

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды  
«Открытия 2030» (с международным участием)

Название номинации:

*Юные исследователи окружающей среды*

(Тематическое направление: «Ботаника и экология растений»)

**УЧЕБНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ «СЕМЕЙСТВО БОБОВЫЕ»  
ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ**

Автор: Александров Валерий Васильевич,  
Россия, Мурманская область, г. Мурманск  
МБОУ г. Мурманска «Гимназия №7», 6 класс

Научные руководители:  
Агафонова Светлана Павловна,  
учитель биологии, МБОУ г. Мурманска  
«Гимназия №7»;  
Рюмин Ян Станиславович,  
учитель русского языка литературы,  
МБОУ г. Мурманска «Гимназия №7»

Мурманск  
2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА БО- БОВЫЕ .....	4
1.1. Систематика, местообитание и условия произрастания .....	4
1.2. Строение, размножение и развитие бобовых растений .....	5
ГЛАВА 2. ОПИСАНИЕ ЭТАПОВ РАБОТЫ ПО ПРОЕКТУ И ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ .....	6
2.1. Планирование и контрольные точки проекта .....	6
2.2. Реализация проекта: сбор и определение растений .....	8
2.3. Сравнение различных способов фиксации растений .....	10
2.4. Реализация проекта: оформление учебной коллекции растений .....	12
2.5. Реализация проекта: создание объемного гербария с использова- нием эпоксидной смолы .....	13
2.6. Оценка социального эффекта проекта и SWOT-анализ .....	14
ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	16
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	17
 <b>ПРИЛОЖЕНИЯ:</b>	
Приложение I. Фрагмент электронного фотоальбома развития бобовых растений .....	18
Приложение II. Учебная коллекция и объемный гербарий (внешний вид) ...	19
Приложение III. Работа над созданием учебной коллекции .....	20
Приложение IV. Учебный гербарий «Строение бобовых растений» .....	21
Приложение V. Полевой фотодневник .....	22
Приложение VI. Дневник наблюдения за развитием растений .....	23
Приложение VII. Проектная диаграмма Ганта .....	25

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность реализации проекта.* Натурные средства обучения играют важную роль при изучении биологии, но сухие растения ломаются, гербарные коллекции устаревают и требуют систематического обновления. В связи с этим необходим сбор растений и систематическое пополнение гербарных коллекций. Использование инновационных подходов в этом направлении позволит создать уникальные гербарные коллекции, длительное время сохраняющие свои свойства.

*Идея проектно-исследовательской работы.* В мае 2022 г., отдыхая в Краснодарском крае, мы обратили внимание на удивительное цветение растений – огромные кисти с ярко малиновой и нежно-лиловой окраской. С использованием определителя мы узнали, что эти растения – представители р. Церцис (*Cercis*) и р. Глициния (*Wisteria*) (Рисунок 1). Как оказалось, оба растения относятся к семейству Бобовые (*Fabaceae*). А совсем недавно, весной, на уроках биологии мы выращивали из семян горох и фасоль, которые тоже относятся к данному семейству. Это нас заинтересовало: насколько же велико многообразие бобовых растений; было бы интересно познакомить с ними на уроках биологии одноклассников.



Рисунок 1. Цветение багрянника (*Cercis siliquastrum* L.) и глицинии (*Wisteria sinensis* (Sims) Sweet)), пос. Витязево (Краснодарский край), 10.05.2022 г.

*Цель и задачи проектно-исследовательской работы.*

Цель проекта: пополнение натуральных средств обучения биологии для 5-6 классов посредством оформления учебной коллекции растений «Семейство Бобовые».

Задачи проекта:

- **организационные:** 1) определить круг лиц, заинтересованных в проекте; 2) оценить целесообразность проекта; 3) спланировать работу команды проекта;

- **учебные:** 1) сравнить разные способы фиксации растений для создания учебных коллекций; 2) самостоятельно собрать в природных условиях и закупить недостающие семена для оформления учебной коллекции «Семена бобовых растений»; 3) собрать, высушить и оформить разные части растений в виде

гербария «Строение бобовых растений»; 4) самостоятельно вырастить в малых ёмкостях недостающие растения и провести их гербаризацию; 5) с использованием эпоксидной смолы оформить объемный мини-гербарий «Разнообразие бобовых растений»; 6) оформить электронный фотоальбом развития бобовых растений; 7) изготовить и распространить среди учеников 5-х классов сувенирную продукцию по проекту.

- **информационные:** популяризация проекта (презентация результатов проекта, распространение сувенирной продукции по проекту).

*Методы проектно-исследовательской работы:* 1) теоретические (анализ литературных источников, сравнение), 2) эмпирические (наблюдение, выращивание растений в малых ёмкостях, фиксация растений, гербаризация), оформление учебной коллекции растений, составление фотоальбома, 3) экономико-математические (расчет затрат и альтернативной стоимости).

*Объект проектно-исследовательской работы:* растения из сем. Бобовые.

*Предмет проектно-исследовательской работы:* учебная коллекция бобовых растений для уроков биологии в 5-6 классах.

*Гипотеза для исследовательской части работы:* мы предположили, что наиболее эффективным способом фиксации сухих растений является эпоксидная смола.

*Новизна проектно-исследовательской работы.* Объемный гербарий на основе эпоксидной смолы в учебных целях выполнен впервые, подобных работ с растениями ранее не проводилось.

## ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА БОБОВЫЕ

### 1.1. Систематика, местообитание и условия произрастания

Бобовые растения (или Мотыльковые) являются широко распространенным семейством (около 18 000 видов), третье по распространению в природе среди растений [1]. Бобовые растения возникли свыше 65 млн. лет назад, многие из них имеют важное кормовое значение (продукты питания человека и животных). Для представителей данного семейства характерен плод боб и венчик цветка мотылькового типа [8]. Данные растения фиксируют азот из атмосферы (благодаря их симбиозу с азотфиксирующими бактериями), играя важную роль в круговороте азота в природе. Бобовые растения часто используются для восстановления нарушенных земель (рекультивации). Семейство разнообразно по жизненным формам: травы (донник, козлятник, солодка, чина, лядвенец), кустарники (софора, карагана, метельник, ракитник), лианы (канавалия, глициния), деревья (акация, робиния, бобовник, церцис, каштаноспермум) [2].

*Систематика.* Домен: Эукариоты (*Eukaryota*). Царство: Растения (*Plantae*). Отдел: Цветковые или Покрытосеменные (*Magnoliophyta*). Класс: Двудольные растения (*Magnoliopsida*). Порядок: Бобовоцветные (*Fabales*). Семейство: Бобовые (*Fabaceae*) [7].

*Местообитание и условия произрастания.* Встречаются повсеместно, в самых разных местообитаниях. Среди интересных тропических видов бобовых – абарема (Юж. Америка, Юж. Азия), анаденантера (Юж. Америка), цезальпиния (Аргентина, Уругвай, Азия), дальбергия (Африка), леуцена (Центр. Америка, Юж. Америка), писцидия (Мексика, Индия) и др. [2].

## 1.2. Строение, размножение и развитие бобовых растений

*Строение и размножение.* Среди бобовых имеются представители деревьев, кустарников, полукустарников, трав и лиан. Отличительной особенностью является наличие на корнях специальных клубеньков (бактерий). Листья сложные, очередные, с прилистниками. Цветки обоеполые, опыляются насекомыми, часто собраны в соцветия: кисти (например, люпин, лакрица, донник), головки (клевер), полузонттики, метёлки. Цветок бобовых имеет следующее строение: флаг (или парус) – крупный верхний лепесток, крылья (или вёсла) – боковые лепестки, лодочка – нижние сросшиеся лепестки (Рисунок 2). Чашелистиков – 5 шт., лепестков – 5 шт., тычинок – 10 шт. (могут быть сросшимися или свободными). Цветок имеет двустороннюю симметрию. Название семейства получило от названия плода – боб (сухой, многосемянный плод, из 2-х створок) [1].

