

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА
С УГЛУБЛЕННЫМ ИЗУЧЕНИЕМ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДМЕТОВ № 6

ШКОЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРУЖОК

**Оценка
экологического состояния
дендрофлоры
хвойного участка
Перкальского арборетума
и степени декоративности
некоторых видов**

Работу выполнила:

Петросова Милена Альбертовна –
учащаяся 9 класса

Руководитель:

Маслобоева Марина Леонидовна –
учитель биологии

Консультант:

Шильников Дмитрий Сергеевич –
кандидат биологических наук,
заведующий «Эколого-ботанической станцией
Ботанического института имени В.Л. Комарова
Российской Академии наук»

г. Пятигорск – 2018 год

Оглавление:

	Стр.
1. Введение.....	3
2. Обзор литературы	
2.1. История озеленения Пятигорского курорта.....	6
2.2. Характеристика эталонного участка коренного машукского леса.....	6
2.3. Климато-географическая характеристика «Эколого-ботанической станции».....	7
2.4. Общая характеристика «Эколого-ботанической станции».....	7
2.5. История основания и развития Перкальского арборетум.....	7
2.6. Краткая характеристика Хвойного участка арборетума.....	10
2.7. Изучение результатов инвентаризации Пятигорского ботанического сада, проведенной в 1985 году.....	10
3. Методики исследования	
3.1. Методика оценки экологического состояния дендрофлоры.....	12
3.2. Методика оценки степени декоративности дендрофлоры.....	13
4. Результаты работы	
4.1. Объект исследования.....	18
4.2. Проведение исследования по оценке экологического состояния дендрофлоры	18
4.3. Результаты исследования по оценке экологического состояния дендрофлоры.....	18
4.4. Сравнительная характеристика состояния деревьев и кустарников, по результатам исследований 1985 и 2017 годов.....	19
4.5. Проведение исследования по оценке степени декоративности наиболее ценных видов древесных растений участка.....	20
4.6. Проведение исследования по оценке степени декоративности наиболее ценных видов древесных растений участка.....	20
4.7. Результаты исследования по оценке степени декоративности.....	20
5. Выводы.....	21
6. Заключение.....	23
7. Литература и Интернет-ресурсы.....	24
Приложение 1.....	25
Приложение 2.....	30

1. Введение

На северном склоне горы Машук находится удивительный уголок, о котором знают даже не все местные жители. Это - Перкальский арборетум. Его полное правильное название – «Эколого-ботаническая станция Ботанического института имени В.Л. Комарова Российской Академии наук».

В 2015 году член школьного экологического кружка Веселова Анна провела работу по сравнительной оценке дендрофлоры «Старой» части Перкальского арборетума. Был сделан вывод о хорошем и удовлетворительном экологическом состоянии представителей дендрофлоры «Старого» арборетума. Но мониторинг экологического состояния дендрофлоры «Старого» арборетума показывает негативную тенденцию. Сравнительный анализ дендрофлоры по результатам исследований 1985 и 2015 годов показывает уменьшение численности растений: деревьев – на 6%, кустарников – на 6,5%. Экологическое состояние деревьев и кустарников «Старого» арборетума в 2015 году в сравнении с экологическим состоянием 1985 года, ухудшилось. Доля деревьев с хорошим состоянием составила 80% (против 95% в 1985 году). Доля кустарников с хорошим состоянием составила 89% (против 93% в 1985 году). Причиной ослабления некоторых растений чаще всего является грибковая инфекция или поражение насекомыми - вредителям. Это характерно, в основном, для возрастных растений.

Предположение о проблемах загрязнения воздушной среды на территории арборетума не нашли подтверждения: арборетум расположен на значительном расстоянии от загруженных автотрасс и промышленных предприятий. Свидетельством чистоты воздуха на территории арборетума являются большое количество мхов и лишайников на деревьях. Возможными причинами ухудшения состояния дендрофлоры являются, по мнению работников станции, во-первых, довольно суровые климатические условия и неподходящая для многих видов почва; во-вторых, недостаточный уход за растениями в предыдущие годы.

В 2016 году другая учащаяся нашей школы Смирнова Анастасия продолжила работу по сравнительной оценке дендрофлоры IV сектора Новой части Перкальского арборетума. Был сделан вывод об удовлетворительном состоянии деревьев и кустарников IV сектора «Нового» арборетума (категория состояния «ослабленные»). Сравнительный анализ дендрофлоры по результатам исследований 1985 и 2016 годов показал уменьшение численности растений: деревьев – на 21%, кустарников – на 8%. Уменьшилось так же и число видов. Экологическое состояние деревьев IV сектора «Нового» арборетума в 2016 году в сравнении с экологическим состоянием 1985 года, ухудшилось (80% против 60% в 1985 году). Экологическое состояние кустарников практически не изменилось (96% против 98% в 1985 году).

Таким образом, мониторинг экологического состояния деревьев IV сектора «Нового» арборетума в 2016 году в сравнении с экологическим состоянием 1985 года, также показывает негативную тенденцию.

Возможными причинами ухудшения состояния деревьев, являются ошибки при закладке Нового арборетума, а так же, как и в случае со Старым арборетумом, довольно суровые климатические условия, неподходящая для многих видов почва и недостаточный уход за растениями в предыдущие годы.

Кроме экологического состояния в работе 2016 года была оценена степень декоративности наиболее ценных видов IV сектора «Нового» арборетума. Она составила от 32 до 40 баллов: таким образом, все эти виды могут быть рекомендованы для расширения ассортимента древесных растений для озеленения городов КМВ. Причем особого внимания заслуживают такие виды как Лжетсуга сизая, Бундук канадский и Церцис канадский (Катальпа бигнониевидная уже получила широкое распространение в городах КМВ).

Мы решили продолжить начатую работу и провели оценку экологического состояния Хвойного участка Перкальского арборетума. Подобное исследование, как и в отношении «Старого» и «Нового» участков, проводилось более 30 лет назад. Выбор Хвойного участка для изучения продиктован интересом к особенностям хвойных растений и их декоративными возможностями для расширения ассортимента древесных растений для озеленения городов КМВ.

Поэтому данная работа, направленная на оценку экологического состояния древесных и кустарниковых пород Хвойного участка арборетума, степени декоративности некоторых его представителей, является **актуальной и практически значимой**. Результатом этой работы должно стать проведение мероприятий по сохранению и дальнейшему развитию арборетума и расширению числа видов хвойных деревьев для озеленения КМВ.

Гипотеза. Согласно результатам проведенных в прошлые годы работ, предположение о проблемах загрязнения воздушной среды на территории арборетума не нашли подтверждения. Ухудшение экологического состояния дендрофлоры «Старого» и IV сектора «Нового» арборетума объясняется наличием большого числа возрастных деревьев, ошибками при закладке «Нового» участка, а так же недостаточным уходом за дендрофлорой, представляющей большую историческую, научную и практическую ценность. Мы предположили, что состояние Хвойного участка так же ухудшилось из-за ошибок при закладке данного участка и недостаточного ухода.

Таким образом, **объектом** данного исследования явилась дендрофлора Хвойного участка арборетума, а **субъектом** – ее экологическое состояние и декоративная значимость отдельных его представителей.

Целью проекта стало проведение работы по оценке экологического состояния древесно-кустарниковой растительности Хвойного участка «Эколого-ботанической станции Ботанического института имени В.Л. Комарова Российской Академии наук»; сравнение нынешнего экологического состояния с состоянием 32-летней давности и определение тенденции изменения экологического состояния древесно-кустарниковой растительности, а также степени декоративности наиболее ценных видов Хвойного участка Перкальского арборетума.

Задачи проекта. При работе над проектом, мы поставили перед собой и выполнили следующие задачи:

- Собрать дополнительные сведения об истории Перкальского арборетума.
- Изучить литературу по отдельным представителям деревьев и кустарников Хвойного участка арборетума.
- Познакомиться с данными инвентаризации Хвойного участка Перкальского арборетума, проводимой в 1985 году.
- Познакомиться с методиками визуальной оценки экологического состояния древесно-кустарниковой растительности.
- Познакомиться с методиками комплексной оценки декоративности древесно-кустарниковой растительности.
- Провести оценку экологического состояния древесно-кустарниковой растительности Хвойного участка арборетума.
- Провести оценку степени декоративности древесно-кустарниковой растительности некоторых представителей Хвойного участка.
- Сделать выводы о состоянии древесно-кустарниковой растительности Хвойного участка арборетума.
- Сделать сравнительный анализ состояния дендрофлоры Хвойного участка арборетума в 1985 и 2017 годах.
- Сделать вывод о тенденции изменения состояния дендрофлоры Хвойного участка арборетума.
- Рассмотреть видовое и численное соотношение хвойных и лиственных пород Хвойного участка арборетума.

