

К 972665

К. Д. МУХАМЕДШИН, Н. К. ТАЛАНЦЕВ

---

# Можжевеловые леса



К. Д. МУХАМЕДШИН, Н. К. ТАЛАНЦЕВ



# МОЖЖЕВЕЛОВЫЕ ЛЕСА

(леса, редколесья, заросли)



Москва  
«Лесная промышленность»  
1982

Мухамедшин К. Д., **Таланцев Н. К.** Можжевеловые леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — 184 с.

Авторы монографии — специалисты в области лесоводства, экологии и дендроклиматологии. Ими накоплен богатый оригинальный материал многолетних экспериментальных исследований по ботанико-географическим, лесоводственно-таксационным и типологическим особенностям широко распространенной в Средней Азии, Крыму, на Кавказе, Дальнем Востоке и в таежной зоне страны лесной формации. В книге освещены вопросы современного состояния, плодоношения, естественного возобновления, строения, возрастной структуры и долголетия можжевеловых лесов. Даны рекомендации по лесоустройству, лесокультурному производству, организации лесосеменного дела и комплексному ведению хозяйства.

Книга, обобщающая информацию по можжевеловым лесам СССР и отдельных районов Среднего, Ближнего Востока и Средиземноморья, издается впервые.

Для научных работников лесного хозяйства и лесной промышленности, полезна экологам, ботаникам, студентам лесохозяйственных и биологических факультетов вузов.

Табл. 47, ил. 25, библиогр. — 52 назв.

Рецензент д-р с.-х. наук, проф. А. Н. Медведев (Казахский сельскохозяйственный институт).

Камиль Джиганшиевич Мухамедшин,

**Николай Карпович Таланцев**

## МОЖЖЕВЕЛОВЫЕ ЛЕСА

ИБ № 1352

Редактор издательства *Л. М. Огородникова*

Художественный редактор *В. Н. Журавский*

Обложка художника *Б. К. Шаповалова*

Технический редактор *Т. И. Юрова*

Корректор *Т. А. Кирьянова*

Вычитка *Л. Я. Фаенсон*

Сдано в набор 19.02.82. Подписано в печать 23.04.82. Т-08297.  
Формат 60×90/16. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая.  
Усл. печ. л. 11,5. Усл. кр.-отт. 11,88. Уч.-изд. л. 13,01. Тираж 2800 экз. Заказ 58.  
Цена 2 руб.

Ордена «Знак Почета» издательство «Лесная промышленность»,  
101000, Москва, ул. Кирова, 40а

Московская типография № 19 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 107078, Москва, Каланчевский туп., д. 3/5

М 3903000000—058  
037(01)—82 32—82

© Издательство  
«Лесная промышленность», 1982

## ВВЕДЕНИЕ

Можжевеловые леса, редколесья и стланиковые заросли (арчевники) широко распространены в горных районах Средней Азии, Крыму, Алтайско-Саянской горной области, на Кавказе и Дальнем Востоке. Отдельные формы (можжевельники обыкновенный и сибирский) встречаются в виде подлеска или куртин и зарослей в таежной и широколиственной зонах Евразии, вплоть до лесостепи. В Иране, Афганистане, Турции и в отдельных регионах Северной Африки арча — главная древесная порода.

В Иране основные массивы арчевников распространены в Туркмено-Хорасанских горах и на южных склонах Эльбурса. Площадь их составляет около 1,3 млн. га [35]. В Афганистане арчевники встречаются главным образом в Гиссаро-Бадахшанском кустарниково-луговом районе и на южных склонах Гиндукуша [1]. Они занимают площадь около 500 тыс. га. В аридных горных регионах этих стран, а также Турции и Алжира арчевники имеют большое защитное и лесосырьевое значение.

Можжевеловые леса и заросли в СССР занимают площадь 701,1 тыс. га. Основные массивы их (665,4 тыс. га, или 93,5%) сконцентрированы на горных склонах Тянь-Шаня, Памира, Копетдага, Больших и Малых Балхан. В аридных районах и субальпийском поясе горного Крыма и Кавказа они встречаются отдельными массивами, площадь которых составляет 35,7 тыс. га. В целом по всем среднеазиатским республикам более половины лесов представлено арчевниками. В Узбекистане они занимают 82, Таджикистане 50 и в Киргизии 41% лесопокрываемой площади [32]. В Туркменской ССР арча также является основной лесобразующей породой горных лесов, занимая 51% склоновых насаждений [21].

В аридных горных районах СССР и сопредельных стран у нижней границы арчевники соседствуют с полупустыней, и здесь, кроме засухоустойчивых, малотребовательных к почве, устойчивых к неблагоприятным условиям видов можжевельников, другие древесные породы произрастать и создавать им конкуренцию не могут. Мощная корневая система позволяет арче поселяться и осваивать каменистые склоны и скальные участки.

Верхняя граница лесов Тянь-Шаня, Памира, Большого и Малого Кавказа обрамлена изумрудным поясом из холодостойких видов стланиковой арчи. Здесь она граничит с альпийскими лугами.

Располагаясь в большинстве своем на крутых склонах в зоне формирования внутрипочвенных вод и селевых потоков, арчевники выполняют важную средообразующую, водорегулирующую, водоохранную, почвозащитную и противоселевую роль. Уничтожение можжевельных лесов ведет к ухудшению водного режима и обмелению горных рек, более частым случаям возникновения селевых потоков, а зимой — снежных лавин, приносящих материальный ущерб и разрушения.

В настоящее время в медицине, пищевой, парфюмерной и кожевенной промышленности применяются можжевельные шишкоягоды, хвоя и эфирные масла, получаемые из них. Поэтому в последние 2 десятилетия советские, шведские, американские и японские ученые-химики посвятили много работ исследованию химического состава различных видов арчи. Ими изучен химический состав эфирных масел, экстрактивных веществ, установлена структура новых компонентов (туйопсен, виддрол и др.).

Наибольшее количествопряно-ароматического сырья, получаемого из арчи, используется в рыбной, ликеро-водочной, консервной, мясо-молочной и кондитерской промышленности. До последнего времени значительную долю необходимых пряностей давало импортное сырье. Поэтому был поставлен вопрос о необходимости максимального использования ресурсовпряно-ароматического сырья нашей страны, в первую очередь из можжевельников.

Можжевельные шишкоягоды для пищевой и фармацевтической промышленности заготавливали в основном в европейской части СССР с можжевельников, произрастающих в виде сопутствующих и подлесочных пород в хвойных и широколиственных лесах. Значительная заготовка была проведена в Костромской, Кировской, Горьковской, Свердловской и Волгоградской областях. Основные же арчевые районы страны оставались неиспользованными [39].

Таким образом, значение арчи и арчевников для народного хозяйства и с точки зрения охраны и воспроизводства природных ресурсов страны трудно переоценить. Представляя собой своеобразное оригинальное ботанико-географическое явление, вызывающее в то же время несомненный хозяйственный интерес, арчевники привлекают многочисленных исследователей. История изучения их неотъемлема от хронологии познания природных и растительных ресурсов Средней Азии, Крыма и Кавказа в целом и связана с именами путешественников второй половины XIX и начала XX вв.: П. П. Семенова-Тян-Шанского, Н. А. Северцова, И. В. Мушкетова, А. А. Гроссгейма, Г. Е. Грум-Гржимайло, А. Н. Краснова, В. Н. Липского, Н. Л. Корженевского,

А. П. Федченко, Ф. П. Кеппена, В. Н. Агеенко, В. Х. Кондарак и др.

До 30-х годов текущего столетия основное внимание уделялось общему ботанико-географическому и поясно-зональному описаниям можжевельных лесов и редколесий, их ландшафтному значению, систематическому положению и отрицательному влиянию антропогенного фактора. Более полные сведения о возобновительном процессе, фитоценологических и лесоводственных особенностях арчевников появились значительно позднее. Литературный обзор по данному вопросу приводится в работах А. А. Коннова [23], Л. И. Прилипко [38], М. И. Исмаилова [18], П. Н. Овчинникова [34], Ю. И. Никитинского [33], К. Д. Мухамедшина [29, 32], а по конкретным вопросам — в соответствующих главах монографий.

В большинстве работ, посвященных арчевникам, таксационная и лесоводственная характеристики насаждений даны сжато или вообще отсутствуют. Вопросы классификации территории в пределах пояса можжевельных лесов и редколесий на типы лесорастительных условий, качественного состояния, лесоводственно-географических, типологических особенностей арчевников по лесорастительным районам, их строение, возрастная структура, развитие, рост всех элементов фитомассы, формирование деревьев и насаждений в целом в зависимости от экологических условий, возобновительный процесс, научно обоснованные методы лесокультурных мероприятий и другие в специальной литературе освещены недостаточно или характеризуют лишь отдельные регионы. Все это привело к тому, что до последнего времени в производственных масштабах слабо проводили лесохозяйственные и лесокультурные мероприятия, направленные на восстановление и повышение производительности арчевников. В то же время бессистемные рубки, лесные пожары и нерегулируемая пастба скота на протяжении многих столетий расстроили эти своеобразные медленно возобновляющиеся аридные леса и резко сократили их площадь, особенно на легко доступных человеку пологих склонах и низкогорьях.

Названия урочищ и селений, наличие старых пней, отдельных деревьев, куртин и воспоминания путешественников прошлых столетий свидетельствуют о былом распространении арчевников, катастрофическом сокращении их ареала и изреживании насаждений. По данным лесоустройства 1930 г., лесопокрытая площадь можжевельных лесов Копетдага составляла 79 тыс. га, Балхан — 40 тыс. га и Кугитанга 20 тыс. га, т. е. арчевники Туркмении занимали 139 тыс. га. В настоящее время лесопокрытая площадь арчевых лесов республики составляет 73 тыс. га. Это и является, видимо, основной причиной того, что в горах Копетдага, в Малых и Больших Балханах есть эродированные почвы. Аналогичное положение наблюдается во многих урочищах Тянь-Шаня, Памира, горного Крыма и Кавказа. Это ха-

рактрно также для пояса можжевеловых редколесий Средиземноморья, Ближнего и Среднего Востока. Поэтому в последние годы главное внимание исследователей было уделено изучению экологических особенностей лесообразующих видов можжевельников и типов лесорастительных условий и искусственному восстановлению арчевников [20, 22, 23, 28, 30, 32].

На первом же этапе интенсификации лесокультурных работ лесхозы столкнулись с трудностями лесосеменного дела. Основной причиной дефицита семян оказалась вредная деятельность насекомых, клещей и большая партенокарпия. Поэтому вопросам плодоношения можжевельников, изучению вредителей семян и разработке мер защиты урожая был посвящен ряд работ [30, 47, 50].

Завершение исследований по комплексу разнообразных вопросов, направленных на сохранение, восстановление, лесоустройство и ведение хозяйства в можжевеловых лесах и редколесьях, позволило в производственных масштабах на больших площадях приступить в республиках Средней Азии к решению так называемой арчевой проблемы. Органами лесного хозяйства Киргизии в 1965 г., а в Таджикской ССР в 1970 г. закончена организация территории арчевников республики по нашим материалам [32]. В том же году в производство было внедрено руководство по выращиванию лесных культур арчи, базирующееся на типологической основе. К настоящему времени данное руководство прошло широкую производственную проверку. С 1964 по 1979 г. в Киргизии выращено более 10 млн. стандартных сеянцев и создано около 1000 га культур арчи. В Узбекистане искусственные арчевники занимают более 2000 га. В теоретическом и особенно производственном отношении весьма ценными являются материалы по посеву свежесобранных семян арчи, механизированной переработке шишкоягод, посадке саженцев арчи с закрытой корневой системой, выращенных в полиэтиленовых мешочках, технология восстановления арчевников с применением механизации, по внедрению в пояс можжевеловых лесов и редколесий быстрорастущих и технически ценных пород в зависимости от типов лесорастительных условий и т. д. Обобщение и анализ накопленной информации приводятся в предлагаемой монографии.