*Развитие бобовых растений.* В развитии бобовых растений выделяют следующие фенологические фазы: 1) фаза прорастания семян и становления проростка – длится от момента набухания и до образования проростка над поверхностью почвы; 2) фаза всходов – появление на поверхности почвы первого листа; 3) фаза стеблевания и ветвления – включает дальнейший рост стебля, а затем формирование боковых побегов (наблюдается усиление ветвления с удалением или повреждением точки роста главного стебля); 4) фаза бутонизации – появление бутонов, начало закладки соцветия. Бутоны закладываются в пазухах листьев и ветвях последовательно снизу вверх. У люпина соцветие формируется на верхушках стебля, у гороха в эту фазу формируются листья с 2-мя парами листочков; 5) фаза цветения – раскрытие лепестков в нижних цветках. В эту фазу у гороха формируются листья с 3-мя парами листочков; 6) фаза образования бобов. Очень интересно, что фазы могут протекать на разных частях растения одновременно: например, у гороха на нижнем ярусе могут уже закладываться плоские бобы, в то время как на среднем ярусе идет цветение, а в верхнем – еще протекает бутонизация; 7) фаза созревания – пожелтение бобов (горох, чечевица, нут, вика яровая) или почернение (побурение) – кормовые бобы, вика озимая, пелюшка, соя, люпин. На данной фазе влажность семян достигает до 40%, они мягкие и легко режутся ножом; 8) фаза полной спелости – при созревании 97-100% бобов на растении (при этом около 80% бобов уже засыхает). Влажность семян заметно уменьшается до 14-19%, при нажатии на них ногтём формируется вмятина [9].



Рисунок 2. Строение цветка бобовых растений (фото и подписи автора, 2022).

## ГЛАВА 2. ОПИСАНИЕ ЭТАПОВ РАБОТЫ ПО ПРОЕКТУ И ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ

### 2.1. Планирование и контрольные точки проекта

Работа над проектом состояла из следующих частей: планирование работы по проекту (создание сценария); мобилизация ресурсов, сбор необходимой информации (литературный обзор); реализация проекта: сбор необходимых материалов (заложенных учебными задачами проекта); оформление результатов работы (учебная коллекция); мониторинг работ по проекту; распространение результатов и завершение проекта.

*Контрольные точки проекта* представлены в проектной диаграмме Ганта (Приложение VII). *Состав проектной группы:* Агафонова С.П., Рюмин Я.С. (руководители), Александров В.В. (исполнитель), Александрова Е.Ю. (консультант), участники апробации (ученики 5 «Б», «В» и «Г» классов + участники конференции). *Распределение ролей:*

Сроки	Мероприятия	Ответственный
<i>Подготовительный этап</i>		
01-07.05. 2022 г.	предпроектный анализ (анализ ситуации, определение заинтересованных лиц), формулировка концепции проекта (целеполагание)	Агафонова С.П.
08-10.05. 2022 г.	мобилизация ресурсов, реализация проекта (этап 1): сравнение разных способов фиксации (сушки) растений	Александров В.В.
<i>Основной этап</i>		
11.05- 04.09.2022	реализация проекта (этап 2): наблюдение за фенофазами, сбор и сушка растений в гербарной папке, ведение электронного фотоальбома развития растений	Александров В.В., Александрова Е.Ю.
01-30.06. 2022 г.	реализация и мониторинг проекта (этап 3): оформление учебной коллекции семян (30 видов растений)	Александров В.В., Агафонова С.П.
01.07- 04.09.2022	реализация и мониторинг проекта (этап 4): оформление сухих растений в виде гербариев (49 видов растений)	Александров В.В., Агафонова С.П.

01-31.08. 2022 г.	реализация и мониторинг проекта (этап 5): заливка растений для оформления объемного мини-гербария (24 вида растений)	Александров В.В., Рюмин Я.С.
01.06- 31.08.2022	реализация и мониторинг проекта (этап 6): самостоятельное выращивание растений в малых ёмкостях из покупных семян для последующей гербаризации (16 видов)	Александров В.В., Александрова Е.Ю.
01.10.- 30.11.2022	реализация и мониторинг проекта (этап 7): изготовление сувенирной продукции (брелков с авторскими фотографиями), печать фотоальбома развития растений	Александров В.В., Рюмин Я.С.
<i>Аналитический этап</i>		
01.09- 30.11.2022	завершение проекта: испытание готовых изделий, подсчет материальных затрат, оценка результативности внедрения проекта	Александров В.В., Рюмин Я.С.

*Образ продукта*, который планируется получить: учебная коллекция растений «Семейство Бобовые» для использования на уроках биологии в 5-6 классах. *Потенциальные заказчики проекта*: образовательные организации основного общего образования, учителя биологии.

*Управление проектом* предусматривало прохождение следующих этапов: инициация, планирование проекта (май 2022 г.), реализация и мониторинг проекта (май-сентябрь 2022 г.), завершение проекта (ноябрь 2022 г.).

*Критерием достижения цели проекта* являлась оформленная учебная коллекция и её презентация в образовательной организации и на конференциях. *Апробация готового продукта* прошла 25 сентября (Гимназия №7 г. Мурманска, уроки биологии в 5-х классах, 67 участников), 30 сентября и 22 ноября 2022 г. (на научно-практических конференциях школьников, 39 участников).

*Ресурсное обеспечение проекта*: 1) *материальные ресурсы*: расходные материалы (бумага, калька, бумага для ламинирования, скотч, клей ПВА, семена, гербарная папка, рамка, коробка, стенд-планшет, цепочка, набор для эпоксидной заливки, корректор для смолы, стакан для заливки, форма для заливки, дырокол, ножницы, папка-скоросшиватель с файлами); 2) *технические*: ламинатор, принтер, учебная аудитория; 3) *кадровые*: команда проекта.

*Смета, источники и объем финансирования проекта*. Общий объем затраченных средств по проекту составил 7 148,5 руб. из них: грантовые средства (от Всероссийской платформы «Реактор» – 5 000 руб.), личные средства – 2 148,5 руб.

*Необходимые статьи расходов*: семена растений (3 354 руб., за счет гранта); гербарная папка для сушки растений (1 646 руб., за счет гранта); ламинатор (бесплатно, во временное пользование от гимназии); листы для ламинирования (5×4,5 = 22,5 руб.); офисная бумага формата А4, скотч (бесплатно, в школе); стенд для семян, коробка для мини-гербария (бесплатно); папка-скоросшиватель с файлами (бесплатно, от гимназии); плотные листы для творчества формата А3, калька (397 руб.); клей ПВА (46 руб.); цепочки для брелков (бесплатно, более 1000 шт., получено при ликвидации магазина); цветная печать (бесплатно, в гимназии); информационные доски А4 прозрачные с декора-

тивным креплением на стену (бесплатно, получены при ликвидации магазина); набор для творчества с эпоксидной смолой (485×2 = 970 руб.); корректор для эпоксидной смолы (315 руб.); стакан силиконовый 100 мл (228 руб.); форма силиконовая для заливки (170 руб.).

*Ограничения и допущения по проекту.* Изначально датой окончания проекта планировалось 1 сентября 2022 года, но проект был расширен и продлен по 30 ноября 2022 г. (для распространения сувенирной продукции и апробации проекта). Бюджет, а также проектная команда (люди) являются рабочими ресурсами и также имеют ограничения. Из-за ограниченности личных средств, 70% бюджета составили грантовые средства (проектная платформа «Реактор»).