- Сделать вывод о соответствии Хвойного участка своему назначению.
- Сделать вывод о степени декоративности пяти наиболее ценных видов деревьев Хвойного участка арборетума.
- Дать рекомендации по сохранению и использованию коллекции древесно-кустарниковой растительности Хвойного участка арборетума.

2. Обзор литературы

2.1. История озеленения Пятигорского курорта

Начало благоустройству Пятигорского курорта положил Командующий войсками на Кавказской линии и в Черномории генерал Г.А. Емануэль, осуществлявший и гражданскую власть на Северном Кавказе. При первом же посещении Горячих Вод в 1827 году он потребовал, чтобы посередине главной улицы был посажен бульвар. Вскоре необходимые работы были начаты, а в дальнейшем активно продолжены. В результате Пятигорск оделся в зеленый наряд, включающий в себя бульвар на центральной улице, Емануелевский парк вокруг Елизаветинского и Михайловского источников, а также Николаевский Цветник.^[1]

Приступая в 1827 году к озеленению Пятигорска, а в последствие и других городов Кавказских Минеральных Вод, садоводы испытывали немалую нужду в посадочном материале. Чтобы иметь его в достаточном количестве, нужен был питомник. И он появился осенью 1829 года в верховьях Горячеводской долины (в районе нынешней Академической галереи). Позднее в долине реки Подкумок за пределами тогдашнего Пятигорска, была отведена территория под огород и плодовый питомник, получившая впоследствии название Казенный сад (ныне здесь располагается парк культуры и отдыха им. С.М. Кирова). В 40-х годах он перерос рамки питомника и стал превращаться в коллекцию местной и привезенной флоры. Но в конце XIX века город стал приближаться к границам Казенного сада, который все больше приспособливался для развлечений и уже не мог быть дендрарием. И тогда было решено, что дело, начатое здесь, будет продолжено в другом месте.^[1]

Наиболее подходящим оказалось место в нижней части северного склона Машука – с относительно пологими уклонами, плодородными почвами, достаточным количеством влаги. Видимо, сыграло роль и наличие здесь караулки, за которой уже прочно утвердилось название Перкальская – по имени польского дворянина Перхальского. Перхальский был участником польского восстания 1830-1831 годов, за что его разжаловали в солдаты и сослали на Кавказ (в «теплую Сибирь»). Как раз в 1832 году российский Комитет по лесной части разрешил своим службам на местах «требовать в лесную стражу людей из военного ведомства». И Перхальский был определен в должности лесного объезчика Бештаугорской лесной дачи. Он много лет прожил в караулке на северном склоне Машука. Неудивительно, что за караулкой закрепилась его фамилия, ставшая ее названием. А затем название это распространилось и на ближайшие географические объекты, правда, в несколько искаженном виде – Перкальский.^[1]

2.2. Характеристика эталонного участка коренного машукского леса

Перкальская скала сложена травертиновыми известняками. Это один из эталонных участков Машука с сохранившимися от одной из ксеротермических эпох прошлого

фрагментами ореоксерофильной флоры. Здесь ютятся (несмотря на сильные разрушения скалы каменоломнями) такие редкие, занесенные в Красную книгу России, растения, как ясень высокий, граб кавказский, дубы черешчатый и скальный, клены остролистный и полевой, груша кавказская, вишня птичья, боярышники пятипестичный и однопестичный, мушмула германская, кизил обыкновенный, лещина обыкновенная, бересклеты европейский и бородавчатый. В этом лесу встречаются и виды травянистых растений, занесенные в Красную книгу России: *Ornithogalum arcuatum*, *Cephalanthera damasonium*, *C. rubra*, *Galanthus angustifolius*, *Platanthera bifolia*.^[6]

2.3. Климато-географическая характеристика «Эколого-ботанической станции»

Географическое положение административного здания станции: 44° с.ш. и 43° в.д. Высота территории над уровнем моря: от 580 до 610 м.^[1]

Климат умеренно континентальный. Среднегодовая температура составляет 8,7°С тепла. Среднегодовая температура июля +21,8°С, января –4,1°С. безморозный период составляет в среднем за год 179 дней (максимально 223 дня, минимально 139 дней). Осадков выпадает в среднем за год 587 мм (максимальное количество – 687 мм, минимальное – 351 мм).^[1]

Почвы на этом участке машукского склона в основном черноземные. Здешные черноземы специалисты определяют, как карбонатный типичный тяжелосуглинистый и деградированный маломощный суглинистый щебневатый на делювии меловых известняков.^[1]

2.4. Общая характеристика «Эколого-ботанической станции»

Территория станции составляет 13,4 га. Выделяют четыре основных участка:

- Старый арборетум (территория 1 га) представляет собой прямоугольник, вытянутый вдоль склона.
- Новый арборетум (территория 4 га) представляет собой неправильной формы многоугольник, расположенный в небольшой ложине между Машуком и Перкальской скалой, и включающий пять секторов.
- Участок хвойных пород (территория 1 га).
- Четвертый участок (территория 9,4 га), не имеющий названия, используется в разных целях – для карантина, для производственных испытаний и т.п.; так же здесь заложен новый отдел арборетума «Ксерофильное мелколесье».^[1]

2.5. История основания и развития Перкальского арборетума

Итак, в 1879 году на северном склоне Машука был основан питомник, названный Перкальским. Расположен он среди лесного массива, в котором преобладают ясень *Fraxinus excelsior* L., граб *Carpinus betulus* L., два вида дуба (*Quercus robur* L., *Petraea* L.), бук *Fagus*

orientalis L., ильм *Ulmus scabra* Mill., клён *Aber platanoides*, липа *Tilia caucasica* Rupr., *T. platyphyllas* Scap. и другие породы. На территории питомника в разное время заложены участки дендрологических насаждений, известные под названием Перкальского арборетума и служащие маточно-семенной базой питомника.^[6]

Первый участок, заложенный в начале XX века, - Старый арборетум - имеет форму вытянутого поперёк склона прямоугольника. Большую роль в его организации сыграл учёный лесовод В. М. Васильев, окончивший в 1899 году Петербургский лесной институт. Он закупил в питомнике графа Замойского во Львове саженцы ценных и редких древесных видов и садовых форм. В предоктябрьский период питомник, на основе созданной маточной базы, выращивал около 50 различных древесных видов и садовых форм. Многие деревья и кустарники Старого арборетума хорошо сохранились до настоящего времени, а некоторые являются уникальными для всего Северного Кавказа. К ним относятся пурпуроволистный бук лесной, ель колючая, тисс ягодный колонновидный, пурпуроволистная лещина, орех чёрный, платан западный, груша лохолистная, дуб турецкий и многие другие деревья и кустарники.^[1]

В 1929 году по проекту В. М. Васильева на площади 4 гектаров на северо-восточном склоне Перкальской скалы горы Машук был заложен дендрологический сад - Новый арборетум. Целью закладки насаждений были интродукция и испытание новых древесных экзотов для обогащения озеленительного и лесного хозяйства района КМВ. На базе арборетума в 1929 г. была создана опытная станция ВИР, затем – Древоводственная опытная станция.^[1]

С 1936 г. она – уже как Лесо-парковая опытная станция – проделала большую роль по интродукции, испытанию и внедрению новых ценных видов и форм деревьев и кустарников в производство. Ежегодно выписывались семена, черенки, сеянцы и саженцы из различных отечественных и зарубежных акклиматизационных учреждений.^[1]

К 1941 году в Перкальском арборетуме насчитывалось около 400 видов и садовых форм; на посевном интродукционном участке выращивалось до 700 видов. В коллекции травянистых и цветочных многолетников были накоплены 500 видов и 300 форм. В 1941 году питомник занимал площадь 60 гектаров и выпускал 13 видов хвойных, 80 видов и форм лиственных деревьев, 58 кустарников, 7 лиан, 20 сортов роз и другие декоративные растения.