Специфика арчевников, как и большинства южных горных лесов, заключается прежде всего во фрагментарном расположении. Лесные массивы мозаично располагаются среди степей, лугов и скалистых обнажений. Насаждения редко составляют сплошные массивы, они, как правило, представлены колочными лесами, перемежающимися с выделами иного порядка. В то же время остепненные участки входят также в государственный лесной фонд. В связи с этим план ведения хозяйства в поясе можжевеловых лесов и редколесий должен разрабатываться с учетом интересов лесного и сельского хозяйства.

Не менее важной особенностью арчи являются ее долголетие, медленный рост, незначительная транспирация, высокая биологическая и фитоценотическая устойчивость, малые размеры и большой сбег стволов, а также значительный процент кроновой массы. Это вызвало необходимость составления местной бонитировочной шкалы и стандартной таблицы, к настоящему времени внедренных в производство и используемых в предлагаемой работе для оценки таксационных данных [28].

Таким образом, обобщение накопленной информации, ее анализ и освещение комплекса разнообразных вопросов по сохранению, восстановлению, таксации и рациональному ведению хозяйства в можжевеловых лесах и редколесьях СССР остаются актуальными по сегодняшний день.

В монографии приводятся теоретические положения и практические рекомендации, которые могут служить основой рационального ведения хозяйства не только в можжевеловых лесах СССР, но и в эколого-фитоценотических аналогах арчевников Ближнего и Среднего Востока и Средиземноморья.

Основанием для написания работы послужили материалы, собранные авторами в стационарных условиях в течение 10 лет, а также сведения, полученные ими при маршрутном изучении арчевых лесов с 1960 по 1979 г. Кроме того, использованы лесоустроительные, картографические, гербарные, архивные документы и литературные источники. С различной степенью детализации обследованы все массивы можжевеловых лесов, зарослей и редколесий страны. При этом заложено 125 временных и 14 постоянных пробных площадей и сделано более 5000 описаний. Произведен полный анализ стволов 1580 деревьев. На каждой из 14 пробных площадей, заложенных на вырубках, определен возраст у 246—421 дерева. Для дендроклиматических исследований использовано около 300 срезов. Ежемесячные наблюдения за влажностью почвы, древесины, побегов и хвои арчи проводили на 14 постоянных пробных площадях в течение 10 лет. Во всех обследованных насаждениях изучали таксационные показатели древостоя, плодоношение, естественное возобновление арчи, растительность и почвенный покров.

Для получения достоверных выводов данные исследований во всех случаях подвергнуты количественному анализу, методические положения уточнены, модифицированы или разработаны заново, исходя из специфики, вариабельности признака и корреляционных связей между отдельными параметрами. Геоботанические, лесоводственные и таксационные описания составляли принятыми в настоящее время методами. Методические положения по отдельным вопросам приводятся в соответствующих главах.

При решении арчевой проблемы мы руководствовались представлением о лесе как о сложном многогранном биогеоце-



нозе, находящемся в постоянном взаимодействии с окружающей средой и развивающемся в пространстве и во времени в связи с циклическими колебаниями природных явлений. Эти положения, развиваемые в трудах В. В. Докучаева, Г. Ф. Морозова, Г. Н. Высоцкого, В. Н. Сукачева, М. Е. Ткаченко, Б. П. Колесникова, И. С. Мелехова и других ученых, позволяют найти правильное решение по ведению хозяйства в своеобразных горных можжевельниковых лесах и редколесьях.

Исследования проводили с учетом необходимости глубокого экологического анализа высотной приуроченности видов арчи и всего природного комплекса в зависимости от лесорастительных районов и экспозиции склонов, в увязке с многофакторными климатическими элементами. Данные по богатству, влажности и мощности почвы и связь этих показателей с ростом и развитием арчи позволили авторам выделить типы лесорастительных условий.

Изучение плодоношения, возобновительного процесса, возрастной структуры, роста и строения насаждений проходило под влиянием гелиоцентрических представлений о процессах биосферы Земли. Все исследования вели на типологической основе, осуществляя по возможности биогеоэкологический и структурно-системный подходы к лесу.

При решении вопроса классификации арчевников в основу взяты принципы, выработанные Всесоюзным совещанием по лесной типологии (1950 г.). Лесотипологические построения осуществляли с учетом высказываний М. Е. Ткаченко [42] о том, что в горных условиях решающее значение для формирования типов леса имеют высоты над уровнем моря, экспозиция, крутизна склонов, форма рельефа, характер материнской горной породы и почва. Материалы и результаты таксационных исследований широко использованы для количественной оценки и характеристики типов можжевельниковых лесов, а также для отражения закономерностей их жизни и развития в онтогенезе в связи с циклическими колебаниями природных факторов, связанными с изменением солнечной активности. По мнению авторов, первопричиной специфики строения, лесоводственно-экологических особенностей и выполняемых функций склоновых можжевельниковых лесов, резко отличающих их от равнинных, является сложный горный рельеф. Поэтому при классификации арчевников и разработке лесохозяйственных мероприятий рельефу уделено большое внимание.

Глубина и широта освещения рассматриваемых вопросов общей арчевой проблемы и характеристика различных районов страны в работе не одинаковы. Это в основном зависит от процентного распределения площади арчевников, их роли в лесном балансе района, а также от того, насколько детально данный раздел изложен в специальной литературе и какова его роль для решения поставленной задачи. По этой причине Тянь-Шань,

Памир и Копетдаг, где сконцентрированы экологическое многообразие и основные площади арчевников СССР, описываются более подробно по сравнению с остальными районами.

Авторы надеются, что выводы и рекомендации данной работы смогут в какой-то степени обогатить знания по затронутым вопросам и способствовать их правильному разрешению в интересах практики лесного хозяйства южных высокогорных и аридных районов нашей страны. Рекомендации по типологической классификации, лесоразведению и таксации можжевеловых лесов, редколесий и стланиковых зарослей могут использоваться в соответствующих эколого-фитоценологических аналогах арчевников аридных регионов зарубежной территории Евразии и Африканского Средиземноморья.

Разделы 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 написаны К. Д. Мухамедшиным, введение и разделы 1, 2 и 10 — совместно К. Д. Мухамедшиным и Н. К. Таланцевым.

## 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

### Геологическое строение и рельеф

Можжевеловые леса СССР сконцентрированы на территории горных систем евроазиатского горного пояса, пересекающего материк от Тихого до Атлантического океана. В Средней Азии и Казахстане на многих хребтах Тянь-Шаня, Памира и Туркмено-Хорасанских гор арча является основной лесообразующей породой. В Азербайджане арчевники встречаются на низких третичных холмах Боздага в пределах Степного плато, в среднегорном поясе северо-восточных склонов Большого Кавказа и в южных районах республики на склонах Малого Кавказа. Можжевеловые стланики встречаются у альпийской границы леса как на Малом, так и на Большом Кавказе [38]. В Армении арчевые редколесья широко распространены по всем округам Армянского нагорья, в Грузии — по предгорьям восточной части Малого Кавказа и Главного хребта Большого Кавказа [17]. Значительные массивы можжевеловых лесов сосредоточены на склонах низких и средневысоких гор Черноморского побережья Западного Кавказа и в горном Крыму [22].

Обширная географическая область и огромный высотный диапазон, занятые можжевеловыми лесами и редколесьями, отличаются по комплексу физико-географических признаков.

Среднеазиатский горный пояс представлен мощными хребтами Тянь-Шаня, Памира и Копетдага. Из них два первых слиты в единое горное сооружение, отличающееся сильной приподнятостью и расчлененностью рельефа, развитие которого произошло под влиянием тектонических денудационных процессов и работы ледников. По геологическому строению и геоморфологическим признакам территория Тянь-Шаня разделена на четыре части: Северный, Внутренний, Западный и Южный; на Памире выделено три провинции — Памиро-Алай, горы Бадахшана, или Западный Памир, и собственно Памир, или Восточный Памир. Копетдаг разделен на три геоморфологические провинции: Центральную, Западную и Юго-Восточную. Для каждой провинции свойственны определенные соотношение и специфика основных орографических элементов — хребтов и котловин. Для всего горного пояса характерно широтное распространение нагорных

равнин, выполненных большей частью толщами мезо-кайнозоя. Основным материалом, слагающим большую часть горных хребтов, являются сильно смытые и поднятые на большую высоту палеозойские и частично мезозойские морские отложения.

Можжевеловики Кавказа занимают обычно крутые склоны, сложенные известняками и пластами мергелей флишевой фации верхнего мела с незначительным участием прослоек глинистых сланцев. Горно-лесной район Крыма, где сосредоточены арчевники, представлен тремя дугообразно изогнутыми грядами. Первая из них сложена осадочными породами мезозоя, главным образом юрскими известняками, с небольшим количеством глинистых сланцев и песчаников. Вторая и третья гряды представлены преимущественно глинистыми сланцами таврической свиты, реже юрскими известняками, песчаниками и различными конгломератами. На небольшой площади встречаются мергели и глины. Массивно-кристаллические породы распространены в основном на первой и второй грядах Крымских гор.

## Климат

Для характеристики климата можжевелового пояса Крыма, Кавказа и Средней Азии использованы приведенные к многолетним данные всех действующих метеостанций, дождемерных постов и суммарных осадкомеров. Для исключения влияния специфики орографического положения метеопунктов, при вычислении высотных градиентов мы применяли в основном графический метод и лишь при ограниченном количестве сведений их определяли по данным отдельных пар станций. Кроме метеоданных, при написании раздела нами использована информация многочисленной литературы, освещающей вопросы климатологии исследуемых районов. Обобщенные данные по отдельным регионам обработаны на ЭВМ методом дисперсионного анализа. По основным климатическим элементам получены частные модели.

Можжевеловые леса и редколесья СССР находятся внутри континента, в удалении от Атлантического океана и Арктики, в районе преобладания континентального воздуха умеренных широт. В то же время каждый физико-географический район горных сооружений характеризуется специфичной гаммой сменяющих друг друга на различных гипсометрических уровнях климатов.

По характеру изменения среднегодовой температуры воздуха с высотой территория распространения можжевеловых лесов и редколесий отличается значительным разнообразием (табл. 1).