## 2.2. Реализация проекта: сбор и определение растений

Сбор растений из сем. Бобовых проводился нами на территории Краснодарского края (пос. Витязево, пос. Сукко, г. Анапа) и Мурманской области (пос. Зверосовхоз, г. Мурманск) с 7 мая по 28 августа 2022 г. Всего было собрано 49 видов бобовых растений из 28-ми родов, из них: 32 вида – в Краснодарском крае, 11 – в Мурманской области (из них: 4 общих видов для 2-х регионов), также 10 видов выращено для гербария самостоятельно из семян (Таблица 1). Наибольшее количество видов относятся к роду Горошек, Люцерна, Клевер и Чина. Они являются сорными растениями. Очень сложно было собирать бобы этих растений, так как в городе их постоянно скашивают газонокосилками. Приходилось искать дикие местообитания: на пустырях и откосах. Также дополнительно были самостоятельно выращены в малых ёмкостях из семян недостающие части растений: лакрица (корень), гледичия (корень), горошек мохнатый (корень), лядвенец рогатый (корень), люцерна посевная (бобы, корень), вязель корончатый (корень).

Для оперативного определения растений по внешнему виду в полевых условиях нами использовалось бесплатное мобильное приложение «PlantNet. Plant Identification: определитель растений» [12]. Затем виды растений уточнялись и определялись с использованием ключей атласов-определителей дикорастущих растений [5, 8] и онлайн-определителей «Плантариум» [7] и «Флора Мурманской области» [10]. Также мы фиксировали обнаруженные нами виды с указанием их местообитаний в интернет-базе мировой флоры (Приложение III). Все собранные растения были сгруппированы по родам.

Таблица 1.

Перечень видов, собранных для коллекции «Строение бобовых растений»

Название вида, жизненная форма растения	Сроки наблюдений (фенофаз)	
	Краснодарский край	Мурманская область
1. Альбиция ленкоранская ( <i>Albizia julibrissin</i> L.), листопадное дерево	май-август	-
2. Астрагал субарктический, приполярный ( <i>Astragalus alpinus</i> L. subsp. <i>arcticus</i> (Bunge) Hult.), травянистый многолетник	-	июнь-июль
3. Бобовник анагиролистный ( <i>Laburnum anagyroides</i> Medik.), листопадное дерево/кустарник	июль-август	-
4. Вязель корончатый ( <i>Coronilla coronata</i> L.), травянистый многолетник		-

Название вида, жизненная форма растения	Сроки наблюдений (фенофаз)	
	Краснодарский край	Мурманская область
5. Гледичия трёхколючковая ( <i>Gleditsia triacanthos</i> L.), листопадное дерево	май-август	-
6. Глициния китайская, вистерия ( <i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet), деревянистая лиана		-
7. Глициния обильноцветущая ( <i>Wisteria floribunda</i> (Willd.) DC), деревянистая лиана	май-август	-
8. Горошек волосистый ( <i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray), травянистый однолетник	май	-
9. Горошек заборный ( <i>Vicia sepium</i> L.), травянистый многолетник	-	июнь-июль
10. Горошек крупноцветковый ( <i>Vicia grandiflora</i> Scop.), травянистый однолетник	май-июнь	-
11. Горошек мохнатый ( <i>Vicia villosa</i> Roth.), травянистый однолетник	май-июль	июнь-июль
12. Горошек мышиный ( <i>Vicia cracca</i> L.), травянистый многолетник	-	июнь-сентябрь
13. Горошек посевной, вика посевная ( <i>Vicia sativa</i> L.), травянистый многолетник	май-июнь	
14. Горошек узколистный ( <i>Vicia angustifolia</i> L.), травянистый однолетник		-
15. Донник белый ( <i>Melilotus albus</i> Desr.), травянистый однолетник	июнь-июль	-
16. Донник лекарственный, жёлтый ( <i>Melilotus officinalis</i> Desr.), травянистый двулетник	июнь-июль	-
17. Карагана древовидная, акация желтая ( <i>Caragana arborescens</i> Lam.), листопадный кустарник	-	июнь-сентябрь
18. Клевер гибридный (розовый), шведский ( <i>Trifolium hybridum</i> L.), травянистый многолетник	-	
19. Клевер земляничный ( <i>Trifolium fragiferum</i> L.), травянистый многолетник	июль-август	-
20. Клевер луговой ( <i>Trifolium pratense</i> L.), травянистый многолетник	май-август	июнь-сентябрь
21. Клевер ползучий ( <i>Trifolium repens</i> L.), травянистый многолетник		
22. Люцерна малая ( <i>Medicago minima</i> L.), травянистый однолетник	май-июнь	-
23. Люцерна округлая ( <i>Medicago orbicularis</i> L.), травянистый однолетник	май-июнь	-
24. Люцерна посевная ( <i>Medicago sativa</i> L.), травянистый многолетник	июль-август	-
25. Люцерна серповидная ( <i>Medicago falcata</i> L.), травянистый многолетник	июль	-
26. Люцерна хмелевидная ( <i>Medicago lupulina</i> L.), травянистый однолетник	май-июнь	-
27. Лядвенец рогатый ( <i>Lotus corniculatus</i> L.), травянистый многолетник	июль-август	-
28. Лядвенец тонкий ( <i>Lotus glaber</i> Mill., <i>L. tenuis</i> ), травянистый многолетник	июль-август	-
29. Метельник ситниковый, дрок испанский ( <i>Spartium junceum</i> L.), многолетний кустарник	июнь-июль	-
30. Робиния лжеакациевая, псевдоакация ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.), листопадное дерево	май-август	-
31. Секироплодник пестрый, вязель разноцветный ( <i>Coronilla varia</i> L., <i>Securigera varia</i> L.), травянистый многолетник	май-август	-
32. Солодка голая, лакрица ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.), травянистый многолетник	июнь-август	-
33. Софора японская ( <i>Styphnolobium japonicum</i> L.), листопадное дерево	май-август	-
34. Стальник маленький ( <i>Ononis pusilla</i> L.), кустарничек, многолетник	июль-август	-
35. Церцис рожковый, европейский, багрянник обыкновенный ( <i>Cercis</i>	май-август	-

Название вида, жизненная форма растения	Сроки наблюдений (фенофаз)	
	Краснодарский край	Мурманская область
<i>siliquastrum</i> L.), листопадное дерево		
36. Чина клубненосная ( <i>Lathyrus tuberosus</i> L.), травянистый многолетник	июль-август	-
37. Чина луговая ( <i>Lathyrus pratensis</i> L.), травянистый многолетник	-	июнь-сентябрь
38. Чина шершавая ( <i>Lathyrus hirsutus</i> L.), травянистый однолетник	май-июнь	-
39. Чина болотная ( <i>Lathyrus palustris</i> L.), травянистый многолетник	-	сентябрь
<i>Растения, выращенные для гербария самостоятельно в малых ёмкостях</i>		
40. Горох посевной ( <i>Pisum sativum</i> L.), травянистый однолетник	май-июль	март-апрель
41. Горошек душистый, чина душистая ( <i>Lathyrus odoratus</i> L.), травянистый многолетник	июль-август	-
42. Маш, бобы мунг, азиатская (золотистая) фасоль, люй-дау ( <i>Vigna radiata</i> L.), травянистый однолетник	июль-август	-
43. Мимоза стыдливая ( <i>Mimosa pudica</i> L.), травянистый многолетник	июнь-август	июнь-август
44. Нут бараний (культурный), турецкий (бараний) горох ( <i>Cicer arietinum</i> L.), травянистый однолетник	июль-август	-
45. Соя культурная, овощная ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.), травянистый однолетник	июль-август	июнь-июль
46. Фасоль овощная, сорт «Чёрный глаз», белая ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)		-
47. Фасоль овощная, сорт «Кидни», красная ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	-	июнь-июль
48. Чечевица культурная, пищевая ( <i>Lens culinaris</i> L.), травянистый однолетник		-
49. Люпин многолистный ( <i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.), травянистый многолетник	июль-август	-

Одним из важных этапов нашей работы было наблюдение за развитием растений из сем. Бобовые с мая по сентябрь 2022 г., фиксируя основные фенофазы по В.А. Федотову [9]: 1) прорастание семян, 2) всходы, 3) стеблевание и ветвление, 4) бутонизация, 5) цветение, 6) образование бобов, 7) созревание, 8) полная спелость. Результатом работы стал электронный фотоальбом стадий развития бобовых растений, который в дальнейшем планируется оформить в печатном варианте (Приложение I).