Великая Отечественная война внесла свои коррективы. Послевоенные годы – годы забвения Перкальского арборетума, как и множества других подобных учреждений страны. Суммарная деградация видового состава достигла к восьмидесятым годам 80%, сохранились лишь около 250 таксонов, натурализовавшихся здесь и не требующих ухода. Арборетумом был утрачен статус научного учреждения.^[1]

В 1982 году на базе Перкальского арборетума организован опорный пункт Ботанического института АН СССР. Учёный агроном А. Д. Михеев начал кропотливую научную и методическую работу по восстановлению арборетума. Его усилиями коллекция арборетума была доведена до прежнего уровня – около 1200 наименований.^[1]

В настоящее время заведующим «Эколого-ботанической станции Ботанического института имени В.Л. Комарова Российской Академии наук» является кандидат биологических наук Шильников Дмитрий Сергеевич.

2.6. Краткая характеристика Хвойного участка арборетума

Насаждения Хвойного участка, самого позднего по закладке, в большей части соответствует его названию. По данным инвентаризации в нем хвойных пород в два раз больше, чем лиственных. Этот участок заложен на месте бывших школ хвойных пород, что объясняет рядовое размещение большинства деревьев в нем. Здесь собраны хвойные деревья разных географических зон. Лиственные породы вкраплены между хвойных, угнетены. Среди хвойных хорошо выделяется группа берез, а из ценных лиственных нужно отметить одно дерево – лириодендрон тюльпанный и чахлые посадки гинкго двулопастного. На участке расположены небольшие прудики, снабжаемые из водопровода слабо-минерализованной водой из источника. Раньше этим водопроводом пользовались для полива в засушливые дни. Но в настоящее время прудики сильно заилены, заросли камышом. В ландшафтном отношении территория требует серьезной работы, чтобы разбить монотонность рядовых посадок.

2.7. Изучение результатов инвентаризации Пятигорского ботанического сада, проведенной в 1985 году

В 1985 году Государственным комитетом СССР по лесному хозяйству, Всесоюзным объединением «Леспроект» и Северо-Западным лесоустроительным предприятием была проведена полная инвентаризация и подготовлен план строительства Пятигорского ботанического сада.^[5]

Нами были изучены материалы по инвентаризации IV сектора Новой части Перкальского арборетума. Результаты оценки состояния дендрофлоры представлены в таблицах (Приложение 2. Таблицы 3, 4 и 5).

Анализ результатов инвентаризации позволяет сделать вывод об удовлетворительном состоянии дендрофлоры Хвойного участка Перкальского арборетума: на момент проведения исследования: состояние 98% деревьев и 60% кустарников было охарактеризовано как удовлетворительное. Для поддержания и улучшения состояния дендрофлоры предусматривался

ряд оздоровительных мероприятий: общий уход, удаление мелкой поросли, обрезка поврежденной кроны, санитарная вырубка.

3. Методики исследования

3.1. Методика оценки экологического состояния дендрофлоры

Существуют различные методы экологической оценки состояния деревьев – визуальные, химические, биометрические, дендрохронологические, а так же методы брио- и лишеноиндикации.

В своей работе мы использовали методики, предложенные в книгах Т.Я. Ашихминой «Школьный экологический мониторинг» и Е.Г.Куликовой «Методы определения ценности деревьев в городских насаждениях». Данные методики просты в исполнении, не требуют сложного оборудования и способны объективно оценить состояние дендрофлоры.

Экологическая оценка зеленых насаждений проводится в целях получения объективной и достоверной информации о количестве и видовом составе растительности на определенной территории; устойчивости, жизнеспособности, поврежденности древесных и кустарниковых растений. (Приложение 2. Таблица 1).

Экологическая оценка объектов зеленых насаждений включает:

- информацию о площади исследуемой территории;
- учет фактического количества произрастающих на этой площади древесных растений отдельно по их жизненным формам (деревья, кустарники), видам и возрастным категориям;
- экологическую оценку состояния деревьев и кустарников;
- интегральную оценку состояния всей растительности на объектах зеленых насаждений, используя коэффициент комплексной экологической оценки.

Для сбора данных проводятся полевые работы на всех объектах зеленых насаждений с применением методов детального (сплошного и выборочного) обследования.

Сплошной перечет древостоя производится только на объектах, где их количество по данным паспортов не превышает 300 шт.

На объектах с количеством деревьев более 300 шт. вместо сплошного перечета деревьев закладываются линейные или прямоугольные пробные площади (ПП) размером 400 кв. м, на которых проводится сплошной перечет древесных растений. После сбора и обработки данных о насаждениях на ПП формируется характеристика насаждений на всем объекте.

Определение среднего балла состояния каждого вида деревьев и кустарников производят по формуле:

$$K_1 = \frac{\sum b_i * n_1}{N},$$

где K_1 — коэффициент состояния отдельных видов деревьев;

b_i — баллы состояния отдельных деревьев;

n_1 — общее число деревьев каждого балла состояния;

N — общее число учтенных деревьев данного вида;

Σ — сумма.

Определение коэффициента состояния деревьев в целом (K_D), проводят, определяя среднее арифметическое средних баллов состояния различных видов деревьев на данном участке:

$$K_D = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{\text{число видов деревьев.}}$$

Определение коэффициента состояния кустарников в целом (K_K) проводят, определяя среднее арифметическое средних баллов состояния различных видов кустарников на данном участке:

$$K_K = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{\text{число видов кустарников.}}$$

В целях мониторинга динамики состояния насаждений и выявления происшедших изменений интегральную оценку экологического состояния объектов ЗНОП целесообразно проводить периодически 1 раз в 3-5 лет.^{[2],[3],[4]}

3.2. Методика оценки степени декоративности дендрофлоры

Данная методика описана в работе Залывской О.С. и Бабич Н.А. «Шкала комплексной оценки декоративности деревьев и кустарников в городских условиях»^[5].

Другие методики не дают полной оценки декоративности дендрофлоры, учитывая либо только санитарное состояние растительности, либо динамику возрастных изменений основных признаков архитектоники кроны (ее форма, структура, фактура), либо отдельные признаки декоративности (особенности цветения и плодоношения, летнюю и осеннюю окраску листьев). Методика Залывской О.С. и Бабич Н.А. дает полную комплексную оценку декоративности деревьев и кустарников, позволяя определить виды, наиболее пригодные для озеленения городских ландшафтов.

Согласно данной методике, оценка степени декоративности древесных растений дается по десяти критериям:

- архитектоника кроны;
- длительность цветения;
- обилие цветения;
- окраска и величина цветков;
- привлекательность внешнего вида плодов;

- аромат цветков и плодов;
- цветовая гамма осенней окраски листьев;
- продолжительность облиствления;
- поврежденность растений;
- зимостойкость вида.

1) *Архитектоника кроны* – строение и форма кроны – в летний и зимний периоды играет большую роль в декоративности вида. Все встречающиеся естественные формы крон древесных пород могут быть сведены к следующим: раскидистая (неправильная), пирамидальная, овальная, зонтичная, шаровидная, плакучая, вьющаяся, стелющаяся и подушечная. Оценка декоративности кроны производится по 4-х балльной системе:

- 4 балла – растения отличаются четко выраженной формой кроны, оригинальностью ее строения;
- 3 балла – растения, сохранившие свой гибитус, имеющие хорошо сформированные ствол и ветки кроны;
- 2 балла – растения с заметным угнетением и деформированной кроной, имеются сухие побеги и ветки, ствол поврежден;
- 1 балл – растения сильно угнетены, ветки отмирают на 60-70%, крона сильно деформирована, ствол сильно поврежден.

2) *Длительность и обилие цветения* при условии неаллергичности пыльцы имеет большую роль в эстетичности растения. По продолжительности цветения древесные породы разделены на следующие группы, которые оцениваются по 6-и балльной системе:

- 5 баллов – продолжительно цветущие (дольше 1 месяца);
- 4 балла – средней продолжительности цветения (2 недели - 1 месяц);
- 3 балла – непродолжительно цветущие (1-2 недели);
- 2 балла – короткоцветущие (до 1 недели);
- 1 балл – цветущие только при определенных условиях среды;
- 0 баллов – не цветущие в данных условиях.