В связи с сильным ночным выхолаживанием и скоплением холодных масс воздуха с окружающего нивального пояса наиболее низкая среднегодовая температура наблюдается в замк-

1. Изменение среднегодовой температуры воздуха  $T$ , °С,  
в поясе архевников в зависимости от абсолютной высоты  $H$ , м \*

| № района | Район   | Формула связи<br>$y=a+bx$ |                                 | Парная<br>корреля-<br>ция $R$ |
|----------|---|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
|          |   | свободный<br>член $a$     | коэффи-<br>циент $b$<br>при $H$ |                               |
| I        | Копетдаг, склоны гор Южного и Западного Тянь-Шаня, Памир            | 17,45                     | -0,005                          | 0,918                         |
| II       | Северный, Центральный и Внутренний Тянь-Шань                        | 17,60                     | -0,006                          | 0,426                         |
| III      | Кавказ  | 14,23                     | -0,008                          | 0,440                         |
| IV       | Крым  | 11,40                     | -0,006                          | 0,430                         |
| V        | Впадины Внутреннего Тянь-Шаня                                       | 5,09                      | -0,004                          | 0,398                         |
| VI       | Азиатское Средиземноморье (Турция, Сирия, Ливан, Израиль, Иордания) | 19,41                     | -0,007                          | 0,794                         |
| VII      | Африканское Средиземноморье (Марокко)                               | 19,05                     | -0,002                          | 0,571                         |
| VIII     | Ближний Восток (Иран, Ирак, Афганистан)                             | 24,03                     | -0,002                          | 0,872                         |

\* Для всех уравнений критерий Фишера  $F$  достоверен. Связь выражается уравнением  $T^{\circ}\text{C}=a+bH$ .

нутых межгорных впадинах Внутреннего Тянь-Шаня, наиболее высокая — в горах Африканского Средиземноморья и Ближнего Востока, а в СССР — на горных склонах Копетдага, Южного и Западного Тянь-Шаня. Это связано с защищенностью их от вторжения холодных масс с севера высоким горным барьером, а также наличием горячих потоков воздуха из окружающих пустынь. Благодаря влиянию незамерзающего Черного моря в Крыму и на Кавказе наблюдается умеренный температурный режим. В лесном поясе разница в среднегодовой температуре воздуха наиболее теплого и наиболее холодного районов на высоте 3000 м над ур. м. составляет 7°С, а на высоте 2000 м — 9°С. Вертикальный среднегодовой температурный градиент на 100 м высоты составляет в среднем 0,4—0,8°С, увеличиваясь по мере уменьшения общей холодности территории. Следует отметить, что для отдельных районов температурный градиент изменяется в более значительных пределах. Так, в Крыму он колеблется от 0,28 до 1,1°С, в среднем составляя 0,69.

В теплый период года варьирование температуры воздуха в связи с влиянием местных условий, в частности рельефа, несколько сглаживается (табл. 2).

Наиболее высокая температура июля наблюдается в горах Ближнего Востока, а в СССР — на горных склонах Копетдага, Южного, Западного Тянь-Шаня и на Памире — в горном обрамлении Гиссарской и Вахшской долин. Умеренный температурный режим присущ Крыму и Кавказу. Среднее положение занимают Северный, Внутренний и Центральный Тянь-Шань. Сле-

2. Изменение среднемесячной температуры июля  $T_{\text{в}}$ , °С,  
в поясе архевников в зависимости от абсолютной высоты  $H$ , м \*

| № района | Район   | Формула связи<br>$y = a + bx$ |                            | Парная<br>корреляция $R$ |
|----------|---|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|
|          |   | свободный<br>член $a$         | коэффициент $b$<br>при $H$ |                          |
| I        | Копетдаг, Южный, Западный Тянь-Шань, Памир                          | 33,20                         | -0,007                     | 0,753                    |
| II       | Северный, Внутренний и Центральный Тянь-Шань                        | 28,00                         | -0,006                     | 0,336                    |
| III      | Крым, Кавказ  | 24,41                         | -0,005                     | 0,389                    |
| IV       | Азиатское Средиземноморье (Турция, Сирия, Ливан, Израиль, Иордания) | 28,94                         | -0,006                     | 0,634                    |
| V        | Африканское Средиземноморье (Марокко)                               | 23,69                         | -0,002                     | 0,369                    |
| VI       | Ближний Восток (Афганистан, Иран, Ирак)                             | 33,94                         | -0,005                     | 0,857                    |

\* Критерий Фишера  $F$  для всех уравнений достоверен.

дует подчеркнуть, что в межгорных впадинах всех анализируемых горных сооружений температура теплого периода значительно ниже средних значений. Температурный градиент июля варьирует в горах Средней Азии в пределах 0,69—0,72°С, а в Крыму и на Кавказе — 0,43—1,4°С, в среднем составляя 0,96°С.

Специфика местных условий максимально сказывается на температурном режиме зимой, в связи с чем наблюдается огромное разнообразие в изменении средних январских температур с высотой (табл. 3).

3. Изменение среднемесячной температуры января  $T_{\text{я}}$ , °С,  
в поясе архевников в зависимости от абсолютной высоты  $H$ , м \*

| № района | Район  | Формула связи<br>$y = a + bx$ |                            | Парная<br>корреляция $R$ |
|----------|--|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|
|          |  | свободный<br>член $a$         | коэффициент $b$<br>при $H$ |                          |
| I        | Копетдаг, Южный, Западный Тянь-Шань, Памир                 | 4,27                          | -0,004                     | 0,981                    |
| II       | Крым, Кавказ   | 4,02                          | -0,006                     | 0,316                    |
| III      | Склоны гор Внутреннего, Центрального и Северного Тянь-Шаня | -8,12                         | -0,002                     | 0,979                    |
| IV       | Впадины Южного, Западного и сырты Внутреннего Тянь-Шаня    | -8,93                         | -0,003                     | 0,896                    |
| V        | Впадины Внутреннего Тянь-Шаня                              | -14,23                        | -0,004                     | 0,971                    |
| VI       | Азиатское Средиземноморье                                  | 10,51                         | -0,011                     | 0,892                    |
| VII      | Африканское Средиземноморье                                | 14,02                         | -0,005                     | 0,885                    |
| VIII     | Ближний Восток   | 11,72                         | -0,007                     | 0,819                    |

\* Критерий Фишера  $F$  для всех уравнений достоверен.

Наиболее высокие зимние температуры, так же как и летние, присущи горам Средиземноморья и Ближнего Востока, а в СССР — склонам гор Копетдага, Южного и Западного Тянь-Шаня, а также горному обрамлению Гиссарской и Вахшской долин. В среднегорье Крыма и Кавказа январская температура на 2—3° С ниже. Наиболее низкие зимние температуры наблюдаются в высокогорных впадинах Внутреннего Тянь-Шаня. В лесном поясе разница средней январской температуры наиболее холодного и наиболее теплого районов достигает 18—19° С. Вертикальный среднеянварский температурный градиент в горах Средней Азии изменяется в пределах 0,28—0,45° С, а в Крыму и на Кавказе от 0,17 до 1,4° С, составляя в среднем 0,79° С. В поясе распространения можжевеловых лесов изменение температурных показателей с высотой имеет прямолинейный или близкий к прямолинейному характер. При поднятии на 100 м высоты сумма среднесуточных температур выше 5° С уменьшается на 150—160° С, более 10° С — на 160—170° С и выше 15° С — на 180—210° С. На 100 м высоты продолжительность периода с температурой более 0—15° С в среднем уменьшается на 4—11, а безморозный период — на 5—6 дней, число дней со снежным покровом увеличивается на 4—6.

Степень увлажнения различных районов весьма сильно варьирует в зависимости от высоты, положения и ориентации хребтов по отношению к направлению основных влагоносных потоков (рис. 1, табл. 4).

4. Изменение среднегодового количества осадков  $r$ , мм, в зависимости от абсолютной высоты  $H$ , м \*

| № района | Район   | Формула связи $r = a + bH + cH^2$ |                         |         | Множественная корреляция $R$ |
|----------|---|-----------------------------------|-------------------------|---------|------------------------------|
|          |   | свободный член $a$                | коэффициенты $b, c$ при |         |                              |
|          |   |                                   | $H$                     | $H^2$   |                              |
| I        | Горное обрамление Гиссарской и Вахшской долин                         | —57,15                            | 1,245                   | —0,0002 | 0,954                        |
| II       | Западные склоны Западного Тянь-Шаня                                   | —87,51                            | 0,731                   | —0,0001 | 0,922                        |
| III      | Склоны Северного Тянь-Шаня и восточной части Прииссыккуля             | 619,37                            | 0,063                   | —       | 0,961                        |
| IV       | Копетдаг, северные склоны хребтов Южного и отроги Западного Тянь-Шаня | 43,79                             | 0,284                   | —       | 0,642                        |
| V        | Закрытые межгорные впадины и долины Тянь-Шаня, Памира и Копетдага     | 169,04                            | 0,046                   | —       | 0,938                        |
| VI       | Крым, Кавказ  | 454,95                            | 0,518                   | —0,0001 | 0,866                        |

\* Номера и наименования районов на рис. 1 и в табл. 4 идентичны. Для всех вариантов критерий Фишера  $F$  достоверен.

В горных районах Средней Азии максимальное количество осадков в год выпадает на южном склоне Гиссарского хребта, открытого для влажных, несущих осадки западных и юго-западных воздушных течений. Второе место по увлажнению занимает центральная часть юго-западных склонов Ферганского хребта.

В связи с широтным расположением Туркестанского, Алайского, Зеравшанского, Чаткальского, Пскемского и Сандалашского хребтов западные и юго-западные влагоносные потоки лишь «омывают» их и отдают только часть влаги, неся остальную на преграждающий им путь экранирующий Ферганский хребет. Этим и обусловлено то, что на перечисленных хребтах выпадает почти в 2 раза меньше осадков по сравнению с предыдущей группой районов. В северо-восточной части Тянь-Шаня наиболее увлажнен северный склон Занлийского Алатау. На втором месте находится восточная часть Иссык-Кульской котловины (южный склон Кунгей-Алатау и северный Терской-Алатау). В западном направлении количество осадков сокращается, достигая минимума в районе г. Рыбачье (110—120 мм в год). Наименее увлажненными являются закрытые межгорные впадины и долины Тянь-Шаня. Низкогорья Крыма и Кавказа по сравнению со среднеазиатскими увлажнены лучше.

В лесном поясе на гипсометрических отметках 2000—3000 м разница в годовом количестве осадков между наименее и наиболее увлажненными районами составляет около 1200 мм. Изменение количества осадков с увеличением абсолютной высоты местности по разным физико-географическим районам весьма разнообразно. Градиент по осадкам и распределение их по месяцам зависят от гипсометрического уровня, причем в каждом районе они имеют свое выражение. В горах Средней Азии с увеличением абсолютной высоты местности максимум и минимум осадков сдвигаются на поздний период [29, 32].

Годовой коэффициент и баланс увлажнения, вычисленные по методике Н. Н. Иванова [17], с повышением абсолютной высоты прямолинейно увеличиваются, однако параметры линий меняются в зависимости от специфики каждого физико-географического района (рис. 2, 3, табл. 5, 6).

