д.Е. Применение QR-кода в различных сферах жизни // Научный аспект. 2022. Т. 3. № 6. С. 352–361.
21. Лях О.А., Лиханова, В.В. Инновации в экскурсионной деятельности // Ученые записки Забайкальского государственного университета. 2017. Т. 12, № 3. С. 160–168.
22. Мазей Н.Г., Ростовцева М.В. Редкие виды растений местной флоры в коллекции пензенского ботанического сада имени И. И. Спрыгина //

Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2014. № 1 (5). С. 35–44.

23. Макарова О.Б., Сивохина Л.Н. Методика обучения биологии: современные подходы. Часть 1. Новосибирск: Изд. НГПУ, 2013. 275 с.

24. Мусинова Л.П., Калугин Ю., Митина Е.Г. Экскурсия как форма организации просветительской деятельности Ботанического сада Петра Великого БИН // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 1 (30). С. 259–267.

25. Павлов И.И., Эконова С.Э. Методические особенности организации и проведения экскурсии в практике школьного биологического образования // Глобус: психология и педагогика. 2019. № 7. С. 32–36.

26. Пономарева И.Н. Общая методика обучения биологии. М.: Академия, 2008. 280 с.

27. Поспелова С.В. Интерактив в экскурсионной деятельности // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2017. Т. 3. № 2. С. 19–22.

28. Ручин А.Б. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие. Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2014. 412 с.

29. Сергеева А.Г., Шаповалова А.Э. Использование QR-кода в процессе обучения как способ заинтересованности обучающихся // Вестник науки. 2018. Т. 3, №9 (9). С. 39–40.

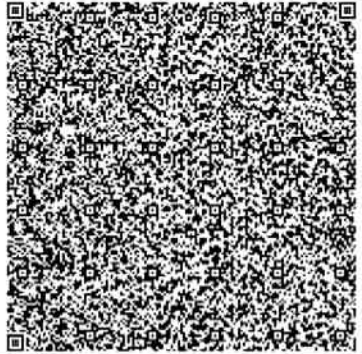
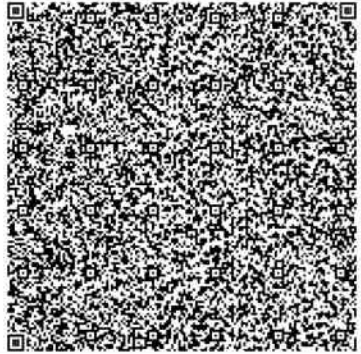
30. Смирнова О.В., Торопова Н.А. Пролеска сибирская и двулистная // Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Эфемероиды. Методические разработки для студентов биологических специальностей. М.: МПГИ им. В.И. Ленина, 1987. С. 35–41.

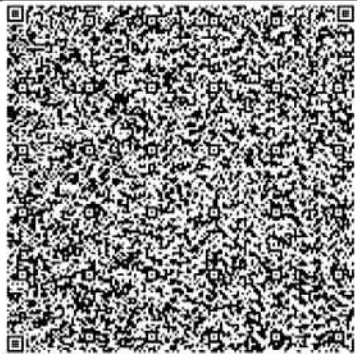
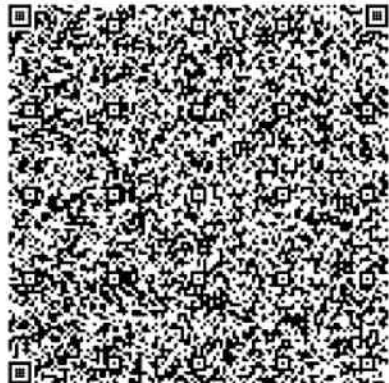
31. Толстова Д.В. Организация обучения с применением QR-кодов // Матрица научного познания. 2022. № 8(2). С. 74–76.

32. Чистякова А.А. Ботанические объекты Пензенской области, нуждающиеся в охране // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. 2006. № 1 (5). С. 7–11.

33. Шишкина Н.И. Создание школьной экологической тропы с использованием QR-технологии // Педагогическое искусство. 2019. № 12. С. 137–141.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Методика работы	QR-код
<p style="text-align: center;">Определение плотности произрастания пролески сибирской и площади листа (станция 1)</p> <p>Оборудование: рамка, линейка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать участок для измерений. 2. Ограничить его часть с помощью рамки – это будет учётная площадь №1 (УП1) (625 см²) <ol style="list-style-type: none"> 3. Измерить освещённость в трёх повторностях (3 раза с интервалом в 1 минуту) на уровне листьев пролески с помощью приложения Light Meter. Описать другие особенности УП1 (мощность подстилки, наличие других видов травяного яруса). 4. На УП1 подсчитать число генеративных растений (с цветками и бутонами, плодами). Записать в бланк. Рассчитать плотность особей на 1 м², составив пропорцию. Например, 5 особей на 0,0625м² $X \text{ особей на } 1\text{м}^2$ 5. Измерить ширину(b) и длину (l) листа у трёх разных особей, рассчитать площадь листа по формуле $S=b \cdot l \cdot k$, где k-0,67. 6. Проверить заполненность всех граф в бланке. 	
<p style="text-align: center;">Определение плотности произрастания пролески сибирской и площади листа (станция 2)</p> <p>Оборудование: рамка, линейка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать участок для измерений. 2. Ограничить его часть с помощью рамки – это будет учётная площадь №2 (УП2) (625 см²) <ol style="list-style-type: none"> 3. Измерить освещённость в трёх повторностях (3 раза с интервалом в 1 минуту) на уровне листьев пролески с помощью приложения Light Meter. Описать другие особенности УП2 (мощность подстилки, наличие других видов травяного яруса). 4. На УП2 подсчитать число генеративных растений (с цветками и бутонами, плодами). Записать в бланк. Рассчитать плотность особей на 1 м², составив пропорцию. Например, 5 особей на 0,0625м² $X \text{ особей на } 1\text{м}^2$ 5. Измерить ширину(b) и длину (l) листа у трёх разных особей, рассчитать площадь листа по формуле $S=b \cdot l \cdot k$, где k-0,67. 6. Проверить заполненность всех граф в бланке. 	