3) *Обилие цветения и плодоношения* оцениваются по 6-и балльной системе:

- 5 баллов – цветки, завязи, шишки и плоды в обильном количестве имеются у большей части деревьев и кустарников;
- 4 балла - цветки, завязи, шишки и плоды имеются у большей части деревьев и кустарников;

- 3 балла - цветки, завязи, шишки и плоды в достаточном количестве имеются у многих деревьев и кустарников;
 - 2 балла - цветки, завязи, шишки и плоды в небольшом количестве имеются у многих деревьев и кустарников;
 - 1 балл - цветки, завязи, шишки и плоды в небольшом количестве имеются на отдельных деревьях и кустарниках;
 - 0 баллов - цветки, завязи, шишки и плоды отсутствуют.
- 4) *Окраска и величина цветков* иногда являются решающей декоративной деталью, особенно это относится к декоративным кустарникам. По данному критерию растения оцениваются по 6-и балльной системе:
- 5 баллов – цветки и соцветия весьма крупные (10 см и более), окраска заметно выражена, весьма привлекательна, не изменяется под действием солнечных лучей;
 - 4 балла – цветки и соцветия крупные (5-10 см), окраска привлекательная;
 - 3 балла – цветки и соцветия небольшие (2-5 см), окраска тусклая;
 - 2 балла – цветки и соцветия мелкие (до 2 см), невзрачные;
 - 1 балл – цветки практически не заметные, ослабленные или пониклые;
 - 0 баллов – цветков в данных условиях нет.
- 5) *Привлекательность внешнего вида плодов* оцениваются по сочетанию размеров и формы плодов по 5-и балльной системе:
- 5 баллов – плоды очень красивые, размеры от средних до крупных, форма правильная, с красивой покровной тканью, удерживаются на ветвях несколько месяцев;
 - 4 балла – плоды очень красивые, размеры от средних до крупных, форма правильная, с красивой покровной тканью, удерживаются на ветвях несколько месяцев;
 - 3 балла – плоды удовлетворительного вида, размеры от мелких до средних, неправильной формы, удерживаются на ветвях не более 2-х месяцев;
 - 2 балла – плоды некрасивые, мелкие, форма неприглядная;
 - 1 балл – плоды очень мелкие и невзрачные.
- 6) *Аромат цветков и плодов* дает приятные ощущения, возникающие при воздействии пахучих веществ на рецепторы слизистой оболочки носа. У цветков и плодов аромат определяется по 5-и балльной системе:

- 4 балла – очень сильный;
- 3 балла – сильный;
- 2 балла – средний;
- 1 балл – слабый, в том числе и неприятный;
- 0 баллов – отсутствие аромата.

7) *Цветовая гамма осенней окраски листьев* заслуживает внимательного изучения, так как может придавать неповторимость любому участку города. По разнообразию осенней окраски листьев древесные породы можно разделить на 2 группы:

- породы, у которых все листья растений данного вида имеют один доминирующий цвет;
- породы, имеющие разнообразную осеннюю цветовую гамму у растений одного вида, различных расцветок листьев на одном и том же экземпляре (а иногда и у одного и того же листа) бывает от трех до семи и более.

Яркость осенней окраски листьев древесных пород и продолжительность сохранения ее в значительной мере зависят от условий осенней погоды, возраста и видовых особенностей. Таким образом, дифференциация на баллы зависит от разнообразия осенней окраски, яркости и продолжительности ее сохранения. Оценка дается визуально, по 5-и балльной системе. Предполагается присваивать максимальные 5 баллов экземпляру с наиболее привлекательной цветовой гаммой. Далее – по убывающей до минимального 1 балла.

8) *Длительность облиствления* в течение всего вегетационного периода имеет существенное значение. Предлагается оценка по 4-х балльной системе:

- 5 баллов – присваиваются вечнозеленым растениям;
- 4 балла – присваиваются древесным породам с рано распускающимися и поздно опадающими листьями;
- 3 балла – присваиваются древесным породам с рано распускающимися и рано опадающими листьями;
- 2 балла – присваиваются древесным породам с поздно распускающимися и рано опадающими листьями.

9) *Поврежденность* растений включает в себя наличие или отсутствие дупел, суховершинности, усыхания больших скелетных сучьев, наличие или отсутствие повреждений вредителями и болезнями. Учитывается наличие различной патологии на листьях. Таким образом, поврежденность растений также относится к внешнему

облику дендрофлоры. Балльная оценка дается по степени поврежденности от 1 балла (наиболее поврежденные экземпляры) до 5 баллов (практически здоровые).

- 10) *Зимостойкость* вида неизбежно влияет на внешний вид растений и оценивается по 7-и балльной шкале ГБС АН, при этом в нашей методике 5 баллов присваиваются растению с зимостойкостью I балл по шкале ГБС, 4 балла соответствуют II баллам по шкале ГБС, 3 балла – обмерзание III и IV по шкале ГБС, 2 балла соответствуют V, 1 балл – VI, а 0 баллов – VII по шкале ГБС.

Таким образом, баллы, присвоенные по всем 10 критериям, суммируются, в результате получается общий балл декоративности. Соответственно растение, получившее суммарный балл 48, обладает наиболее привлекательным внешним видом. (Приложение 2. Таблица 2).

Наиболее высокую степень декоративности (40 и более баллов) имеют такие распространенные древесные породы как ель колючая, роза морщинистая, сирень венгерская, смородина золотистая, ирга обильноцветущая и ирга иглистая, рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная. Высокой декоративностью (30-40 баллов) обладают арония черноплодная, боярышник кроваво-красный, бузина красная, жимолость татарская, карагана древовидная, кизильник блестящий, липа мелколистная, тополь бальзамический. Средней степени декоративности (до 30 баллов) соответствуют березы повислая и пушистая, ива белая, ольха черная, тополь дрожащий.

4. Результаты работы

4.1. Объект исследования

В период с сентября по ноябрь 2017 года мы продолжили исследование состояния дендрофлоры на территории «Эколого-ботанической станции Ботанического института имени В.Л. Комарова Российской Академии наук».

Был определен следующий объект исследования: Хвойный участок Перкальского арборетума, площадью примерно 1 га.

4.2. Проведение исследования по оценке экологического состояния дендрофлоры Хвойного участка арборетума

При проведении работы последовательность наших действий была следующей:

1. Определили виды деревьев и кустарников, которые на нем растут.
2. Нашли и изучили информацию по данным видам деревьев и кустарников.
3. Используя указанные методики, определили баллы состояния отдельных деревьев и кустарников каждого вида — b_1, b_2, b_3 и т. д.
4. Определили средний балл состояния каждого вида деревьев.
5. Определили средний балл состояния каждого вида кустарников аналогично.
6. Определили коэффициент состояния деревьев в целом (K_D), который определяется как среднее арифметическое средних баллов состояния различных видов деревьев на данном участке.
7. Определили коэффициент состояния кустарников в целом (K_K) аналогично.
8. Определили соотношение деревьев с хорошим, удовлетворительным и плохим состоянием.
9. Определили соотношение кустарников с хорошим, удовлетворительным и плохим состоянием.
10. Определили видовое и численное соотношение хвойных и лиственных пород.
11. Провели оценку степени декоративности пяти видов хвойных деревьев.

4.3. Результаты исследования по оценке экологического состояния дендрофлоры Хвойного участка арборетума

4.3.1. Баллы состояния отдельных деревьев каждого вида занесены в таблицу (Приложение 2. Таблица 6).

4.3.2. Результаты определения баллов состояния отдельных кустарников каждого вида

Баллы состояния отдельных кустарников каждого вида занесены в таблицу (Приложение 2. Таблица 7).

4.3.3. Результаты определения средних баллов состояния каждого вида деревьев

Средние баллы состояния каждого вида деревьев занесены в таблицу (Приложение 2. Таблица 8).

4.3.4. Результаты определения средних баллов состояния каждого вида кустарников

Средние баллы состояния каждого вида кустарников занесены в таблицу (Приложение 2. Таблица 9).

4.3.5. Результаты определения коэффициента состояния деревьев в целом (K_D)

Рассчитали коэффициент состояния деревьев в целом (K_D):

$$K_D = 3.$$

4.3.6. Результаты определения коэффициента состояния кустарников в целом (K_K)

Рассчитали коэффициент состояния кустарников в целом (K_K):

$$K_K = 2,9.$$

Результаты определения состояния деревьев и кустарников отражены в таблице и диаграмме. (Приложение 2. Таблица 10). (Приложение 1. Диаграмма 1).