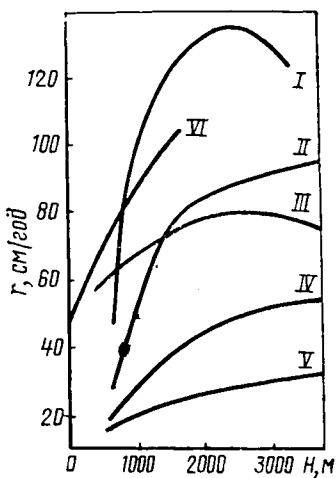


Рис. 1. Изменение среднего годового количества осадков  $\Gamma$  в зависимости от высоты  $H$ :

I — горное обрамление Гиссарской и Вахской долин; II — западные склоны Западного Тянь-Шаня; III — склоны Северной части Тянь-Шаня и восточной части Прииссыккуля; IV — Копетдаг, северные склоны хребтов Южного и отроги Западного Тянь-Шаня; V — закрытые межгорные впадины и долины Тянь-Шаня, Памира и Копетдага; VI — Крым, Кавказ



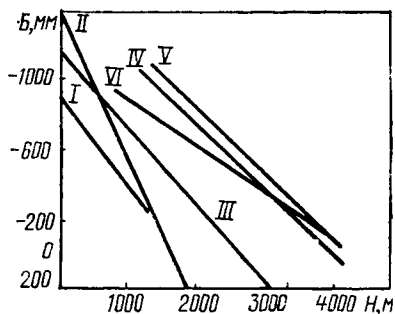
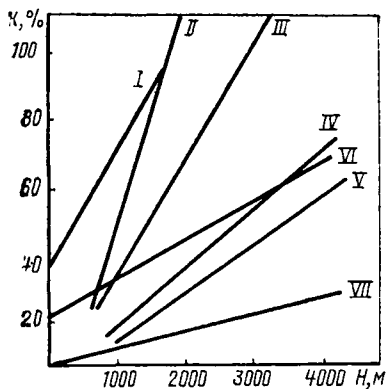


Рис. 2. Изменение годового коэффициента увлажнения  $K$  в зависимости от высоты  $H$ :

*I* — Крым, Кавказ; *II* — горное обрамление Гиссарской и Вахшской долин; *III* — западные склоны Центрального, Северного и Западного Тянь-Шаня; *IV* — Копетдаг, северные склоны хребтов Южного и отроги Западного Тянь-Шаня; *V* — закрытые межгорные впадины и долины Тянь-Шаня, Памира и Копетдага; *VI* — Азиатское Средиземноморье; *VII* — Ближний Восток

Рис. 3. Изменение годового баланса увлажнения  $B$  в зависимости от высоты  $H$ :

*I* — Крым, Кавказ; *II* — горное обрамление Гиссарской и Вахшской долин; *III* — западные склоны Центрального, Северного и Западного Тянь-Шаня; *IV* — северные склоны хребтов Южного, Внутреннего и отроги Западного Тянь-Шаня, Копетдаг; *V* — закрытые межгорные впадины и долины Тянь-Шаня и Памира; *VI* — Азиатское Средиземноморье

### 5. Изменение годового коэффициента увлажнения $K$ , %, в зависимости от абсолютной высоты $H$ , м

| № района   | Район   | Формула связи $y = a + bx$ |                         | Парная корреляция $R$ |
|------------|---|----------------------------|-------------------------|-----------------------|
|            |   | свободный член $a$         | коэффициент $b$ при $H$ |                       |
| <i>I</i> * | Крым, Кавказ  | 37,20                      | 0,032                   | 0,973                 |
| <i>II</i>  | Горное обрамление Гиссарской и Вахшской долин                         | -15,49                     | 0,06                    | 0,867                 |
| <i>III</i> | Западные склоны Центрального, Северного и Западного Тянь-Шаня         | 6,88                       | 0,03                    | 0,982                 |
| <i>IV</i>  | Копетдаг, северные склоны хребтов Южного и отроги Западного Тянь-Шаня | 3,06                       | 0,017                   | 0,898                 |
| <i>V</i>   | Закрытые межгорные впадины и долины Тянь-Шаня, Памира и Копетдага     | 1,86                       | 0,014                   | 0,946                 |
| <i>VI</i>  | Азиатское Средиземноморье   | 22,74                      | 0,01                    | 0,384                 |
| <i>VII</i> | Ближний Восток  | 7,51                       | 0,005                   | 0,598                 |

\* Номера и наименования районов на рис. 2 и в табл. 5 идентичны

6. Изменение годового баланса увлажнения  $B$ , мм,  
в зависимости от абсолютной высоты  $H$ , м

| № района | Район  | Формула связи $y=a+bx+cx^2$ |                         |         | Множественная корреляция $R$ |
|----------|--|-----------------------------|-------------------------|---------|------------------------------|
|          |  | свободный член $a$          | коэффициенты $b, c$ при |         |                              |
|          |  |                             | $H$                     | $H^2$   |                              |
| I*       | Крым, Кавказ   | 981,4                       | -0,441                  | -0,0001 | 0,874                        |
| II       | Горное обрамление Гиссарской и Вахшской долин                                      | 1727,1                      | -1,116                  | —       | 0,793                        |
| III      | Западные склоны Центрального, Северного и Западного Тянь-Шаня                      | 1201,3                      | -0,484                  | —       | 0,709                        |
| IV       | Северные склоны хребтов Южного, Внутреннего и отроги Западного Тянь-Шаня, Копетдаг | 1506,5                      | -0,385                  | —       | 0,747                        |
| V        | Закрытые межгорные впадины и долины Тянь-Шаня и Памира                             | 1652,5                      | -0,423                  | —       | 0,705                        |
| VI       | Азиатское Средиземноморье  | 1141,8                      | 0,239                   | —       | 0,328                        |
| VII      | Ближний Восток **  | -2472,2                     | 0,603                   | —       | 0,598                        |

\* Номера и наименования основных районов на рис. 3 и в табл. 6 идентичны. Для всех уравнений критерий Фишера  $F$  достоверен.

\*\* На рис. 3 районы IV и VII показаны одной линией.

Низкогорья лучше увлажнены в районах распространения можжевеловых лесов и редколесий Крыма и Кавказа. В горах Средней Азии наиболее увлажненными являются горное обрамление Гиссарской и Вахшской долин, а также обращенные к влагоносным потокам склоны Западного, Центрального и Северного Тянь-Шаня. Наименьший коэффициент и баланс увлажнения наблюдается в горах Ближнего Востока и закрытых от влагоносных потоков межгорных впадинах и долинах Тянь-Шаня, Памира и Копетдага.

Высотный градиент годового коэффициента увлажнения на 100 м варьирует от 9,5% (Гиссарский хребет и Прииссыккулье) до 1,1% (Алайский, Туркестанский и Зеравшанский хребты). Годовой баланс увлажнения увеличивается на 100 м высоты от 83,4 мм (на Гиссарском хребте и Иссык-Кульской котловине) до 15 мм (в Таласской долине).

На всех высотах коэффициент и баланс увлажнения сильно варьируют в течение года. Минимальное значение их наблюдается в июле — сентябре, максимальное — зимой. По годовому ходу испаряемости, изменению коэффициента и баланса увлажнения климат пояса можжевеловых лесов может быть отнесен к средиземноморскому типу.

С целью конкретизации связи между комплексными показателями климата и формациями разных видов можжевельника и получения возможности сравнивать местообитания арчевников

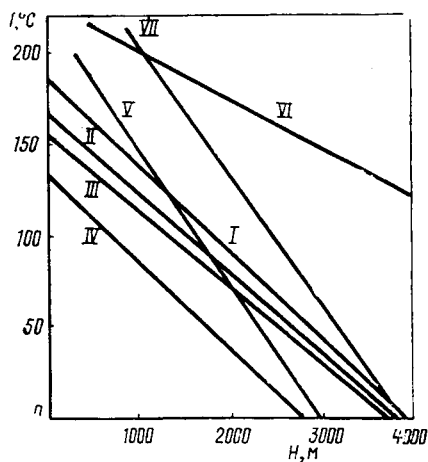


Рис. 4. Изменение суммы положительных температур  $T$ , °C, в зависимости от высоты  $H$ :

I — Копетдаг, Южный и Западный Тянь-Шань; II — склоны гор Центрального и Внутреннего Тянь-Шаня; III — Северный Тянь-Шань, межгорные впадины Памира и Тянь-Шаня; IV — Крым, Кавказ; V — Азиатское Средиземноморье; VI — Африканское Средиземноморье; VII — Ближний Восток

различных районов страны нами произведена климатическая классификация их по методике Д. В. Воробьева [8].

Графический анализ показал, что увеличением абсолютной отметки сумма положительных месячных температур прямолинейно снижается (рис. 4, табл. 7).

По характеру изменения показателя  $T$  с высотой вся территория распространения можжевеловых лесов СССР делится на четыре однородных района. Наиболее теплыми являются склоны горного обрамления Ферганской, Гиссарской и Вахшской долин и Копетдага. Наиболее прохладный летний период наблюдается в Крыму и на Кавказе. Температурный градиент варьирует от 3,4 до 5,0° C.

7. Изменение суммы положительных температур,  $T$ , °C, в зависимости от абсолютной высоты  $H$ , м

| № района | Район  | Формула связи $y = a + bx$ |                         | Парная корреляция $R$ |
|----------|--|----------------------------|-------------------------|-----------------------|
|          |  | свободный член $a$         | коэффициент $b$ при $H$ |                       |
| I*       | Копетдаг, Южный и Западный Тянь-Шань                     | 186,00                     | —0,046                  | 0,989                 |
| II       | Склоны гор Центрального и Внутреннего Тянь-Шаня          | 168,50                     | —0,044                  | 0,891                 |
| III      | Северный Тянь-Шань, межгорные впадины Памира и Тянь-Шаня | 154,00                     | —0,042                  | 0,899                 |
| IV       | Крым, Кавказ   | 134,00                     | —0,047                  | 0,982                 |
| V        | Азиатское Средиземноморье                                | 224,76                     | —0,077                  | 0,785                 |
| VI       | Африканское Средиземноморье                              | 228,66                     | —0,027                  | 0,572                 |
| VII      | Ближний Восток   | 281,32                     | —0,076                  | 0,889                 |

\* Номера и наименования районов на рис. 4 и в табл. 7 идентичны. Районы объединены по критерию Фишера  $F$ , который для всех вариантов достоверен.

Сумма положительных среднемесячных температур в поясе арчевых лесов зависит от экспозиции склонов. В Северном Тянь-Шане поправочные коэффициенты по отношению к северным склонам следующие: для южных, восточных и западных склонов на 1800 м над ур. м. соответственно 1,28; 1,09; 1,12; на 2200 м — 1,24; 1,07, 1,10 [26]. В более аридных регионах (Южный, Западный Тянь-Шань, Копетдаг и др.) поправочный коэффициент для южных склонов по сравнению с северными увеличивается (до 1,40—1,50).

В тесной зависимости от высоты и экспозиции склонов находится и сумма прямой солнечной радиации (табл. 8).

От крутизны и экспозиции склонов сильно зависит сумма интенсивной солнечной радиации, или радиации напряженностью более 1 Дж/см<sup>2</sup> в мин (табл. 9).

8. Сумма прямой солнечной радиации, кДж/см<sup>2</sup>, за теплый период на склонах крутизной 30° С в Заилийском Алатау [26]

| Абсолютная высота, м | Склон |    |       |
|----------------------|-------|----|-------|
|                      | С     | Ю  | В и З |
| 1712                 | 52    | 73 | 62,5  |
| 2516                 | 44    | 61 | 52,5  |
| 3000                 | 31    | 48 | 39,5  |

9. Зависимость суммы интенсивной солнечной радиации, кДж/см<sup>2</sup>, за теплый период в Северном Тянь-Шане в зависимости от крутизны и экспозиции склонов [26]

| Крутизна склонов, °С | Склон |         |       |         |       |
|----------------------|-------|---------|-------|---------|-------|
|                      | С     | СВ и СЗ | В и З | ЮВ и ЮЗ | Ю     |
| 40                   | 0     | 0       | 0     | 72,0    | 144,0 |
| 30                   | 1,2   | 22,8    | 44,4  | 101,2   | 158,0 |
| 20                   | 29,6  | 58,8    | 88,0  | 109,2   | 154,0 |
| 10                   | 80,0  | 97,2    | 104,8 | 128,0   | 151,2 |

Наши расчеты свидетельствуют о том, что высотному ареалу арчи казацкой и сибирской соответствует сумма прямой солнечной радиации в пределах от 200 до 280 кДж/см<sup>2</sup>, а стланиковой форме можжевельника туркестанского — от 120 до 200 кДж/см<sup>2</sup>.