<p align="center">Определение возрастной структуры микропопуляции тюльпана Биберштейна (станция 3)</p> <p>Оборудование: рамка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать 2 участка для измерений. 2. Ограничить с помощью рамки учётную площадь №1 и №2 (УП1, УП2) (625 см²) 	
<ol style="list-style-type: none"> 3. Используя рисунок «Онтогенез тюльпана Биберштейна», на каждой УП подсчитать число генеративных растений (с цветками, бутонами) и число более молодых растений, которые не достигли ещё генеративного возраста. Определить долю каждой группы в процентах от общего числа особей на учётной площади. 4. Рассчитать плотность особей на 1 м², составив пропорцию. Например, 5 особей на 0,0625м² $X \text{ особей на } 1\text{м}^2$ 5. Выявить отличия экологических факторов УП1 и УП2: освещенность (измерить на уровне листьев тюльпана с помощью приложения Light Meter); наличие нарушений, сделанных грызунами; количество строительного мусора в почве; наличие других видов травяного яруса). 	
<p align="center">Морфологические особенности генеративных особей рябчика русского разного происхождения (станция 4)</p> <p>Оборудование: линейка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Произвольно выбрать по 3 генеративных особи (с цветками, плодами) рябчика русского лопатинского происхождения. 2. У каждой особи измерить линейкой высоту побега, записать в бланк 3 измерения. Рассчитать среднее арифметическое, записать в бланк. 	
<ol style="list-style-type: none"> 3. У каждой особи подсчитать число листьев, записать в бланк. Рассчитать среднее арифметическое, записать в бланк. 4. Повторить пункты 3 и 4 для особей башкирского происхождения. 5. Описать экологические факторы на двух участках делянки: освещенность (измерить на уровне листьев рябчика с помощью приложения Light Meter); наличие нарушений, сделанных грызунами; количество строительного мусора в почве; наличие других видов травяного яруса). 	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Маршрутный лист

Станция 1. Определение плотности произрастания пролески сибирской и площади листа

УП1. Пролеска сибирская Площадь УП = 0,0625 м²			
Число генеративных особей – _____ штук		Плотность _____ шт/м ²	
Освещенность			
Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее арифметическое
Наличие подстилки, особенности _____			
Наличие других видов травяного яруса _____			
Определение площади листа			
	Длина, см	Ширина, см	Площадь, см ²
1			
2			
3			
Среднее арифметическое			
Примечание:			

Станция 2. Определение плотности произрастания пролески сибирской и площади листа

УП2. Пролеска сибирская. Площадь УП = 0,0625 м²			
Число генеративных особей – _____ штук		Плотность _____ шт/м ²	
Освещенность			
Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее арифметическое
Наличие подстилки, особенности _____			
Наличие других видов травяного яруса _____			
Определение площади листа			
	Длина, см	Ширина, см	Площадь, см ²
1			
2			
3			
Среднее арифметическое			
Примечание:			

**Станция 3. Определение возрастной структуры микропопуляции
тюльпана Биберштейна**

УП1			
	Число генеративных особей	Число прегенеративных особей	Общее число особей
шт			
%			
Плотность особей			
Экологические факторы:			
1. Освещенность:			
Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее арифметическое
2. Следы деятельности грызунов _____			
3. Наличие строительного мусора _____			
4. Наличие видов-конкурентов _____			
УП2			
	Число генеративных особей	Число прегенеративных особей	Общее число особей
шт			
%			
Экологические факторы:			
1. Освещенность:			
Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее арифметическое
2. Следы деятельности грызунов _____			
3. Наличие строительного мусора _____			
4. Наличие видов-конкурентов _____			

Станция 4.

Морфологические особенности генеративных особей рябчика русского разного происхождения

Особи лопатинского происхождения			
Высота побега, см			
Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее арифметическое
Число листьев, см			
Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее арифметическое
Экологические факторы:			
1. Освещенность:			
Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее арифметическое
2. Следы деятельности грызунов _____			
3. Наличие строительного мусора _____			
4. Наличие сорняков _____			
Особи башкирского происхождения			
Высота побега, см			
Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее арифметическое
Число листьев, см			
Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее арифметическое
Экологические факторы:			
1. Освещенность:			
Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее арифметическое
2. Следы деятельности грызунов _____			
3. Наличие строительного мусора _____			
4. Наличие сорняков _____			