4.3.7. Результаты определения соотношения деревьев с хорошим, удовлетворительным и плохим состоянием

Определили соотношение деревьев с хорошим, удовлетворительным и плохим состоянием:

$$\text{хорошее} - 29 / 330 * 100\% = 9\%;$$

$$\text{удовлетворительное} - 260 / 330 * 100\% = 79\%;$$

$$\text{плохое} - 41 / 330 * 100\% = 12\%.$$

4.3.8. Результаты определения соотношения кустарников с хорошим, удовлетворительным и плохим состоянием

Определили соотношение кустарников с хорошим, удовлетворительным и плохим состоянием:

$$\text{хорошее} - 38 / 187 * 100\% = 20\%;$$

$$\text{удовлетворительное} - 137 / 187 * 100\% = 73\%;$$

$$\text{плохое} - 12 / 187 * 100\% = 7\%.$$

4.4. Сравнительная характеристика состояния деревьев и кустарников, по результатам исследований 1985 и 2017 годов

Сравнительная характеристика состояния деревьев и кустарников, по результатам исследований 1985 и 2017 годов, отражена в диаграмме (Приложение 1. Диаграмма 2).

4.5. Определение видового и численного соотношения лиственных и хвойных пород

Результаты определения видового и численного соотношения лиственных и хвойных пород отражены в таблице. (Приложение 2. Таблица 11).

4.6. Проведение исследования по оценке степени декоративности наиболее ценных видов древесных растений участка

При проведении работы последовательность наших действий была следующей:

1) Определили пять наиболее ценных видов дендрофлоры исследуемого участка:

- Гинкго двулопастной (*Ginkgo biloba*);
- Лжетсуга сизая (*Pseudotsuga glauca*);
- Можжевельник обыкновенный ф. колоновидная (*Juniperus communis*);
- Пихта кавказская (*Abies nordmanniana*);
- Сосна крымская Палласа (*Pinus pallasiana*).

2) Нашли и изучили информацию по данным видам древесных растений.

3) Используя описанную выше методику, определили баллы декоративности по десяти критериям, изучая экземпляры данных видов на участке и используя литературные источники.

4) Определили суммарный балл степени декоративности каждого вида.

4.7. Результаты исследования по оценке степени декоративности наиболее ценных видов древесных растений участка

Определили баллы по десяти критериям степени декоративности и суммарный балл степени декоративности каждого исследуемого вида. Результаты занесли в таблицу. (Приложение 2. Таблица 12.)

5. Выводы

Экологическое состояние деревьев Хвойного участка арборетума в основном является удовлетворительным (категория состояния «ослабленные»). Небольшое количество деревьев относятся к категориям состояния «без признаков ослабления» и «сильно ослабленные».

Экологическое состояние кустарников Хвойного участка в основном является хорошим и удовлетворительным. Небольшое количество кустарников относится к категории «сильно ослабленные».

Лучшее состояние кустарников объясняется разрастанием некоторых малоценных видов, таких как Роза собачья и Сирень обыкновенная.

В целом, экологическое состояние дендрофлоры Хвойного участка арборетума «Эколого-ботанической станции Ботанического института имени В.Л. Комарова Российской Академии наук» можно считать хорошим и удовлетворительным.

Сравнительный анализ дендрофлоры по результатам исследований 1985 и 2017 годов показывает уменьшение численности деревьев (на 12%) и увеличение численности кустарников за счет малоценных видов (на 11%). Число видов при этом не изменилось.

Экологическое состояние деревьев Хвойного участка арборетума в 2017 году в сравнении с экологическим состоянием 1985 года, незначительно ухудшилось. Экологическое состояние кустарников практически не изменилось. Таким образом, большинство древесных растений находится в удовлетворительном и довольно большое количество – в хорошем экологическом состоянии. Доля деревьев с удовлетворительным состоянием составила 79% (против 75% в 1985 году), с хорошим – 9% (против 16% в 1985 году). Доля кустарников с удовлетворительным состоянием составила 73% (также как и в 1985 году), с хорошим - 20% (против 6% в 1985 году).

Мониторинг экологического состояния деревьев Хвойного участка арборетума в 2017 году в сравнении с экологическим состоянием 1985 года, показывает незначительное ухудшение.

Мониторинг экологического состояния кустарников Хвойного участка арборетума в 2017 году в сравнении с экологическим состоянием 1985 года, показывает незначительную положительную тенденцию.

Таким образом, в целом, мы увидели отсутствие негативной тенденции экологического состояния Хвойного участка. Это можно объяснить тем, что Хвойный участок был заложен позже, чем ранее исследованные участки («Старый» арборетум и IV участок «Нового» арборетума) и состоит из достаточно распространенных и изученных видов (в отличие от экзотического видового состава участков, исследованных ранее). Незначительное ухудшение

экологического стояния деревьев может быть объяснено ошибками при закладке участка и недостаточным уходом за растениями в предыдущие годы, прежде всего отсутствием прореживания и санитарной рубки.

Видовое соотношение хвойных и лиственных пород Хвойного участка составило 42 к 19 (доля хвойных пород составляет 31%). Численное соотношение хвойных и лиственных пород Хвойного участка составило 300 к 217 (42%). Таким образом, хвойных пород меньше, чем лиственных как по видовому, так и по численному составу: название, а, следовательно, и назначение участка не вполне соответствует его составу.

Степень декоративности наиболее ценных видов хвойных деревьев Хвойного участка арборетума оценена как высокая – от 32 до 40 баллов:

- Гинкго двулопастной (*Ginkgo biloba*) – 33 балла;
- Лжетсуга сизая (*Pseudotsuga glauca*) – 40 баллов;
- Можжевельник обыкновенный ф. колоновидная (*Juniperus communis*) – 33 балла;
- Пихта кавказская (*Abies nordmanniana*). 32 балла;
- Сосна крымская Палласа (*Pinus pallasiana*). 32 балла.

Таким образом, все эти виды могут быть рекомендованы для расширения ассортимента древесных растений для озеленения городов КМВ. При этом особого внимания заслуживают такие виды как Гинкго двулопастной, Лжетсуга сизая, и Можжевельник обыкновенный.

6. Заключение

Для поддержания и сохранения дендрофлоры, увеличения видового разнообразия Хвойного участка арборетума можно рекомендовать предпринимать следующие меры:

- Регулярно проводить санитарную очистку территории для предотвращения распространении инфекции и насекомых – вредителей.
- Осуществлять санитарную обработку (по возможности) зараженных растений.
- Осуществлять мониторинг (с частотой раз в 3-5 лет) состояния растительности всех частей арборетума с целью прогнозирования состояния растительности и более точного планирования работ на территории «Эколого-ботанической станции».
- Провести вырубку старых малоценных лиственных пород и на их место высадить ценные хвойные породы растений и кустарников для того, чтобы Хвойный участок соответствовал своему назначению.
- Расширить ассортимент хвойных древесных растений, используемых для озеленения городов КМВ за счет видов с высокой степенью декоративности, произрастающих в Хвойном участке Перкальского арборетума, таких как Гинкго двулопастной, Лжетсуга сизая, и Можжевельник обыкновенный и др.

Мы предложили заведующему «Эколого-ботанической станции» Шильникову Дмитрию Сергеевичу помощь в проведении необходимых мероприятий. И хотя он считает, что сотрудники станции, в целом, справляются со своей работой, помощь школьников и студентов лишней не будет. Кроме того участие молодежи в такой работе имеет просветительское и воспитательное значение.

В дальнейшем мы планируем продолжение начатой работы: определение экологического состояния и степени декоративности дендрофлоры остальных участков Перкальского арборетума.