Значительная разница в инсоляции склонов различной ориентации и крутизны на одной высоте обуславливает в каждом конкретном местообитании специфику лесорастительных условий. Это учтено нами при типологической классификации арчевников.

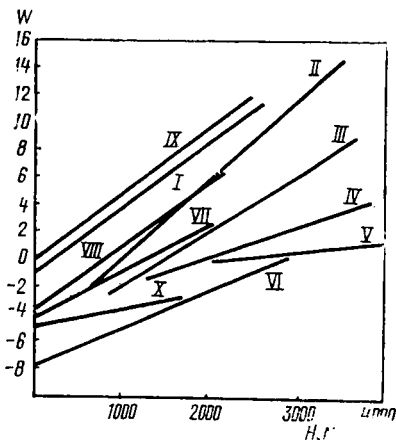


Рис. 5. Изменение показателя влажности климата  $W$  в зависимости от высоты  $H$ :

I — Крым, Кавказ; II — горное обрамление Гиссарской и Вахшской долин, западные склоны Северного, Центрального и Западного Тянь-Шаня; III — Копетдаг, северные склоны хребтов Южного Тянь-Шаня, Внутренний Тянь-Шань, Азиатское Средиземноморье; IV — отроги Западного Тянь-Шаня; V — закрытые межгорные впадины и долины Тянь-Шаня; Памира и Копетдага; VI — Ближний Восток; VII — Азиатское Средиземноморье; VIII — Пиренейский п-ов; IX — Европейское Средиземноморье; X — Африканское Средиземноморье

Показатель влажности климата  $W$  (по Д. В. Воробьеву [8]) с нарастанием абсолютной высоты на всех хребтах прямолинейно увеличивается. Специфика физико-географических районов выражается лишь параметрами линий (рис. 5, табл. 10).

В теплый период наиболее увлажненными являются Крым и Кавказ. В горах Средней Азии в этом отношении на первом месте находятся горное обрамление Гиссарской и Вахшской долин, а также обращенные к влагоносным потокам склоны Западного, Центрального и Северного Тянь-Шаня. К наименее увлажненным относятся межгорные впадины и закрытые от влагоносных течений долины Тянь-Шаня, Памира и Копетдага и горы Африканского Средиземноморья. При подъеме местности на

10. Изменение показателя влажности климата  $W$  в зависимости от абсолютной высоты  $H$ , м

| № района | Район  | Формула связи $y = a + bx$ |                         | Парная корреляция $R$ |
|----------|--|----------------------------|-------------------------|-----------------------|
|          |  | свободный член $a$         | коэффициент $b$ при $H$ |                       |
| I*       | Крым, Кавказ   | -1,57                      | 0,005                   | 0,981                 |
| II       | Горное обрамление Гиссарской и Вахшской долин, западные склоны Северного, Центрального и Западного Тянь-Шаня | -6,14                      | 0,008                   | 0,898                 |
| III      | Копетдаг, северные склоны хребтов Южного Тянь-Шаня, Внутренний Тянь-Шань, Азиатское Средиземноморье          | -3,39                      | 0,0003                  | 0,968                 |
| IV       | Отроги Западного Тянь-Шаня, Ближний Восток**   | -7,44                      | 0,004                   | 0,846                 |
| V        | Закрытые межгорные впадины и долины Тянь-Шаня, Памира и Копетдага  | -1,47                      | 0,0006                  | 0,821                 |
| VI       | Африканское Средиземноморье  | -5,14                      | 0,002                   | 0,468                 |

\* Номера и наименования основных районов на рис. 5 и в табл. 10 идентичны. Районы объединены по критерию Фишера  $F$ , который для всех уравнений достоверен.

\*\* Районы с близкими показателями объединены.

100 м показатель влажности климата увеличивается в горах Средней Азии от 0,81 (Гиссарский хребет, Иссык-Кульская котловина) до 0,1 единицы (впадины горного обрамления Ферганской долины), в Крыму на 0,45 [37]. Для определения гигротопы конкретной топографической местности для различных частей склонов разной ориентации и крутизны необходимо в среднюю величину показателя влажности вводить поправочный коэффициент, рассчитанный в условиях Крыма [37]. Для пояса арчевников горных районов Средней Азии он также вполне пригоден.

Обширный ареал можжевельника обыкновенного, встречающегося от северной подзоны тайги до лесостепи, характеризуется широким диапазоном варьирования климатических элементов. Среднегодовая температура воздуха изменяется от  $-2,9$  до  $+5^{\circ}\text{C}$ , среднемесячная июльская от  $+10$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ , сумма температур выше  $5^{\circ}\text{C}$  — от 700 до 2300 $^{\circ}\text{C}$ , выше  $10^{\circ}\text{C}$  — от 500 до 1900 $^{\circ}\text{C}$ . Количество осадков 400—900 мм. Среднемесячная относительная влажность воздуха в 13 ч изменяется от 50 до 90%; гидротермический коэффициент (по Селянинову) — от 0,60 до 0,32; радиационный индекс сухости (по М. И. Будыко) колеблется от 0,32 до 1,0; число часов солнечного сияния — от 1450 до 1600. Приведенная информация свидетельствует о высокой экологической валентности (пластичности) можжевельника обыкновенного.

По вопросу динамики климата пояса можжевельников лесов СССР мы на основании данных по плодоношению, возрастной структуре, возобновительному процессу арчевников и приросту деревьев придерживаемся взглядов о наличии внутривековых, вековых и многовековых циклических колебаний климата, связанных в значительной степени с аналогичными циклами солнечной активности [30, 32].

Выявленные климатические закономерности послужили основанием для корректировки границ лесорастительных районов, глубокого экологического анализа по исследуемым видам можжевельников и выяснения взаимосвязей между арчевниками и климатическими элементами.

## Почвы

Нами серьезное внимание уделено плодородию почв пояса можжевельников лесов как наиболее важному признаку при типологических исследованиях и лесорастительном районировании [29, 32]. Огромный спектр физико-географических параметров обуславливает развитие весьма разнообразных почв, в каждом районе имеющих свое выражение и изменяющихся в широких пределах как в отношении набора типов почв, так и по их вертикальному распространению. Под лесами разного состава формируются специфические, соответствующие той или иной древес-

ной породе, лесные почвы. Под арчевниками различных районов распространены в основном близкие, присущие данному виду можжевельника, почвы со сходными генетическими и морфологическими признаками. Меняется по районам обычно лишь вертикальное распространение почвенных типов, связанное с изменением границ всего природного комплекса.

В ксерофитных условиях пояса распространения насаждений и редколесий арчи зеравшанской и реже полушаровидной (особенно на южных склонах) в Южном и Западном Тянь-Шане до абсолютных высот 2000—2200 м на северных склонах и до 2300—2600 м на южных — распространены коричневые почвы. Они являются также основным типом почв можжевельниковых лесов и редколесий Крыма, Кавказа, Копетдага и Памира.

К характерным чертам морфологического строения коричневых почв следует отнести фрагментарный характер распределения маломощной подстилки, небольшую мощность и пороховато-комковатую структуру дернового горизонта. В поддерновом горизонте более выражены коричневые тона, постепенно светлеющие по профилю с уменьшением гумуса. Верхние горизонты выщелочены от карбонатов. Карбонатный горизонт залегает на разной глубине и характеризуется светлой окраской, заметной уплотненностью и обычно глыбистой структурой. Карбонатные выделения имеют вид белых пятен, пленок и псевдомицелия.

Выявление характерных особенностей физических и физико-химических свойств почв имеет большое теоретическое и практическое значение в вопросах механизма почвообразования, а также оценки их естественного плодородия [29, 32]. Полученные нами данные [32] свидетельствуют о значительной зольности арчевых подстилок, о высоком содержании в них зольных элементов и азота. Подстилки разных видов арчи в этом отношении существенно не отличаются, завися в основном от лесорастительных условий, изменяющихся в соответствии с рельефом местности и высотой. Наибольшая зольность и максимальное содержание зольных элементов в лесной подстилке наблюдаются у нижней границы леса в насаждении арчи зеравшанской, занимающей пологий склон с мощной богатой коричневой почвой. Это, видимо, связано не только с богатством почвы, но и слабым выносом зольных элементов из подстилки в аридных условиях нижней части арчевого пояса.

Коричневые почвы Тянь-Шаня характеризуются в общем благоприятными лесорастительными свойствами, что определяется в основном высоким содержанием гумуса и подвижного азота. Количество подвижного фосфора в большинстве случаев ограничено, особенно в наиболее карбонатных разностях почв. Основные запасы фосфора сосредоточены в самом верхнем гумусовом горизонте, ниже по профилю содержание его резко сокращается. Там же, где реакция почв близка к нейтральной, фосфора намного больше, причем распределение его по профилю

более равномерное. Недостаток фосфора в коричневых почвах, видимо, оказывает существенное отрицательное влияние на рост растений, поэтому при выращивании сеянцев и создании культур арчи зеравшанской или интродуцентов в нижнегорном подпоясе следует предусматривать внесение фосфорных удобрений.

В степени гумусированности и наличии подвижных элементов питания в верхних горизонтах профилей наблюдается значительная вариация. В этом отношении разрезы, заложенные на пологом склоне (0—15°), денудационной террасе и нижней части покатого склона (16—30°), характеризуются одинаковыми лесорастительными свойствами. В связи с этим перечисленные типы рельефа могут быть объединены в один тип лесорастительных условий [29, 32]. Почвы этой группы отличаются, как правило, мощным профилем и хорошими лесорастительными свойствами. Арчевые насаждения, произрастающие в перечисленных условиях, имеют хороший рост (I—II бонитет) и высокую производительность.

Разрезы, заложенные в средней и верхней частях покатых (16—30°) склонов, по лесорастительным свойствам существенно не отличаются. Это позволяет объединить средние и верхние части покатых склонов в один тип лесорастительных условий. Почвы данного типа условий местопроизрастания уступают предыдущему типу как по мощности профиля, так и по содержанию гумуса и подвижных элементов питания. В этих условиях произрастают насаждения арчи в основном III бонитета.

Разрез, заложенный в средней части крутого склона (более 31°), отличается по сравнению с предыдущими типами лесорастительных условий значительно меньшим содержанием гумуса, фосфора и азота. Аналогичные почвы распространены на гребнях и крутых склонах. Они имеют укороченный профиль, сильно щебенисты, каменисты и карбонатны, слабо гумусированы и содержат малое количество азота и фосфора. В этих условиях встречаются малопродуктивные насаждения арчи зеравшанской и полушаровидной IV бонитета.

Таким образом, в поясе распространения коричневых почв Тянь-Шаня наблюдается тесная связь между рельефом, лесорастительными свойствами почв, ростом и продуктивностью арчевых древостоев. Аналогичные данные получены также по коричневым почвам можжевеловых лесов Крыма и Черноморского побережья Кавказа [22, 24].

В Тянь-Шане выше коричневого пояса, под насаждениями арчи полушаровидной, а также в зоне арчи казацкой и сибирской до абсолютных высот 2400—2700 м на северных склонах и до 2700—3000 м на южных распространены горно-лесные коричнево-бурые почвы, сочетающие в себе признаки почвообразовательного процесса коричневого и бурого типов. Горно-лесные коричнево-бурые почвы широко распространены под можжевеловыми и смешанными лесами Кавказа и Крыма [22, 24, 37].