### 2.3. Сравнение различных способов фиксации растений

Для того, чтобы выбрать оптимальный вариант для фиксации собранных растений, нами было проведено сравнение различных способов фиксации растений (Рисунок 3), предлагаемых в Интернет- и литературных источниках (Таблица 2).

Сравнение различных способов сушки растений позволило осуществить их ранжирование по эффективности. Наилучшие результаты показали: стандартная гербаризация с использованием гербарной папки и эпоксидная фиксация растений, которые и были использованы нами в дальнейшем при создании коллекции бобовых растений.



обработка ПВА

сушка утюгом

объемная сушка в песке

объемная сушка в ватках

сушка феном

Рисунок 3. Сравнение способов фиксации (сушки) растительного материала

Таблица 2.

## Сравнительный анализ способов фиксации растений

Название способа фиксации растений	Достоинства способа	Недостатки способа	Ранжирование
1. Обработка клеем ПВА	Растение сохраняет заданную форму и цвет. Быстрая сушка (1 час).	Пленка клея на растении со временем темнеет и отслаивается, появляется мутность окраски, <i>не долговечный способ фиксации</i>	8
2. Обработка утюгом	Растение быстро высыхает, приобретая плоскую форму. Быстрая сушка (5-10 мин.).	Растение очень хрупкое, легко ломается (даже после приклеивания на бумагу), <i>не долговечный способ фиксации</i>	3
3. Объемная сушка в песке	Растение сохраняет объемную форму и цвет	Длительная сушка (4-5 дней). Сохраняются частицы песка на растении (сложно их убрать с углублений и выемок). Растение объемное, сложно хранить, можно обломить, <i>не долговечный способ фиксации</i>	5
4. Объемная сушка в вате	Растение сохраняет объемную форму и цвет	Длительная сушка (4-5 дней). Растение объемное, сложно хранить, можно обломить, <i>не долговечный способ фиксации</i>	4
5. Фиксация в эпоксидной смоле	Быстрая сушка (2-6 часов). Растение сохраняет заданную форму, твердая основа (не ломается), хорошо сохраняются белые, желтые цвета. Долго хранится. Удобно использовать как наглядный материал на уроках.	Некоторые оттенки (ярко-малиновый, красный) при воздействии смолы становятся тусклее (розовыми, лиловыми). Требуется дополнительные расходы на покупку эпоксидной смолы и сопутствующих материалов	2
6. Лакировка с помощью прозрачного лака для ногтей	Быстрая сушка (5-10 мин.). Растение сохраняет заданную форму, частично цвет. Хорошо гнутся части растения (гибкость).	Большинство растений при воздействии лака меняют окраску на более светлую или фиолетовую. Со временем (3-4 недели) лак может отставать от растения (оно ломается)	6
7. Сушка подвешиванием на солнце	Растение сохраняет объемную форму, цвет.	Длительная сушка (3-4 дня). Объемное растение хрупкое – сложно хранить и использовать в образовательном процессе.	7
8. Сушка феном	Быстрая сушка (10-15 мин.). Растение сохраняет объемную форму, частично цвет.	При обработке теплым воздухом происходит заворачивание листьев (требуется выпрямление растения) – возможна	9

Название способа фиксации растений	Достоинства способа	Недостатки способа	Ранжирование
		только плоская сушка. Зеленый цвет становится бурым.	
9. Сушка в гербарной папке	Растение сохраняет плоскую форму, цвет (при хорошем проветривании и переворачивании). При правильной фиксации на бумажной основе удобно использовать в образовательном процессе.	Длительная сушка (6-8 дней). Со временем (3-4 года) гербарий подлежит обновлению, растения могут обламываться. Объемные (выступающие) части растения (корни, семена, бобы) могут повредить лист-кальку, используемый для накрывания гербария.	1
10. Сушка в микроволновке	Быстрая сушка (10-15 мин.). Растение частично сохраняет форму и цвет.	При обработке теплым воздухом происходит заворачивание листьев, зеленый цвет становится бурым, не все растения хорошо сушатся в микроволновке.	10

## 2.4. Реализация проекта: оформление учебной коллекции растений

Благодаря полученному гранту от всероссийской платформы «Реактор» (5000 руб.) за успехи в научных исследованиях в 2021-2022 уч.г., мы смогли приобрести семена бобовых растений разных видов и оформить их в виде коллекции, которую можно использовать на уроках биологии: формат А1 (Приложение II). Часть семян мы собрали для коллекции самостоятельно. Коллекция включает 30 образцов семян бобовых растений (16 образцов куплено, 14 – собрано нами в природе). Для оформления коллекции были подобраны авторские фотографии растений (клевер, лядвенец, люцерна округлая, люцерна желтая, гледичия, карагана, робиния, церцис, горошек крупноцветковый, горошек волосистый, горошек мохнатый, фасоль темно-красная, альбиция, горох) и частично фотографии из интернет-источников (индигофера, люпин, горошек душистый, софора японская, бобовник, аморфа, мимоза, солодка, маш, соя, нут, фасоль овощная, арахис, чечевица). Часть семян использовалась нами для выращивания растений в малых ёмкостях для получения недостающих частей в гербарий.

*Оформление учебного гербария «Строение бобовых растений».* После сушки в гербарной папке все 48 видов бобовых растений были оформлены в гербарий для дальнейшего использования в учебном процессе (Приложение IV). Для оформления гербария была изучена специальная литература по гербаризации растений [4, 6], все образцы были выложены на плотные листы бумаги формата А4, прикреплены с помощью тонких полосок бумаги, семена оформлены в блистер от таблеток. Также в гербарии отдельно представлены части цветка: парус, лодочка, весла, пестик и тычинки, чтобы удобно изучать строение цветка мотылькового типа в учебном процессе.

*Выращивание растений (или их частей) в малых ёмкостях для гербария.* Мы самостоятельно вырастили 16 видов бобовых растений в малых емкостях, чтобы в дальнейшем оформить недостающие части растений в гербарий и создать электронный атлас развития растений: 1) горох посевной (*Pisum sativum* L.), 2) горошек душистый (*Lathyrus odoratus* L.), 3) маш, азиатская (золотистая) фасоль (*Vigna radiata* L.), 4) мимоза стыдливая (*Mimosa pudica* L.), 5) нут бара-

ний (*Cicer arietinum* L.), 6) соя культурная (*Glycine max* (L.) Merr.), 7) фасоль овощная сорта «Чёрный глаз» и 8) «Кидни» (*Phaseolus vulgaris* L.), 9) чечевица культурная (*Lens culinaris* L.), 10) люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus* Lindl.), 11) вязель корончатый (*Coronilla coronata* L.), 12) гледичия трёхколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.), 13) горошек мохнатый (*Vicia villosa* Roth.), 14) люцерна посевная (*Medicago sativa* L.), 15) лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.), 16) солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.). Все растения проросли, зацвели и дали бобы. Исключением стали: аморфа, индигофера, бобовник и арахис, которые так и не дали всходов. Это может быть связано с повышенной требовательностью к условиям произрастания (температура, влажность, освещение), необходимостью предварительной скарификации, а также качеством семенного материала. В нашем случае была температура 31-33°C, естественное солнечное освещение, регулярный полив.