Литература и Интернет-ресурсы

1. Михеев А.Д., Хачиков В.А. Перкальский арборетум на Машуке, Пятигорск: Вестник Кавказа, 2007г.
2. С.В.Алексеев «Экология». Учебное пособие для учащихся 10-11 кл. СПб: Пресс, 2001г.
3. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг. М.: Агар, 2000г.
4. Куликова Е.Г. Методы определения ценности деревьев в городских насаждениях. М.: МГУЛ, 1998г.
5. Залывская О.С., Бабич Н.А. Шкала комплексной оценки декоративности деревьев и кустарников в городских условиях. Архангельск: Вестник ПГТУ, №1, 2012г.
6. Государственный комитет СССР по лесному хозяйству. Всесоюзное объединение «Леспроект». Северо-Западное лесоустроительное предприятие. Инвентаризационное описание Пятигорского ботанического сада. Пятигорск, 1985г.
7. Википедия - свободная энциклопедия. <https://ru.wikipedia.org/>.
8. Официальный сайт Пятигорска.

Рисунок 1. Карта КМВ с обозначением местонахождения Перкальского арборетума

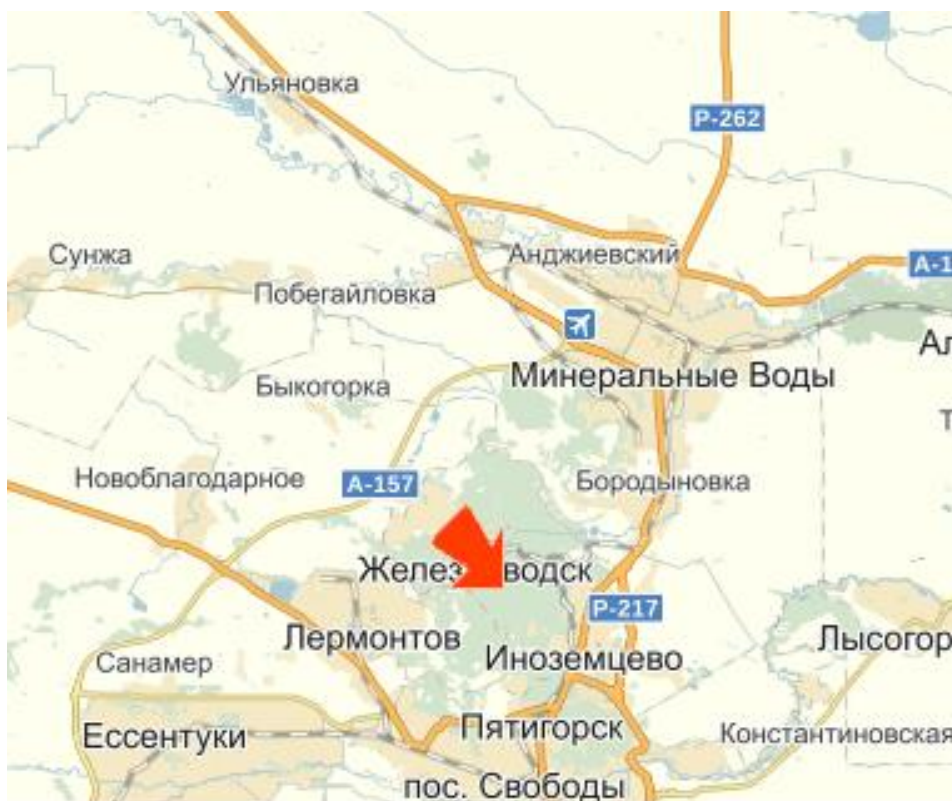


Фото 1. Территория Новой части Перкальского арборетума



Фото 2. Гинкго двулопастной



Фото 3. Можжевельник обыкновенный ф. колоновидная



Фото4. Пихта кавказская (Нордмана)



Фото5. Лжетсуга сизая



Фото 6. Сосна крымская (Палласа)



Рисунок 2. Диаграмма 1. Характеристика экологического состояния дендрофлоры Хвойного участка арборетума по результатам 2017 года.

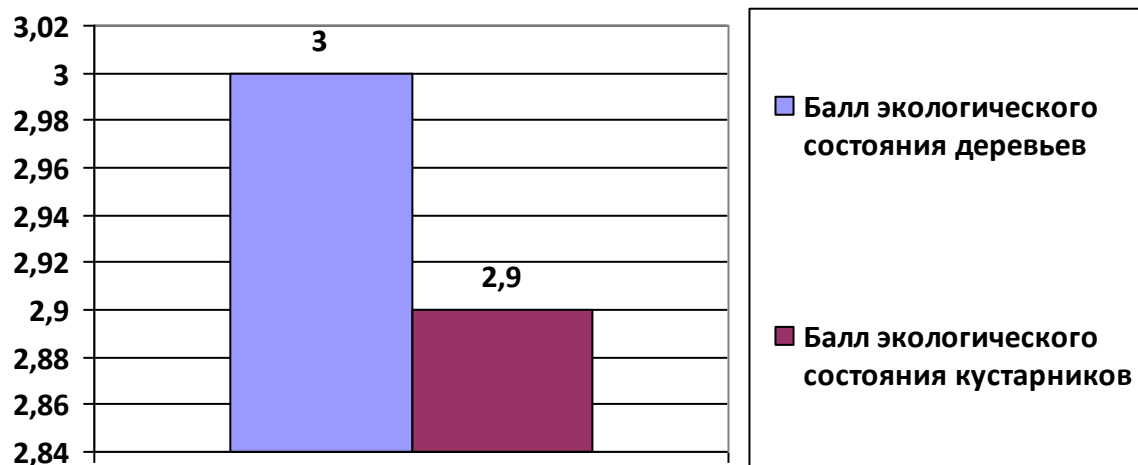


Рисунок 3. Диаграмма 2. Сравнительная характеристика состояния деревьев и кустарников Хвойного участка арборетума, по результатам исследований 1985 и 2017 годов

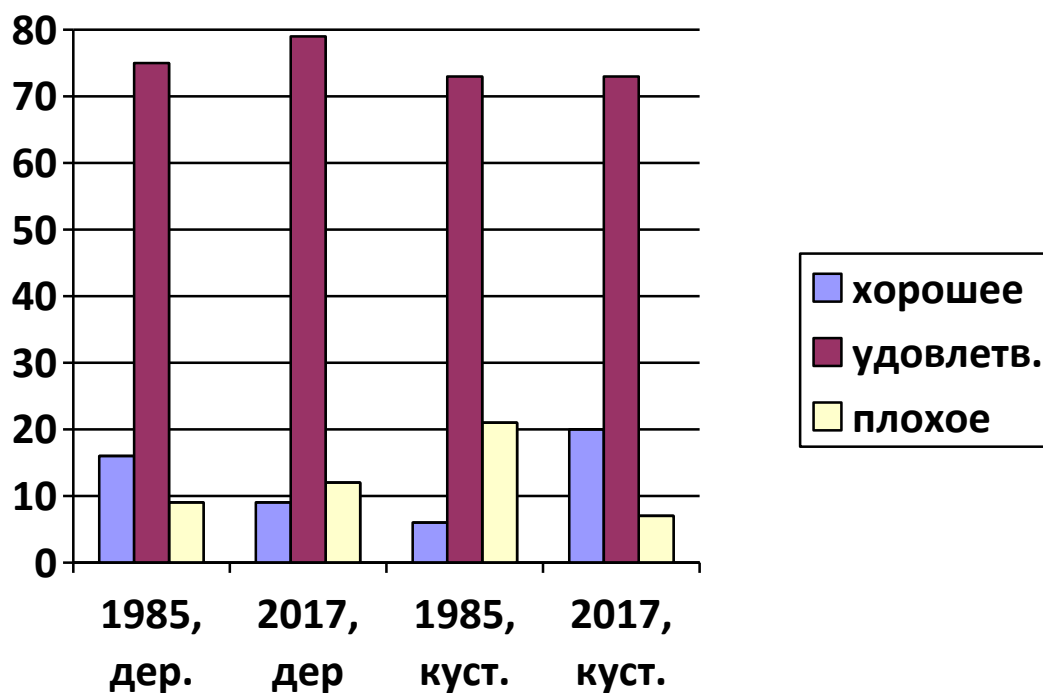


Таблица 1. Категории состояния (жизнеспособности) деревьев и кустарников

Балл	Категория состояния	Признаки деревьев и кустарников разных категорий состояния
1	Без признаков ослабления (отличное)	Листва или хвоя нормальных размеров. Крона густая нормальной формы и развития. Прирост текущего года нормальный для данного вида, возраста, условий произрастания и сезонного развития. Повреждения вредителями и поражение болезнями единичны или отсутствуют.
2	Ослабленные (хорошее)	Листва или хвоя часто светлее обычного. Крона слабо ажурная. Прирост ослаблен по сравнению с нормальным, в кроне менее 25% сухих ветвей. Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей. Имеются механические повреждения и единичные водяные побеги.
3	Сильно ослабленные (удовлетворительное)	Листва мельче или светлее обычной, хвоя светло-зеленая или серовато-матовая. Крона изрежена, сухих ветвей от 25 до 50%, прирост уменьшен более, чем наполовину по сравнению с нормальным. Часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, хвои и листвы, в том числе местные поселения стволовых вредителей, часто водяные побеги на стволе и ветвях.
4	Усыхающие (плохое)	Листва мельче, светлее ли желтее обычной, хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, часто преждевременно опадает или усыхает. Крона сильно изрежена, в кроне более 50% сухих ветвей. Прирост текущего года сильно уменьшен или отсутствует. На стволе и ветвях часто имеются признаки заселения стволовыми вредителями. У лиственных деревьев обильные водяные побеги, иногда усохшие или усыхающие.