Эти почвы формируются на лёссах и продуктах разрушения известняков, сланцев, песчаников, реже гранитов. По содержанию гумуса и подвижных элементов питания и по реакции почвенной среды они характеризуются более благоприятными лесорастительными свойствами, чем коричневые почвы. В целом это обусловлено повышением увлажненности в зоне их распространения. Горно-лесные коричнево-бурые почвы отличаются менее щелочной реакцией, более высоким содержанием гумуса, азота и особенно фосфора. В более сухих условиях гребней и крутых склонов их показатели близки коричневым почвам.

Наиболее мощные и богатые горно-лесные коричнево-бурые почвы встречаются в насаждениях арчи, занимающих локальные террасы, пологие и нижние части покатых склонов; средне-мощные и среднебогатые — по средним и верхним частям покатых склонов и маломощные, бедные почвы присущи гребням и крутым склонам. Соответственно падает рост и производительность древостоев арчи с I—II бонитетов до IV.

По механическому составу коричневые и горно-лесные коричнево-бурые почвы под арчевыми лесами относятся к тяжелым суглинкам и легким глинам. Для них характерно повышенное содержание фракции физической глины в нижних горизонтах (за счет карбонатности). Кроме того, в коричневых и горно-лесных коричнево-бурых почвах арчевников наблюдается преобладание фракции крупной пыли (0,05—0,01 мм). Это объясняется, вероятно, малой выветрелостью горных пород, что связано с сухостью климата в поясе распространения этих почв (зона недостаточного увлажнения).

Высокогорные лесные оторфованные почвы распространены в основном в Южном Тянь-Шане (Туркестано-Алайский лесорастительный район) на склонах северных экспозиций с высоты 2500 м и выше, на южных и восточных с высоты 2700—2800 м под насаждениями древовидной формы арчи туркестанской. Карбонатные разновидности этих почв встречаются на склонах северной экспозиции до высоты 2700—2800 м, а выше, в более влажных и холодных условиях, сменяются выщелоченными оторфованными лесными почвами. Последние отличаются от карбонатных разновидностей более мощным оторфованным горизонтом (до 23—25 см), более темной окраской, большой мощностью гумусового горизонта (до 70 см) и в основном отсутствием карбонатного горизонта.

Характерные черты морфологического строения высокогорных лесных оторфованных почв следующие. Моховой покров мощностью 5—15 см, под которым до глубины 12—16 см залегает легкий, рыхлый, полуторфянистый горизонт темного цвета мелкопороховатой структуры, пронизанный гифами грибов. Он состоит в основном из опада арчи черного цвета. Под ними следует буровато-серый, очень рыхлый средний или тяжелый суглинок пороховатой структуры. Следующий горизонт — от 30—

35 см и ниже — более светлый, рыхлый, комковато-ореховатой структуры, средний суглинок. С глубины 40—50 см появляется дресва, количество которой книзу быстро нарастает, а окраска профиля становится палевой. Примерно с 80 см суглинок, наполненный дресвой, уплотняется и постепенно переходит в почвообразующую породу. Эти почвы, особенно выщелоченные разновидности, развиваются в условиях повышенной увлажненности и холодности и имеют промывной режим.

Данные по химическому составу высокогорных лесных оторфованных почв свидетельствуют о благоприятных лесорастительных свойствах высокогорных лесных оторфованных почв, в которых содержится значительное количество гумуса, фосфора и азота. Реакция почвенной среды верхних горизонтов слабокислая или близкая к нейтральной и только на гребнях и крутых склонах повышается до заметной щелочной. В нижних горизонтах рН зависит от материнской породы. На кислых породах (гранитах) она слабокислая, на карбонатных — слабощелочная или щелочная [29, 32].

В связи с накоплением большого количества опада в высокогорных арчевниках и вымыванием продуктов разложения на значительную глубину почвы профиль их отличается хорошей гумусовой прокраской, высоким и равномерным содержанием гумуса и подвижных форм азота и фосфора. Исключение составляют гребни и крутые склоны, почвы которых значительно беднее. Часто наблюдаемое повышение содержания фосфора в горизонте В связано с его интенсивным вымыванием.

По механическому составу высокогорные лесные оторфованные почвы варьируют от средних суглинков до легких глин. Утяжеление механического состава нижних горизонтов карбонатных разновидностей этих почв объясняется в основном цементирующим действием карбонатов. В высокогорных лесных оторфованных почвах, так же как и в коричневых и коричнево-бурых, преобладает фракция размером 0,05—0,01 мм, что объясняется аридностью климата района и вследствие этого малой выветрелостью почвообразующих горных пород.

В заключение следует отметить, что лесорастительные свойства высокогорных лесных оторфованных почв, так же как коричневых и горно-лесных коричнево-бурых, зависят от рельефа [32]. Почва нижней части покатого склона значительно мощнее и богаче, чем на гребне. Среднее положение между ними занимают почвы средних и верхних частей покатых склонов.

В зоне распространения стланиковой арчи туркестанской выше 2600—3000 м (в зависимости от физико-географического района и экспозиции склона) и до альпийской границы леса на северных склонах формируются высокогорные лугово-лесные, а на гребнях и южных склонах — высокогорные лесо-лугово-степные почвы арчевых стлаников. Следует отметить, что аналогич-

ные почвы встречаются в поясе можжевельниковых стланников горного Крыма [24, 37].

По поймам рек в поясе можжевельниковых лесов и редколесий встречаются каменисто-щебенчатые аллювиальные почвы, слабо дифференцированные на горизонты. Развиваются они на суглинисто-щебенчатом аллювии, сильно отличаясь на различном расстоянии от русла по содержанию каменистых включений и плодородию. В целом эти почвы хорошо увлажнены за счет подтока грунтовых вод, а в мелкозем их содержится значительное количество гумуса, фосфора и азота [32]. Однако в срединной и особенно присклоновой пойме почвы намного плодороднее, чем в прирусловой. Это отражается на характере роста арчи, отличающейся сильной вариацией.

Под арчевниками скальными по всему поясу распространения арчи встречаются интразональные фрагментарные почвы арчевников скальных. Они содержат значительное количество обломков горных пород и в зависимости от местоположения относятся к различным генетическим типам (коричневым, коричнево-бурым или высокогорным лесным оторфованным).

Таким образом, в поясе можжевельниковых лесов и редколесий встречаются свойственные тому или иному виду арчи типы почв, генезис, характер распространения, плодородие и морфологические особенности которых зависят от физико-географических особенностей районов, гипсометрического уровня, специфики почвообразующих пород, рельефа и растительности. В поясах распространения коричневых, горно-лесных коричнево-бурых и высокогорных лесных оторфованных почв арчевников на денудационных террасах, пологих и нижних частях покатых склонов формируются богатые почвы с одинаковыми для каждого типа лесорастительными свойствами. В связи с этим местоположения, занимающие перечисленные типы рельефа, могут быть объединены в один тип лесорастительных условий. Почвы этой группы отличаются, как правило, мощным, хорошо гумусированным профилем и значительным содержанием подвижных элементов питания. Арчевые насаждения, произрастающие в данном типе лесорастительных условий, отличаются хорошим ростом и высокой продуктивностью.

Почвы гребней и крутых склонов существенно не различаются между собой. Данные местоположения могут быть объединены в один тип лесорастительных условий. Этот тип характеризуется укороченным, сильно щебенистым и каменистым, слабо гумусированным профилем с незначительным содержанием подвижных элементов питания. В данных условиях формируются низкобонитетные, малопродуктивные насаждения арчи.

Почвы средних и верхних частей покатых склонов имеют одинаковые лесорастительные свойства и в связи с этим могут быть объединены в один тип лесорастительных условий. Они значительно богаче почв гребней и крутых склонов, но уступа-

ют таковым пологих и нижних частей покатых склонов. В этих условиях формируются арчевые древостои средней продуктивности.

## 2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ЛЕСОВОДСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОЖЖЕВЕЛОВЫХ ЛЕСОВ

### Дендрологическая характеристика можжевельников

Можжевельники (*Juniperus* L.) относятся к древнейшему семейству кипарисовых (*Cupressaceae* F. W. Neger). Они возникли не позднее юрского периода, а экологическая, морфологическая и фитоценотическая дифференциации их происходили в плиоцен-плейстоцене в связи с резким изменением климата планеты. В современных условиях можжевельники, включающие около 70 видов, широко распространены по всему умеренному поясу Северного полушария и в горах тропического пояса Центральной Америки, Вест-Индии и Восточной Африки от 70° с. ш. до 11° ю. ш. Они отличаются исключительным разнообразием жизненных форм — от прямоствольных крупных деревьев до кустарников и стлаников.

На территории Советского Союза произрастают 16 видов можжевельника. Из них 5 имеют игловидную или линейно-ланцетную форму хвои (секция *Oxycedrus*) и 11 чешуевидную (секция *Sabina*). Различные виды арчи отличаются по форме роста, строению и размерам ствола, кроны, шишкочко и семян, по требованию к физико-химическим свойствам почвы, теплу и влаге, а также хозяйственному значению. Они произрастают в различных природных зонах и высотных поясах гор — от северной подзоны тайги до субтропиков, от жарких и сухих низкогорий до холодных и влажных альпийских лугов. Можжевельники относятся к разным типам растительности. Так, можжевельник обыкновенный, или верес, растет в виде подлеска в еловых и сосновых насаждениях, являясь элементом темно- и светлохвойных лесов. Большинство среднеазиатских, крымских и кавказских видов образуют только редкостойные сухие светлые насаждения и относятся по этому характерному признаку к редколесьям. Можжевельники даурский, казацкий, ложноказацкий, сибирский, прибрежный и низкорослый — типичные стланики. Для безошибочного распознавания видов в природе необходимо знать их морфологические признаки, биоэкологические особенности и распространение по территории СССР. Много у различных видов арчи и общих признаков, отличающих их от других древесных и кустарниковых пород наших лесов.

У игловидных можжевельников хвоя (листья) достигает 15—30 мм длины и 1,5—4,0 мм ширины. Игловидная хвоя сидит по

3 шт. в каждой мутовке. У чешуевидных видов арчи во взрослом состоянии чешуевидная хвоя (листья) не превышает 2—3 мм в длину. Она имеет овально-ромбическую форму, плотно прилегает к побегам и, черепитчато перекрывая друг друга, располагается на побегах перекрестно сидящими парами.

Арча прекрасно приспособлена к жизни в очень суровых условиях высокогорий и сухих жарких районов страны. Хвоя (листья) ее снаружи покрыта толстым защитным слоем кутикулы, а устьица глубоко погружены в углубления; нередко они покрыты восковым налетом и, кроме того, расположены с внутренней стороны хвои (листа), прижатой к побегу. Все это в сильной степени ограничивает испарение. По сравнению с березой, лиственницей, сосной, различными лиственными кустарниковыми породами и травянистой растительностью арча транспирирует в 3—8 раз менее интенсивно.

У можжевельников с чешуевидной хвоей (листьями) в раннем (2—5-летнем) возрасте наблюдается игловидная хвоя (листья), с возрастом меняющаяся на чешуевидную. У некоторых видов в нижней части кроны игловидная хвоя (листья) сохраняется и у взрослых деревьев. Это свидетельствует о происхождении их от игловидных можжевельников.