## 2.5. Реализация проекта: создание объемного гербария с использованием эпоксидной смолы

Для оформления объемного гербария «Разнообразие бобовых растений» было куплено 2 набора для заливки («Art Resin» и «Resin extra»), состоящих из эпоксидной смолы (компонент А) и отвердителя (компонент В). Также был приобретен корректор для эпоксидных смол «Ероху Master» (позволяющий убирать пузырьки с поверхности), прямоугольная силиконовая форма для заливки, силиконовый стакан для смешивания компонентов (на 30 мл), силиконовая и деревянная палочки (Рисунок 4).

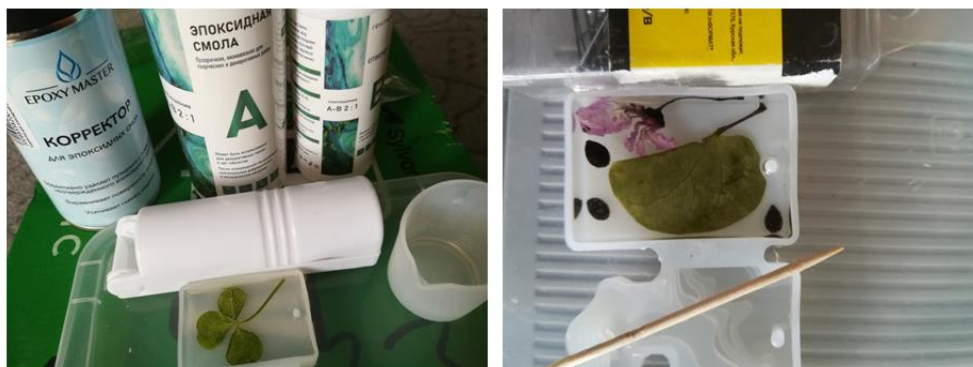


Рисунок 4. Заливка объемного гербария эпоксидной смолой (клевер, багрянник)

Заливка компонентов А:В производилась в пропорции 2:1 по инструкции. Смесь размешивалась силиконовой палочкой, максимально разбивая пузырьки воздуха (Рисунок 5).

Размешивание проводили в течение 3-5 минут, чтобы не произошло застывание смолы. При высоких температурах смесь очень быстро становится густой. Смешивание проводили при комнатной температуре (22-23°C). Подготовлены объемные гербарии с использованием эпоксидной смолы для 24 видов растений, формат образцов – А10 (Таблица 3).



Рисунок 5. Процесс работы и готовые образцы коллекции

Таблица 3.

Список видов и частей растений, использованных при подготовке объемного гербария «Разнообразие бобовых растений»

n/n	Вид растения	лист	цветок	боб	семена
1.	Глициния китайская ( <i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet)	+	+	+	-
2.	Церцис европейский ( <i>Cercis siliquastrum</i> L.)	+	+	-	+
3.	Гледичия трехколючковая ( <i>Gleditsia triacanthos</i> L.)	+	+	-	+
4.	Робиния лжеакациевая ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	+	+	-	-
5.	Альбиция ленкоранская ( <i>Albizia julibrissin</i> L.)	+	+	-	-
6.	Карагана древовидная ( <i>Caragana arborescens</i> Lam.)	+	+	-	+
7.	Бобовник анагиролистный ( <i>Laburnum anagyroides</i> Medik.)	+	-	+	+
8.	Люцерна хмелевидная ( <i>Medicago lupulina</i> L.)	+	+	-	-
9.	Люцерна малая ( <i>Medicago minima</i> L.)	+	+	+	-
10.	Люцерна посевная ( <i>Medicago sativa</i> L.)	+	+	+	-
11.	Метельник (дрок) ситниковый ( <i>Spartium junceum</i> L.)	+	+	+	-
12.	Чина клубненосная ( <i>Lathyrus tuberosus</i> L.)	+	+	+	-
13.	Чина луговая ( <i>Lathyrus pratensis</i> L.)	+	+	+	-
14.	Чина шершавая ( <i>Lathyrus hirsutus</i> L.)	+	+	-	-
15.	Лядвенец рогатый ( <i>Lotus corniculatus</i> L.)	+	+	+	+
16.	Горошек волосистый ( <i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray)	+	+	+	+
17.	Горошек мохнатый ( <i>Vicia villosa</i> Roth.)	+	+	-	+
18.	Донник желтый ( <i>Melilotus officinalis</i> Desr.)	+	+	-	+
19.	Фасоль овощная ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	+	+	-	+
20.	Лакрица (солодка) голая ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> L.)	+	+	+	+
21.	Секироплодник пестрый ( <i>Coronilla varia</i> L.)	+	+	+	-
22.	Астрагал субарктический ( <i>Astragalus alpinus</i> L.)	+	+	+	-
23.	Клевер ползучий ( <i>Trifolium repens</i> L.)	+	+	-	+
24.	Клевер земляничный ( <i>Trifolium fragiferum</i> L.)	+	+	-	-

## 2.6. Оценка социального эффекта проекта и SWOT-анализ

Предлагается оценка социального эффекта проекта с использованием метода альтернативной стоимости. Альтернативная стоимость может быть оценена в денежном выражении [11]. Для расчета выбраны альтернативные решения (упущенные возможности) и рассчитана их стоимость по каждому из социальных эффектов проекта (Таблица 4).

Предлагаемый перечень социальных эффектов для оценки:

- 1) удовлетворение познавательного интереса школьников;

- 2) получение возможности работы с натурными объектами;
- 3) широкий открытый доступ для всех учеников (бесплатно);
- 4) расширение представлений школьников о бобовых растениях.

Альтернативная стоимость проекта: общая сумма расходов по проекту составила 7 148,5 руб., сумма альтернативных расходов (от упущенной выгоды): на 1 чел. – 3 155 руб., на группу (класс) из 25 чел. (с сопровождением) – 83 902 руб. Социальный эффект окупает затраты по проекту.

Таблица 4

## Альтернативная стоимость проекта

Социальный эффект (содержание)	Альтернативная стоимость
- удовлетворение познавательного интереса школьников	Билет в ботанический сад (ПАБСИ, г. Кировск) – 150 руб./чел. (льготный) + 250 руб. (сопровождающий) + транспортные расходы – 830 руб./чел.
- получение возможности работы с натурными объектами	Школьные гербарии представлены единичными экземплярами, в школах нет возможности сравнения натуральных объектов одного семейства между собой. Ближайшие натурные объекты – в биологическом музее (г. Москва). Транспортные расходы (поезд) – от 2025 руб./чел. + 140 руб. (льготный билет); 3667 руб. + 280 руб. (взрослый).
- широкий открытый доступ для всех учеников	Можно работать всем классом. Транспортно-бытовые расходы на группу 25 чел. + сопровождение: 74 828 руб.
- расширение представлений о бобовых растениях (сувенирная продукция)	Закупка 1 брелка для школьников составит 10 руб., на группу 25 чел. – 250 руб.
Сумма расходов по проекту – <b>7 148,5 руб.</b>	Сумма альтернативных расходов: - на 1 человека – 3155 руб., - на группу (класс) из 25 чел. (с сопровождением) – <b>83 902 руб.</b>

Общее число человек, принимающих участие в реализации проекта: организаторы и исполнители проекта – 4 чел., участники апробации проекта – более 100 чел. (ученики 5-го класса, участники конференции).