5	Сухостой текущего года	листва усохла, увяла или преждевременно опала, хвоя серая, желтая или бурая. Крона усохла, но мелкие веточки и кора сохранились. На стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия.
6	Сухостой прошлых лет	Листва или хвоя осыпались или сохранились лишь частично, мелкие веточки и часть ветвей опали, кора разрушена или опала на большей части ствола. На стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, под корой – обильная буровая мука и грибница дереворазрушающих грибов.

Таблица 2. Оценка декоративности деревьев и кустарников

Суммарный балл	1-10	11-20	21-30	31-48
Декоративность	очень низкая	низкая	средняя	высокая

Таблица 3. Оценка состояния (жизнеспособности) деревьев Хвойного участка арборетума
(результаты инвентаризации 1985 года)

Виды (породы) деревьев	Количество деревьев, шт.	Состояние деревьев		
		хорошее	удовлетворит ельное	плохое
1. Бархат японский	4		4	
2. Береза Литвинова	1	1		
3. Береза повислая	1		1	
4. Боярышник пятипестичный	1			1
5. Бундук канадский	3		3	
6. Вяз шершавый	3		3	
7. Гинкго двухлопастной	35		35	
8. Груша обыкновенный	2		2	
9. Дуб каштанолистный	2		2	
10. Дуб черешчатый	30		30	
11. Ель колючая	5		4	1
12. Ель колючая ф. голубая	28	22	6	
13. Ель колючая ф. повислая	1	1		
14. Ель обыкновенная	26	7	16	3
15. Ель обыкновенная ф. плакучая	2	2		
16. Каркас кавказский	1		1	
17. Кипарисовник Лавсона	9	7	1	1
18. Клен величественный	1		1	
19. Клен остролистный	1		1	
20. Клен полевой	8	2	4	2
21. Лжетсуга сизая	10		8	2
22. Липа кавказская	3		3	

23. Лириодендрон тюльпанный	1	1		
24. Можжевельник виргинский	4	1	3	
25. Можжевельник высокий	17		15	2
26. Можжевельник обыкновенный	2			2
27. Можжевельник обыкновенный ф. колоновидная	1		1	
28. Орех грецкий	16	3	12	1
29. Парротия персидская	1		1	
30. Пихта кавказская	3		3	
31. Пихта обыкновенная	4		3	1
32. Платан восточный	1		1	
33. Плосковерточник восточный	4		3	1
34. Плосковерточник восточный ф. золотистая	11		9	2
35. Робиния лжеакация	15		15	
36. Слива растопыренная	1			1
37. Сосна крымская	56	8	48	
38. Сосна крючковатая	4	4		
39. Туя западная	20		17	3
40. Черемуха поздняя	4		4	
41. Черешня вишня птичья	2		1	1
42. Ясень обыкновенный	31		23	8
Итого:	375	59	284	32

Таблица 4. Оценка состояния (жизнеспособности) кустарников Хвойного участка арборетума (результаты инвентаризации 1985 года)

Виды (породы) кустарников	Количество кустарников, шт.	Состояние деревьев		
		хорошее	хорошее	хорошее
1. Аморфа кустарниковая	10		10	
2. Бузина черная	8		7	1
3. Вейгела	2	2		
4. Дереза	1		1	
5. Жостер слабительный	1		1	
6. Ирга колосистая	1		1	
7. Карагана древовидная	5		5	
8. Кипарисовик тусеобразный ф. юношеская	4	1	3	
9. Магония падуболистная	1		1	
10. Можжевельник обыкновенный	11	3	8	
11. Можжевельник обыкновенный ф. колоновидная	2	1	1	
12. Пираканта красная	1		1	
13. Плосковерточник восточный	2		2	
14. Пузырник восточный	11		11	
15. Роза собачья	19		14	5
16. Самшит вечнозеленый	6	2	4	
17. Свидина южная	5		5	
18. Сирень	40		10	30

обыкновенная				
19. Смородина альпийская	30		30	
Итого:	160	9	115	36

Таблица 5. Общая характеристика состояния (жизнеспособности) деревьев и кустарников
Хвойного участка арборетума (результаты инвентаризации 1985 года)

Количество деревьев	375
Количество кустарников	160
Общая оценка состояния деревьев	16% - хорошее состояние 75% - удовлетворительное состояние 9% - плохое состояние
Общая оценка состояния кустарников	6% - хорошее состояние 73% - удовлетворительное состояние 21% - плохое состояние
Предполагаемые мероприятия по улучшению экологического состояния дендрофлоры	Общий уход, удаление мелкой поросли, обрезка поврежденной кроны, санитарная вырубка

Таблица 6. Оценка состояния (жизнеспособности) деревьев Хвойного участка арборетума
(результаты исследования 2017 года)

Виды (породы) деревьев	Количество деревьев, шт.	Баллы состояния по группам возраста		
		до 40 лет	до 100 лет	свыше 100 лет
1. Бархат японский	4		3*4	
2. Береза Литвинова	1		3*1	
3. Береза повислая	1		3*1	
4. Боярышник пятипестичный	1		3*1	
5. Бундук канадский	2		3*2	
6. Вяз шершавый	3		3*3	
7. Гинкго двухлопастной	30	3*25 4*5		
8. Груша обыкновенный	1		4*1	
9. Дуб каштанолистный	2		3*1 4*1	
10. Дуб черешчатый	28	3*15 4*10 5*3		
11. Ель колючая	4		3*3 4*1	
12. Ель колючая ф. голубая	27		3*27	
13. Ель колючая ф. повислая	1		4*1	
14. Ель обыкновенная	24	3*4	2*6 3*13 4*1	
15. Ель обыкновенная ф. плакучая	2		2*2	
16. Каркас кавказский	1		3*1	
17. Кипарисовник Лавсона	8		2*6 3*2	

18. Клен величественный	1		3*1	
19. Клен остролистный	1		3*1	
20. Клен полевой	7	3*4 4*1	3*2	
21. Лжетсуга сизая	8		3*7 4*1	
22. Липа кавказская	3	3*3		
23. Лириодендрон тюльпанный	1	2*1		
24. Можжевельник виргинский	4		2*1 3*2 5*1	
25. Можжевельник высокий	15		3*13 5*2	
26. Можжевельник обыкновенный	1		3*1	
27. Можжевельник обыкновенный ф. колоновидная	1		3*1	
28. Орех грецкий	14	2*1, 3*13		
29. Парротия персидская	1		3*1	
30. Пихта кавказская	3		3*3	
31. Пихта обыкновенная	3		3*3	
32. Платан восточный	1		3*1	
33. Плосковерточник восточный	3	3*2, 4*1		
34. Плосковерточник восточный ф. золотистая	9	3*4	3*5	
35. Робиния лжеакация	15		3*11 4*4	
36. Слива растопыренная	1		4*1	
37. Сосна крымская	55	3*45	2*8 3*2	
38. Сосна крючковатая	4		2*4	
39. Туя западная	17	3*2	3*10	

			4*2 5*3	
40. Черемуха поздняя	3	3*3		
41. Черешня вишня птичья	1		4*1	
42. Ясень обыкновенный	21		3*20 4*1	
Итого:	330	447 (2*2, 3*127, 4*17, 5*3)	543 (2*27, 3*133, 4*15, 5*6)	