В отличие от других древесных и кустарниковых пород арча имеет голые, лишенные покровных защитных чешуй, почки. Они у нее окружены лишь укороченными прижатыми листьями. Каждому виду арчи присущи специфические морфологические, биоэкологические и лесоводственные особенности, что и обусловило географическое и высотное распространение, поясность и приуроченность их к склонам определенной ориентации.

Ниже приводится дендрологическая характеристика наиболее распространенных видов можжевельников. Описание начинается с игловидных видов.

**Можжевельник красный** (*Juniperus oxycedrus* L.). Дерево высотой до 10 м и до 30 см в диаметре с густой конусовидной или широкопирамидальной кроной. Ствол сильно сбежистый, суковатый с серовато-бурой гладкой корой. На молодых ветвях кора желтовато-бурая, побеги зеленые или желтовато-бурые, короткие, трехгранные. Хвоя крупная, длиной 15—20 мм и шириной до 2 мм, почти перпендикулярно прикреплена к оси побега, расположена сближенными трехчленными мутовками, шиловидная, очень колючая, сверху с двумя сизовато-белыми продольными дендрными полосками, снизу килеватая. Шишкоягоды почти сидячие, шаровидные или слегка сплюснутые с боков, 6—10 мм в диаметре, заметны следы срастания 3—6 чешуй, красно-бурые, блестящие, чаще с 3 (от 1 до 4) широкояйцевидными слегка трехгранными семенами.

Можжевельник красный очень засухоустойчив, теплолюбив, ветроустойчив, хорошо выдерживает навалы снега. Плодоношение обильное, полнозернистость семян составляет в среднем 17%. Грунтовая всхожесть семян колеблется в пределах 2,8—32,0%. При осеннем и весеннем посевах всходы появляются только через год. Всходы с двумя семядолями. Подсемядольное колено длиной 2 см, толщиной 1,5 мм, темно-коричневого цвета. Семядоли плоские, длиной 2,1—0,8 см, шириной 1,0 мм, засыхают к концу первого года.

Сезонный рост побегов неравномерен. Интенсивный рост их наблюдается в первую половину вегетации, в наиболее сухой период замедляется, а затем

в августе снова увеличивается и прекращается только в октябре. Высота од-  
нолетних сеянцев варьирует в пределах от 8 до 16 см, корневая система их  
достигает 17 см, она мочковатая, имеет корни третьего порядка.

Рост сеянцев в последующие годы увеличивается. Годичный прирост глав-  
ного побега четырехлетних сеянцев достигает 40—50 см, общая высота расте-  
ний — 75 см, длина стержневого корня — 48 см. В 11-летнем возрасте можже-  
вельник красный достигает высоты 2 м и 6 см в диаметре ствола у корне-  
вой шейки. На некарбонатной шиферно-глинистой почве в возрасте 200 лет  
высота ствола составляет 9,5 м, диаметр — 31 см [41].

Можжевельник красный распространен в теплых районах горного Крыма,  
Кавказа, Малой Азии, в Иране и по всему Средиземноморью, на запад до  
Испании.

В Европе культивируется с середины XVIII в., в Никитском ботаническом  
саду с 1813 г., в Ботаническом саду УзССР с 1955 г. В связи с высокой де-  
коративностью и засухоустойчивостью особенно ценен для озеленения городов  
и сел южных аридных, теплых районов страны, может успешно использоваться  
для облесения низкогорий. В условиях Казахстана (г. Алма-Ата) зимует  
с большими повреждениями побегов [12]. Это необходимо учитывать при  
подборе районов для интродукции можжевельника красного.

**Можжевельник обыкновенный, или верес (J. communis L.).** Двудомное де-  
рево высотой до 17 м, обычно до 8 м, редко кустарник. Крона конусовид-  
ная, колонковидная или пирамидальная, сильно ветвистая, ствол сбежистый  
с серой или коричневатой-серой волокнистой корой. Побеги удлиненные, крас-  
новато-бурые, хвоя линейно-ланцетная, сильно колючая, сверху желобчатая,  
беловатая из-за широкой устьичной полоски, снизу слабо килеватая, блестя-  
щая, ярко-зеленая. Хвоя сидит в мутовках по 3, сохраняется до 4 лет. Шиш-  
коягоды почти сидячие, 6—9 мм в диаметре, черно-синие, покрыты голубовато-  
белым налетом, чаще трехсемянные, семена удлиненно-яйцевидные, бурые,  
созревают на второй год.

Можжевельник обыкновенный распространен очень широко — от 70 до  
32° с. ш. Встречается в подлеске широколиственных и хвойных лесов, заходя  
далеко на север. Распространен от Мурманска и Северного Урала до степей  
европейской части страны. В пихтовых и кедровых лесах Сибири, европейской  
тайге, на Камчатке, побережье Охотского моря, на Кавказе он образует под-  
лесок или заросли на месте вырубленных лесов. Произрастает на самых раз-  
личных почвах: песчаных, глинистых, даже заболоченных и карбонатных, до-  
вольствуется бедными почвами. Особенно хорошо растет он в районе выходов  
древних известняков. Заморозками и высокой температурой не повреждается  
(от —60 до +40° С), но трудно переносит сухие и холодные ветры, поэто-  
му не встречается в степи. Теневынослив, но лучше растет на открытых  
местах.

Обширный ареал и большая экологическая амплитуда, или валентность,  
можжевельника обыкновенного обусловлены отчасти его изменчивостью и  
формовым разнообразием. В различных районах обширного ареала описано  
семь форм. Среди них по своей красоте выделяется весьма декоративное де-  
рево высотой до 10 м с колонновидной кроной, свисающими побегами, более  
широкой и менее колючей хвоей, встречается на севере европейской части СССР.

Можжевельник обыкновенный очень давно введен в культуру в Западной  
Европе и в СССР как холодо-засухоустойчивый, очень декоративный и не-  
прихотливый вид, отличающийся относительно быстрым ростом и значитель-  
ными размерами. В культуре плодоношение начинается в 5—6-летнем возрас-  
те. У г. Ломоносова Ленинградской обл. растут два уникальных дерева вы-  
сотой 11 м, а в северо-восточной части Норвегии описан можжевельник обык-  
новенный, который в возрасте 85—90 лет достигает высоты 17 м и 21,2 см  
в диаметре на высоте груди, т. е. на 1,3 м от шейки корня — настоящий «Ки-  
парис Севера».

В лесостепной зоне в 25 лет достигает высоты 3,9—4,2 м и диаметра  
стволика 4,4—5,6 см, причем за последние 6 лет текущий прирост составляет  
24 см в год. Рост и развитие можжевельника на поливных землях юго-вос-

точной части страны ускоряются. В Таджикистане и Ташкенте цветение и обильное плодоношение наблюдается с 5-летнего возраста; в г. Алма-Ате годичный прирост в отдельные годы достигает 63 см [12]. В 9 лет он достигает здесь высоты 2 м, а в 12 лет — 4,5 м [41].

Выход семян из шишкоягод составляет около 15%. В 1 кг в среднем 12—13 тыс. семян. Оптимальная норма высева семян 20 г на 1 м. Всхожесть семян составляет 40—45%. Сеянцы хорошо переносят пересадку в 2—3-летнем возрасте. Можжевельник обыкновенный успешно размножается черенками в парниках холодного типа. Даже без стимуляторов роста они укореняются на 50—100% [12]. Хорошо переносит стрижку, пригоден для создания плотных живых изгородей. Весьма перспективен (особенно декоративные садовые формы) для зеленого строительства как в пределах естественного ареала, так и в юго-восточной части страны. В аридных южных районах следует использовать длиннолиственную форму можжевельника обыкновенного (можжевельник длиннолиственный), отличающуюся засухоустойчивостью и красивой колонновидной густой кроной с более длинной (до 2 см), узкой, колючей хвоей. Естественные редколесья ее распространены на Кавказе от побережья до субальпийского пояса, но чаще в среднегорье.

**Можжевельник сибирский** (*J. sibirica* Burgsd.). Двудомный, густоветвистый, низкорослый, стелющийся кустарник. Побеги легко укореняются, они неясно трехгранные с укороченными междоузлиями, кора буроватая, хвоя игольчатая, серповидная, прижатая к ветвям, узколанцетная, колючая. Шишкоягоды 2—3-семянные, шаровидные, до 12 мм в поперечнике, темно-синего или черного цвета, семена светло-бурые, трехгранные, на спинке сетчато-морщинистые, длиной 4—5 мм. Можжевельник сибирский на почве мало требователен, морозостоек. Успешно размножается черенками в парниках холодного типа, хорошо укореняется трех—пятилетними побегами. Распространен в горах Западной Европы, Сибири, Дальнего Востока, Малой Азии, в Арктической зоне европейской части СССР; в Средней Азии встречается в лесостепном, субальпийском и альпийском поясах Центрального, Внутреннего, Северного Тянь-Шаня и Памира. На Урале распространен у верхней границы леса.

Арча сибирская развивает мощную корневую систему, в связи с чем она может применяться как кустарник склонозащитного назначения. Высокая декоративность и фитонцидность этого вида можжевельника позволяет успешно использовать его в зеленом строительстве, а холодостойкость — далеко на севере и у альпийской границы леса. По морфологическим и биоэкологическим признакам арча сибирской близка карликовая кустарниковая форма можжевельника обыкновенного (можжевельник карликовый). Это низкий стелющийся кустарник с прижатыми к земле укореняющимися ветвями, буроватой корой. Молодые веточки желтовато-красные. Родиной его являются Крым, Большой и Малый Кавказ, горы южной части Балканского п-ова и Малой Азии. Растет в субальпийском и альпийском поясах, в Крыму на высотах 1000—2000 м, на Кавказе — 1800—2800 м. На Балканском п-ове и в Малой Азии поднимается до высоты 3000 м над ур. м. Предпочитает хорошо освещенные места с каменистыми легкими почвами, часто растет на скалах.

Далее описываются чешуевидные можжевельники (секция *Sabina*). Они включают односемянные и многосемянные виды. Последние делятся еще на твердоплодные и мягкоплодные виды. Дендрологическая характеристика чешуевидных видов арчи дается по этим группам.

## Односемянные можжевельники

Из этой группы на территории Советского Союза произрастает два вида арчи.

**Можжевельник ложнокавказский** (*J. pseudosabina* F. et M.). Однодомный стелющийся кустарник высотой до 2 м, с лежачими, на концах приподнимающимися ветвями. Побеги четырехгранные, 1,5—2,0 мм толщины. Хвоя чешуевидная, черепитчатая, налегающая друг на друга, длиной 3 мм, плотно при-

жата к побегам, туповатая, эллиптическая, с внутренней стороны вогнутая, с наружной — выпуклая, с овальной желёзкой, на более затененных молодых ветвях хвоя игльчатая, узколанцетная, торчащая, 3—6 мм длиной. У молодых растений вся хвоя игльчатая. Шишкоягоды овальные, длиной 5—12 мм, буровато-черные со слабым сизым налетом. Семя овальное, гладкое, 5 мм длиной и 3 мм толщиной.

Распространен в Джунгарском Алатау, Тарбагатае, на Алтае, Саянах, в горах Забайкалья, Тану-Ола, Северной Монголии и др. Растет в верхнем поясе гор и на альпийской границе леса, по каменистым склонам, на осыпях, скалах и гольцах.