Для оценки сильных и слабых сторон проекта проведен *SWOT-анализ*:

<p><b>СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уникальность идеи продукта;</li> <li>- привлекательность дизайна продукта;</li> <li>- возможность тиражирования;</li> <li>- легкость, компактность в хранении и транспортировки;</li> <li>- не требует особых условий хранения;</li> <li>- долговечность.</li> </ul>	<p><b>СЛАБЫЕ СТОРОНЫ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- длительная работа по сбору материалов для создания продукта (сбор растений в разные фенофазы);</li> <li>- повышение стоимости материалов;</li> <li>- сложность технологии изготовления образцов (образование пузырьков, четкое соблюдение пропорций компонентов, температура и пыль в помещении);</li> <li>- не все необходимые части растений можно собрать;</li> <li>- некоторая степень токсичности отвердителя смолы при попадании в организм.</li> </ul>
<p><b>ВОЗМОЖНОСТИ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможен сбор в любых регионах страны для расширения коллекции;</li> <li>- возможность запуска проекта для «народной науки» (организация инициативных групп в социальных сетях);</li> <li>- проведение образовательных и творческих</li> </ul>	<p><b>УГРОЗЫ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- индивидуальная аллергическая реакция;</li> <li>- возможность угрозы пандемии в будущем с запретом массовых мероприятий и ограничением доступа к коллекции;</li> <li>- возможные изменения СанПин-требований в будущем по ограничению работы с эпоксидной смолы;</li> </ul>

занятий (мастер-классов и обучающих семинаров) различной направленности; - возможность устраивать выставки без риска порчи образцов.	- возможно появление конкурентов с профессиональным оборудованием (3D-моделирование).
---	---

Предлагаемый проект имеет много сильных сторон и возможностей, в то же время выявлены некоторые слабые стороны проекта и возможные угрозы в будущем при его реализации.

## ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По учебным задачам проектно-исследовательской работы сформулированы следующие **выводы**:

1. Выбраны наилучшие способы фиксации растений – сушка в гербарной папке и фиксация в эпоксидной смоле. Остальные способы фиксации не долговечны, имеют ряд недостатков.

2. Оформлена учебная коллекция «Семена бобовых растений», включающая семена 30 видов растений.

3. Оформлены 49 учебных гербариев «Строение бобовых растений», включающих как собранные в Краснодарском крае, Мурманской области, так и выращенные самостоятельно растения. Часть из них уже оформлены в рамки и переданы для кабинета биологии.

4. Организовано выращивание 16-ти видов бобовых растений в малых емкостях для последующего оформления гербария.

5. Оформлен объемный гербарий «Разнообразие бобовых растений» с использованием эпоксидной смолы, который включает 24 вида растений.

6. Подготовлен электронный фотоальбом стадий развития 49-ти видов бобовых растений.

7. Изготовлена и распространена среди учеников 5-х классов сувенирная продукция по проекту – брелки с авторскими фотографиями и названиями бобовых растений.

*Гипотеза исследовательской части работы была доказана на основе результатов ранжирования способов фиксации растений.*

Заинтересованными лицами в реализации проекта являются образовательные организации, учителя биологии и ученики 5-6 классов, которые изучают ботанику.

**Новизна и личный вклад автора исследования:** проранжированы способы фиксации растений; создан уникальный гербарий бобовых растений с использованием эпоксидной смолы (24 экз.); создан учебный гербарий «Строение бобовых растений» (49 экз.); оформлена учебная коллекция семян бобовых растений (30 экз.), создан электронный фотоальбом развития бобовых (49 экз.). QR-код и ссылка на авторский онлайн-альбом развития растений: <https://youtu.be/xN13gV6bJ88>.



Проведена оцифровка гербарных образцов (доступны по ссылке):

<https://drive.google.com/drive/folders/1UJWSWvRq-s8gAhhxm6SVp92UsinByQuB?usp=sharing>

Объемный гербарий в учебных целях выполнен впервые, подобных работ с растениями ранее не проводилось. Эпоксидная смола, в основном, используется для создания украшений из сухих растений. Наш гербарий отличается от них тем, что в каждый из образцов включены части одного растения, тогда как для украшений используются единичные части растений (без учета научной составляющей). Проводится работа по оформлению патента.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биология. Живые организмы. Растения. Бактерии. Грибы. 6 класс: учебник / Д. И. Трайтак, Н. Д. Трайтак / Под ред. В. В. Пасечника. – М.: Мнемозина, 2020. – 160 с.
2. Бобовые растения // Экопортал, 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ecoportal.info/bobovye-rasteniya-semejstvo-bobovyx/>.
3. Ботанические коллекции – национальное достояние России: сборник научных материалов / Под ред. Л.А. Новиковой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – 408 с.
4. Бялт, В. В. Руководство по гербарному делу / В. В. Бялт, Л. В. Орлова, А. Ф. Потокин. – СПб: СПХФА, 2017. – 72 с.
5. Вахрушева, Л. П. Цветной атлас растений Крыма / Л. П. Вахрушева, Н. В. Воробьева. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2020. – 456 с.
6. Гуреева, И. И. Руководство по организации гербария и работе с гербарными коллекциями / И. И. Гуреева. – Томск: НИТГУ, 2017. – 193 с.
7. Плантариум: растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений, 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.plantarium.ru/>.
8. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения / В. С. Новиков, И. А. Губанов. – М.: Дрофа, 2018. – 416 с. – С. 238-254.
9. Растениеводство: практикум / В. А. Федотов, В. В. Коломейченко, Г. И. Дурнев и др. / Под ред. В.В Коломейченко. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 2022. – 392 с.
10. Флора Мурманской области: онлайн-классификатор, 2022 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.murman.ru/flora>.
11. Экономика. Практикум: учебное пособие / Е.А. Третьякова, А.А. Носков. – Пермь: ПГНИУ, 2020. – 290 с.
12. PlantNet. Plant Identification: определитель растений [Электронный ресурс на базе Android]: мобильное приложение. – URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.plantnet&hl=ru&gl=US>.

## Приложение I

### Фрагмент электронного фотоальбома развития бобовых растений (на примере сои овощной)



Внешний вид семян

День 6

День 7

День 10

День 12

День 14

Фаза 1. Прорастание. Становление проростка. Фаза 2. Всходы (появление первого листа).



День 17

День 22

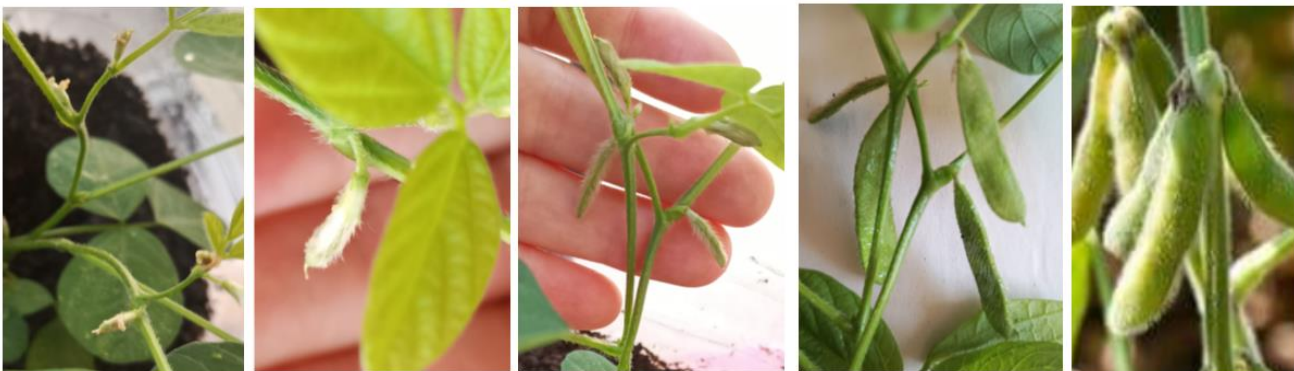
День 26

День 28

День 30

День 33

Фаза 3. Стеблевание и ветвление. Фаза 4. Бутонизация (день 28). Фаза 5. Цветение (день 30).