Таблица 7. Оценка состояния (жизнеспособности) кустарников Хвойного участка арборетума (результаты исследования 2017 года)

Виды (породы) кустарников	Количество кустарников, шт.	Баллы состояния по группам возраста		
		до 40 лет	до 100 лет	свыше 100 лет
1. Аморфа кустарниковая	10		3*8 4*2	
2. Бузина черная	7	3*4	3*3	
3. Вейгела	2	2*2		
4. Дереза	1		3*1	
5. Жостер слабительный	1			3*1
6. Ирга колосистая	1			3*1
7. Карагана древовидная	4			3*3 4*1
8. Кипарисовик тусеобразный ф. юношеская	3			2*1 3*2
9. Магония падуболистная	15	2*15		
10. Можжевельник обыкновенный	11	3*5	3*5 4*1	
11. Можжевельник обыкновенный ф. колоновидная	2		3*2	
12. Пираканта красная	1		3*1	
13. Плосковерточник восточный	1		3*1	
14. Пузырник восточный	22	3*11	3*11	
15. Роза собачья	26	3*20	3*6	
16. Самшит вечнозеленый	5		3*4 4*1	
17. Свидина южная	4		3*4	

18. Сирень обыкновенная	46	2*20	3*20 4*6	
19. Смородина альпийская	25		3*25	
Итого:	187	194 (2*37 , 3*40)	317 (3*90, 4*11)	27 (2*1, 3*7, 4*1)

Таблица 8. Средние баллы состояния каждого вида деревьев Хвойного участка арборетума (результаты исследования 2017 года)

Виды (породы) деревьев	Расчет средних баллов состояния каждого вида деревьев	Средние баллы состояния каждого вида деревьев
1. Бархат японский	$3*4/4$	3
2. Береза Литвинова	$3*1/1$	3
3. Береза повислая	$3*1/1$	3
4. Боярышник пятипестичный	$3*1/1$	3
5. Бундук канадский	$3*2/2$	3
6. Вяз шершавый	$3*3/3$	3
7. Гинкго двухлопастной	$(3*25+4*5)/30$	3,2
8. Груша обыкновенный	$4*1/1$	4
9. Дуб каштанolistный	$(3*1+4*1)/2$	3,5
10. Дуб черешчатый	$(3*15+4*10+5*3)/28$	3,6
11. Ель колючая	$(3*3+4*1)/4$	3,3
12. Ель колючая ф. голубая	$3*27/27$	3
13. Ель колючая ф. повислая	$4*1/1$	4
14. Ель обыкновенная	$(2*6+3*17+4*1)/24$	2,8
15. Ель обыкновенная ф. плакучая	$2*2/2$	2
16. Каркас кавказский	$3*1/1$	3
17. Кипарисовник Лавсона	$(2*6+3*2)/8$	2,3
18. Клен величественный	$3*1/1$	3
19. Клен остролистный	$3*1/1$	3
20. Клен полевой	$(3*6+4*1)/7$	3,1
21. Лжетсуга сизая	$(3*7+4*1)/8$	3,1
22. Липа кавказская	$3*3/3$	3
23. Лириодендрон тюльпанный	$2*1/1$	2
24. Можжевельник виргинский	$(2*1+3*2+5*1)/4$	3,3

25. Можжевельник высокий	$(3*13+5*2)/15$	3,3
26. Можжевельник обыкновенный	$3*1/1$	3
27. Можжевельник обыкновенный ф. колоновидная	$3*1/1$	3
28. Орех грецкий	$(2*1+ 3*13)/14$	2,9
29. Парротия персидская	$3*1/1$	3
30. Пихта кавказская	$3*3/3$	3
31. Пихта обыкновенная	$3*3/3$	3
32. Платан восточный	$3*1/1$	3
33. Плосковерточник восточный	$(3*2+ 4*1)/3$	3,3
34. Плосковерточник восточный ф. золотистая	$3*9/9$	3
35. Робиния лжеакация	$(3*11+4*4)/15$	3,3
36. Слива растопыренная	$4*2/2$	4
37. Сосна крымская	$(2*8+3*47)/55$	2,9
38. Сосна крючковатая	$2*4/4$	2
39. Туя западная	$(3*12+4*2$ $5*3)/$	3,5
40. Черемуха поздняя	$3*3/3$	3
41. Черешня вишня птичья	$4*1/1$	4
42. Ясень обыкновенный	$(3*20+4*1)/21$	3
Средний балл		3

Таблица 9. Средние баллы состояния каждого вида кустарников Хвойного участка арборетума (результаты исследования 2017 года)

Виды (породы) кустарников	Расчет средних баллов состояния каждого вида кустарников	Средние баллы состояния каждого вида кустарников
1. Аморфа кустарниковая	$(3*8+4*2)/10$	3,2
2. Бузина черная	$3*7/7$	3
3. Вейгела	$2*2/2$	2
4. Дереза	$3*1/1$	3
5. Жостер слабительный	$3*1/1$	3
6. Ирга колосистая	$3*1/1$	3
7. Карагана древовидная	$(3*3+4*1)/4$	3,3
8. Кипарисовик туеобразный ф. юношеская	$(2*1+3*2)/3$	2,7
9. Магония падуболистная	$2*15/15$	2
10. Можжевельник обыкновенный	$(3*10+4*1)/11$	3,1
11. Можжевельник обыкновенный ф. колоновидная	$3*2/2$	3
12. Пираканта красная	$3*1/1$	3
13. Плосковерточник восточный	$3*1/1$	3
14. Пузырник восточный	$3*22/22$	3
15. Роза собачья	$3*26/6$	3
16. Самшит вечнозеленый	$(3*4+4*1)/5$	3,2
17. Свидина южная	$3*4/4$	3
18. Сирень обыкновенная	$(2*40+4*6)/46$	2,3
19. Смородина альпийская	$3*25/25$	3
Средний балл		2,9

Таблица 10. Итоговая оценка состояния (жизнеспособности) деревьев и кустарников Хвойного участка арборетума (результаты исследования 2017 года)

Жизненная форма	Среднее значение балла состояния древесных насаждений на данном участке	Категории состояния (жизнеспособности) древесных насаждений на данном участке
Деревья	3	Листья мельче или светлее обычной, хвоя светло-зеленая или серовато-матовая. Крона изрежена, сухих ветвей от 25 до 50%, прирост уменьшен более, чем наполовину по сравнению с нормальным. Часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, хвои и листвы, в том числе местные поселения стволовых вредителей, часто водяные побеги на стволе и ветвях.
Кустарники	2,9	Листья мельче или светлее обычной, Крона изрежена, сухих ветвей около 25%, прирост незначительно ослаблен по сравнению с нормальным. Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей. Имеются механические повреждения и единичные водяные побеги.

Таблица 11. Видовое и численное соотношение хвойных и лиственных пород Хвойного участка арборетума

	Число видов деревьев и кустарников		Число особей деревьев и кустарников	
	Лиственные породы	Хвойные породы	Лиственные породы	Хвойные породы
	42	19	300	217
% хвойных пород	31%		42%	

Таблица 12. Оценка степени декоративности некоторых представителей дендрофлоры
Хвойного участка арборетума (результаты исследования 2017 года)

Название вида	Бальная оценка признаков										Сумма баллов	Степень декоративности
	архитектоника кроны	длительность цветения	степень цветения	окраска, величина цветков	привлекательность внешнего вида плодов	аромат цветков, плодов, листьев	продолжительность облиствления	осенняя окраска листьев	повреждаемость	зимостойкость		
Гинкго двулопастной (<i>Ginkgo biloba</i>)	3	5	4	3	5	0	3	2	5	3	33	высокая
Лжетсуга сизая (<i>Pseudotsuga glauca</i>)	3	5	3	3	5	3	5	5	4	4	40	высокая
Можжевельник обыкновенный ф. колонovidная (<i>Juniperus communis</i>)	4	4	4	2	3	0	5	2	4	5	33	высокая
Пихта кавказская (<i>Abies nordmanniana</i>)	4	4	4	3	4	0	5	2	5	5	32	высокая
Сосна крымская Палласа (<i>Pinus pallasiana</i>)	3	4	3	3	4	0	5	2	4	4	32	высокая