День 35

День 36

День 38

День 41

День 48

Фаза 6. Образование бобов (день 35). Фаза 7. Созревание. Фаза 8. Полная спелость (день 48).



Иллюстрации из фотоальбома развития растений (автор: Александров В.В., 2022)



### Приложение III



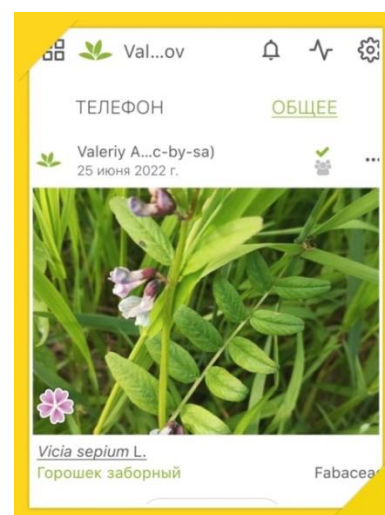
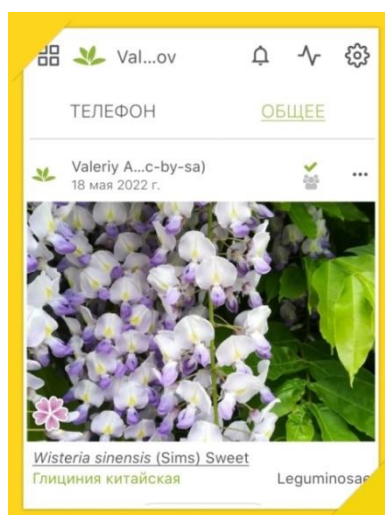
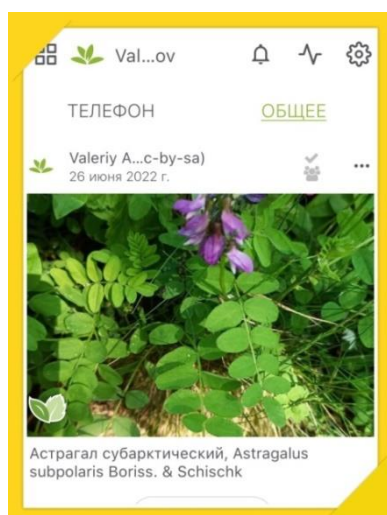
Сушка в гербарной папке



Выпрямление растений и определение их вида



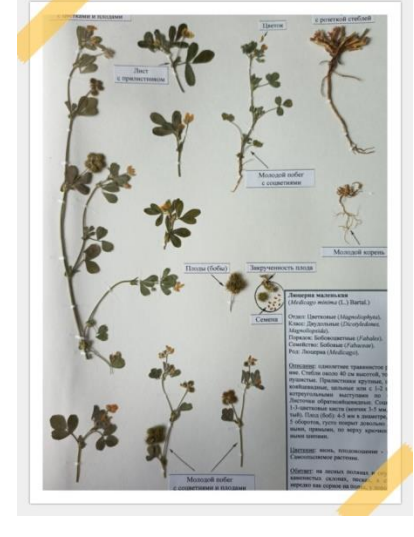
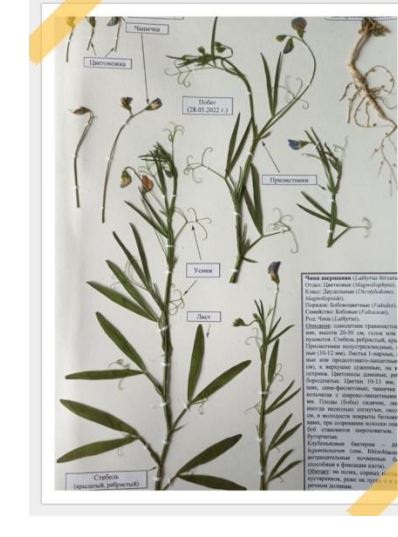
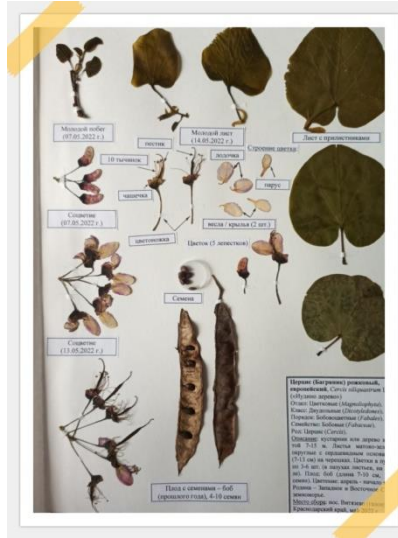
Оформление гербария в рамку для кабинета биологии



Внесение информации об обнаруженных растениях в базу мировой флоры

# Приложение IV

## Учебный гербарий «Строение бобовых растений» для 49-ти видов (на примере некоторых образцов)



**Приложение V**

**Исследуемые виды растений (полевой фотодневник)**



*Цветущая альбиция (13.07.2022) Молодые бобы гледичии (11.06.2022) Глициния цветет (10.05.2022)*



*Горошек мохнатый (31.05.2022) Донник желтый (10.06.2022) Клевер луговой (10.05.2022)*



*Люцерна хмелевидная (12.05.2022) Цветущий метельник (05.06.2022) Цветение лакрицы (13.06.2022)*

## Приложение VI

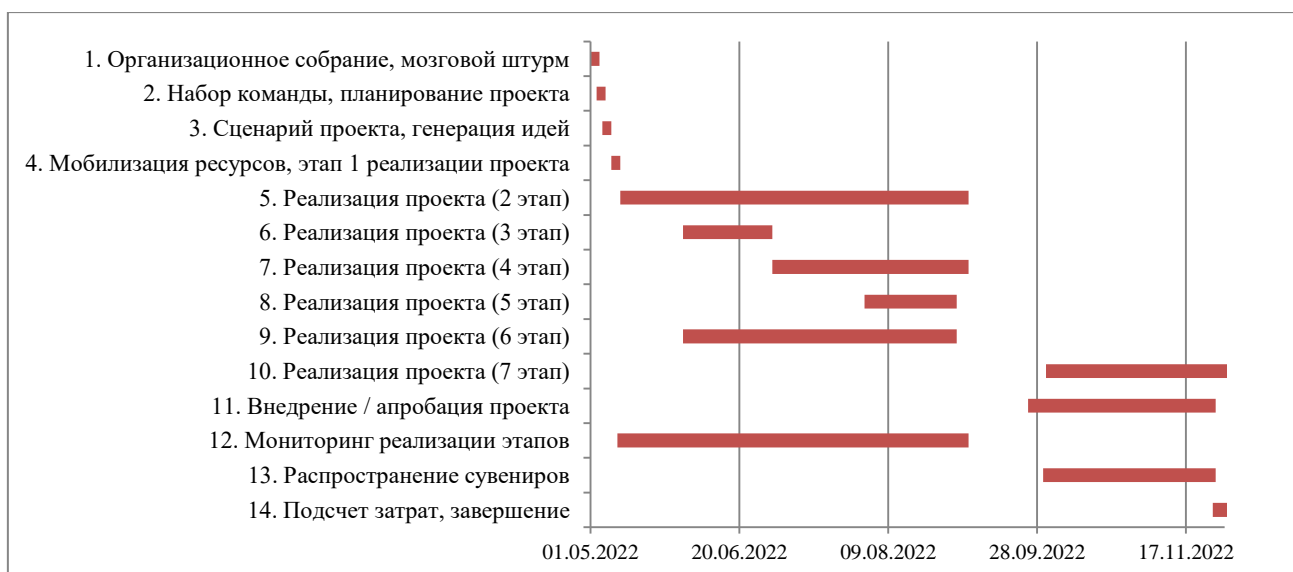
Таблица 5.  
Дневник наблюдения за развитием растений в полевых условиях (май-сентябрь)

Вид растения	Местообитание	Лист	Бутон	Цветение	Молодые бобы	Зрелые бобы
Глициния китайская ( <i>Wisteria sinensis</i> )	пос. Витязево (двор)	май		май-июнь	июнь-июль	сентябрь
Глициния обильноцветущая ( <i>W. floribunda</i> )						
Церцис европейский ( <i>Cercis siliquastrum</i> )	пос. Витязево (газон)	май		май-июнь	май-июль	сентябрь
Гледичия трехколючковая ( <i>Gleditsia triacanthos</i> )		май	июнь	июнь	июнь-август	сентябрь
Робиния лжеакациевая ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )		май		май-июнь	июнь-июль	август
Альбиция ленкоранская ( <i>Albizia julibrissin</i> )	пос. Витязево (газон, двор)	май	июнь	июль	август	сентябрь
Софора японская ( <i>Styphnolobium japonicum</i> )	пос. Витязево (газон)					
Карагана древовидная ( <i>Caragana arborescens</i> )	г. Мурманск (газон)				июль	август
Бобовник анагиролистный ( <i>Laburnum anagyroides</i> )	г. Анапа (парк «Ореховая роща»)				июль	август
Люцерна хмелевидная ( <i>Medicago lupulina</i> )	пос. Витязево (сорняк у дороги)	май				
Люцерна малая ( <i>M. minima</i> )		июнь	июль		август	
Люцерна посевная ( <i>M. sativa</i> )		май			июнь	
Люцерна округлая ( <i>M. orbicularis</i> )						
Люцерна серповидная ( <i>M. falcata</i> )	пос. Сукко, лесная зона	июль-август			сентябрь	
Метельник ситниковый ( <i>Spartium junceum</i> )	пос. Витязево (двор)	май	июнь		июль	
Чина клубненосная ( <i>Lathyrus tuberosus</i> )	пос. Витязево (сорняк у дороги)	июнь	июль		август	август
Чина луговая ( <i>L. pratensis</i> )	г. Мурманск (сорняк у дороги)		июль			август
Чина болотная ( <i>Lathyrus palustris</i> L.)	р. Лавна (лесная зона)	июнь-июль	июль-август			сентябрь
Чина шершавая ( <i>L. hirsutus</i> )	пос. Витязево (сорняк у дороги)	май-июнь				июль
Лядвенец рогатый ( <i>Lotus corniculatus</i> )		июнь	июль		август	
Лядвенец тонкий ( <i>L. glaber</i> )						
Горошек волосистый ( <i>Vicia hirsuta</i> )	пос. Витязево (песчаный склон)	май				
Горошек мохнатый ( <i>V. villosa</i> )	пос. Витязево (сорняк у дороги)	май	май	май-июнь	июнь-июль	июль-август
Горошек заборный ( <i>V. sepium</i> )	г. Мурманск, р. Лавна, пос. Зверосовхоз		июнь	июль		август
Горошек крупноцветковый ( <i>V. grandiflora</i> )	пос. Витязево (сорняк у дороги)	май				июнь
Горошек посевной ( <i>V. sativa</i> )						
Горошек узколистный ( <i>V. angustifolia</i> )						
Донник желтый ( <i>Melilotus officinalis</i> )	пос. Витязево	июнь		июнь-	июль	июль-

Вид растения	Местообитание	Лист	Бутон	Цветение	Молодые бобы	Зрелые бобы
Донник белый ( <i>M. albus</i> )	(пустырь)			июль		август
Лакрица (солодка) голая ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> )	пос. Витязево (сорняк у дороги)	июнь		июнь-август	июнь-август	август
Секироплодник пестрый ( <i>Coronilla varia</i> )		май	май	июнь-июль	июнь-июль	август
Астрагал субарктический ( <i>Astragalus alpinus</i> )	пос. Зверосовхоз (лесная зона у реки)	июнь	июнь	июнь	июль	июль-август
Клевер луговой ( <i>Trifolium pratense</i> )	г. Мурманск и Анапа (повсеместно)	май	май	май	июнь-июль	август
Клевер ползучий ( <i>T. repens</i> )			май-июнь	май-июнь		
Клевер земляничный ( <i>T. fragiferum</i> )	Витязево (у дороги)	июнь	июль	июль	август	август-сентябрь
Клевер гибридный ( <i>T. hybridum</i> )	Мурманск (у дороги)					
Вязель корончатый ( <i>Coronilla coronata</i> )	пос. Сукко (Кипарисовое оз.)	май-июнь	июнь-июль	июнь-июль	июнь-июль	июль-август
Стальник маленький ( <i>Ononis pusilla</i> )		июнь	июль	июль	август	сентябрь

## Приложение VII

## Проектная диаграмма Ганта



## Контрольные точки проекта:

Этап проекта	Начало	Продолжительность	Конец
1. Организационное собрание. Мозговой штурм по идеям, определяющим сюжет сценария проекта	01.05.2022	3	03.05.2022
2. Набор команды, распределение ролей, планирование проекта	03.05.2022	3	05.05.2022
3. Разработка сценария проекта в соответствии с ограничениями материальных и технических возможностей, генерация идей по сценарию	05.05.2022	3	07.05.2022
4. Мобилизация ресурсов. Реализация первого этапа проекта: сравнение способов фиксации растений	08.05.2022	3	10.05.2022
5. Реализация второго этапа проекта: наблюдение за фенофазами, сбор и сушка растений, создание фотоальбома развития растений	11.05.2022	117	04.09.2022
6. Реализация третьего этапа проекта: оформление коллекции семян	01.06.2022	30	30.06.2022
7. Реализация четвертого этапа проекта: оформление сухих растений в виде гербариев	01.07.2022	66	04.09.2022
8. Реализация пятого этапа проекта: заливка растений эпоксидной смолой, оформления объемного гербария	01.08.2022	31	31.08.2022
9. Реализация шестого этапа проекта: самостоятельное выращивание растений для гербаризации	01.06.2022	92	31.08.2022
10. Реализация седьмого этапа проекта: изготовление сувенирной продукции (брелков), печать фотоальбома	01.10.2022	61	30.11.2022
11. Внедрение / апробация проекта (уроки в 5-х классах, конференции)	25.09.2022	63	26.11.2022
12. Мониторинг реализации этапов проекта	10.05.2022	118	04.09.2022
13. Распространение готовых изделий	30.09.2022	58	26.11.2022
14. Подсчет затрат, оценка результативности, завершение проекта	26.11.2022	5	30.11.2022