**Можжевельник туркестанский** (*J. turkestanica* Kom.). Одно- или двудомное дерево высотой до 16 м и 1 м в диаметре, в более жестких условиях принимающее стланиковую форму. Кора коричневато-серая, крона плотная, темно-зеленая, у древовидной формы чаще ширококонусовидная. Нижние, распластанные по земле ветви нередко укореняются, образуя таким образом отводковые экземпляры. Конечные веточки толстые, до 2 мм толщиной, четырехгранные, до 2 мм длиной, ромбические, на спинке выпуклые с углубленной овальной смоляной желёзкой. Чешуи располагаются на побегах черепитчато, причем каждая предыдущая покрывает своей верхушкой основание последующей. Шишкоягоды односемянные, реже двусемянные, черные, блестящие, яйцевидной формы, длиной 10—15 мм и 8—10 мм в поперечнике. Размножение семенное и отводковое.

Из всех среднеазиатских видов можжевельник туркестанский наиболее влаголюбив и холодоустоек. В виде стланиковых зарослей и криволесья он встречается у верхней границы леса по всему Тянь-Шаню. Однако насаждения из древовидной формы арчи туркестанской распространены только в высокогорном подпоясе Южного Тянь-Шаня на высотах 2300—3100 м над ур. м. Оптимальные условия для нее здесь создаются на высотах 2400—2900 м. Здесь арча туркестанская в зависимости от почвенно-грунтовых условий встречается в виде отдельно стоящих стройных кипарисоподобных деревьев и как сплошные многоствольные труднопроходимые куртины.

Стланец арчи туркестанской представляет собой дерево с укороченным стволом, отмершей или полегшей вершиной, сильно развитыми укореняющимися боковыми ветвями и низкой кроной, начинающейся у самой поверхности почвы. О причинах образования стланиковых форм у древовидных растений в литературе встречаются разноречивые высказывания. Накопленная нами информация свидетельствует об экологической природе образования стланиковой арчи туркестанской. При этом основными факторами являются укороченный вегетационный период, низкие температуры и воздействие ветра.

Как правило, между скалами у мест, где отсутствуют сильные ветры, встречается древовидная форма арчи туркестанской, в то время как рядом на скалах, подверженных сильным ветрам, произрастают стланики. Общая форма «подушек» напоминает подстриженные ножницами бордюры, причем роль «ножниц» в данном случае выполняет ветер в зимний период. Зимой часть кроны арчи, подверженная сильному влиянию ветра, значительно больше отдает влаги, чем защищенная от ветра. Вследствие этого зимнее усыхание и обмерзание побегов происходит неравномерно по кроне и получается своеобразная «стрижка» или «шлифовка» деревьев и стлаников в целом.

В связи с экологической обусловленностью стлаников арчи туркестанской их ареал зависит от абсолютной высоты и климатических особенностей района. Растения, выращенные в благоприятных условиях из семян стланиковой арчи туркестанской, имеют древовидную форму.

Арчевые стланики — верхний форпост древесной растительности, испытывающий на себе все трудности сурового климата высокогорий Тянь-Шаня и Памира. Они отличаются куртинным подушкообразным расположением растений, весьма медленным ростом и долговечностью. Причудливо искривленные, прижатые к почве стволы их, насчитывающие 300—500 лет, имеют длину всего 2—3 м.



## Многосемянные твердоплодные можжевельники

**Можжевельник высокий** (*J. excelsa* Vieb.). Одно- или двудомное дерево высотой до 10—15 м с широкопирамидальной сизоватой, густой кроной, начинающейся от самого основания ствола. Кора темно-серая, чешуйчатая или волокнистая. Молодые ветви буровато-красные. Побеги сизо-зеленые, короткие, ветвящиеся, очень тонкие (0,5—0,7 мм толщины), округлые или немного сплюснутые. Хвоя на ветках более крупная, ланцетная, на побегах — очень мелкая, около 1 мм длиной, продолговатая или овальная, тупая, плотно прижатая к побегам, налегающая друг на друга, вогнутая, с ясно выраженной овально-продолговатой желёзкой. Шишкоягоды почти сидячие, обычно одиночные, шаровидные, черные с сизым налетом, 10 мм в диаметре; семена блестящие, каштановые, овальные, около 5 мм длиной и 2,5 мм толщиной, в шишкоягоде их 3—7 шт.

Распространен можжевельник высокий в горном Крыму, в основном на южном склоне от Балаклавы до Карадага, реже на северном склоне на горе Узунджа. На Кавказе он встречается лишь в северной части Западного Закавказья — от Анапы до Геленджика. За пределами СССР растет в горах Малой Азии.

Являясь засухоустойчивым, теплолюбивым видом, он произрастает в нижнем приморском поясе до абсолютной высоты 300—400 м, редко поднимаясь на Яйле до 1000 м. На Кавказе образует редкие насаждения. Часто встречается вместе с можжевельниками вонючим и красным, сосной крымской, фисташкой и дубом пушистым. В Крыму на шиферно-глинистой почве в возрасте 350 лет можжевельник высокий достигает высоты 14 м и 60 см в диаметре. Максимальное долголетие — 600 лет. Цветет в марте — апреле, семена созревают на второй год. Здоровых семян в среднем около 20%.

В культуру введен в начале XIX в. При весеннем посеве всходы появляются только через год. Грунтовая всхожесть семян сильно варьирует (от 1 до 67%). Высота однолетних сеянцев достигает 6,5—11,5 см, двухлетних — 15 см при длине главного корня 47 см, трехлетних — 47 см при длине главного корня 70 см. С 4—5-го года прирост побегов резко увеличивается, достигая 20—35 см в год. Хорошо переносит подрезку и пересадку в возрасте 3—4 лет [41].

**Можжевельник тяжёлопахучий, или вонючий** (*J. foetidissima* Willd.). Двудомное дерево высотой до 16 м и до 1 м в диаметре с широкопирамидальной плотной кроной; кора коричневато-серая, на ветвях красновато-бурая. Живет до 400 лет. Ветви обычно дугообразно изогнуты. Побеги темно-зеленые, около 1,5 мм толщины, четырехгранные. Хвоя крупная, 1,5—2,0 мм длиной, ланцетная, колючая, со спинки выпуклая без желёзки или очень редко с овальной желёзкой, к побегам прижата неплотно. Шишкоягоды на коротких ножках, шаровидные или слегка яйцевидные, около 10 мм в диаметре, буровато-черные или темно-бурые с сизым налетом, с 1—3 овальными, крупными светло-коричневыми семенами.

Распространен на северном склоне Крымских гор на территории Крымского государственного заповедника, на Северном Кавказе (Новороссийский район), в Закавказье — от Мцхеты до Шемахинского нагорья, на юг до Ордубада, по р. Куре, на Карабахском нагорье. За пределами СССР встречается в Турции, Сирии, Ливане, на о-ве Кипр.

Растет единично и биогруппами (редко образует насаждения) на открытых сухих местах, на глинисто-хрящеватых почвах или по скалам. Постоянно-го отенения и сырости не выносит, произрастает только на горных возвышенностях от 1000 до 2100 м над ур. м. Можжевельник тяжёлопахучий более холодоустойчив, чем высокий, и в районах совместного произрастания (Западное Закавказье и Крым) он поднимается значительно выше в горы.

В восточной части Средиземноморского побережья, на Ливанском хребте можжевельник тяжёлопахучий вместе с ливанским кедром и пихтой киликийской на высоте 1300—2000 м образует смешанные леса. На о-ве Кипр встречается в составе реликтовых горных аридных лесов из сосен калабрийской и

черной, кедра короткохвойного и кипариса вечнозеленого. Перечисленные породы можно интродуцировать и выращивать вместе с можжевельником тягелопухучим в пределах ареала.

При осеннем, зимнем и весеннем посевах семян всходы появляются только через год. Лучшим сроком посева следует считать лето. Пятилетние сеянцы достигают высоты 69—143 см [41]. Сеянцы необходимо выращивать в поливных питомниках.

**Можжевельник многоплодный** (*J. polycarpus* С. Koch.). Двудомное дерево высотой до 10—12 м и 80 см в диаметре с густой широкопирамидальной кроной и буровато-серой корой. Живет до 300 лет. Побеги округлые, короткие, светло-зеленые, толщиной 1,0—1,2 мм. Хвоя ромбическая, на спинке выпуклая, ясно килеватая с овальной железкой. Плодоношение обычно обильное. Шишкоягоды на коротких ножках, синевато-черные с сизым налетом, крупные, 8—10 мм в диаметре, 4—6-семянные. Семена зубовидные, каштановые, длиной 5—6 мм.

Распространен в восточной части Дагестана, а также в Восточном и Южном Закавказье, где замещает можжевельник высокий; встречается в Турции, Иране, Афганистане. В СССР основные массивы и редколесья его сконцентрированы в Южном Закавказье, а также на Ханском нагорье и хребте Водзга.

Являясь засухоустойчивым, он растет на сухих каменистых склонах, образуя чистые или смешанные с можжевельником вонючим насаждения. В связи с декоративностью, засухоустойчивостью и значительной холодостойкостью можжевельник многоплодный можно использовать в культурах и зеленом строительстве аридных районов страны (Средняя Азия, Закавказье).

**Можжевельник туркменский** (*J. turkmenica* В. Fedtsch.). Одно- или двудомное дерево высотой до 8 м с раскидистой кроной. Кора у старых деревьев шелушащаяся, красновато-серая. Охвоенные конечные веточки тонкие, ровные. Хвоя плотно прижатая к побегам, на спинке выпуклая, при основании с округлой маленькой железкой. Генеративные органы развиваются на концах молодых побегов текущего года. Шишкоягоды твердые, на коротких облиственных ножках, шаровидные, черно-синие с сизым налетом, около 10 мм в диаметре, 3—5-семянные. Семена темно-коричневые, блестящие, овальные с выпуклой спинкой, в верхней части слегка бороздчатые, 6 мм длины и 2,5 мм толщины. Созревают семена на второй год после цветения.

Распространен по сухим горным склонам хребтов Большие Балханы и Копетдаг, а за пределами СССР в горах Северного Ирана и Афганистана, где часто образует светлые редкостойные леса. В связи с засухоустойчивостью и теплолюбием можжевельник туркменский может успешно использоваться для облесения низкогорий горной части Средней Азии, Крыма и Кавказа.

**Можжевельник зеравшанский** (*J. seravschanica* Kom.). Двудомное дерево высотой до 18 м и до 1 м в диаметре с темно-зеленой или сизой густой, чаще овально-яйцевидной мощной кроной. Ветвление по стволу начинается низко. Хвоя чешуйчатая до 2 мм длиной, ромбическая или яйцевидная. Ствол сильно сбегистый суковатый с красноватой или красновато-серой отслаивающейся в виде пластин или волокон корой. Плоды — шишкоягоды на коротких ножках шаровидной формы темно-коричневого или бордово-фиолетового цвета с сизым налетом, размером 6—15 мм, сильно смолистые. В одной шишкоягоде встречается от 1 до 8 семян.

Являясь наиболее теплолюбивым видом, арча зеравшанская занимает нижнюю часть можжевельнового пояса Южного и Западного Тянь-Шаня, заходя на северо-восток лишь на южные склоны Киргизского хребта и западные отроги Сусамыртау и Кавактау Внутреннего Тянь-Шаня. За пределами СССР распространен в северных районах Ирака и Афганистана.

Можжевельник зеравшанский по морфологическим признакам и биоэкологическим особенностям близок с можжевельниками многоплодным и туркменским, однако в пределах СССР ареалы их нигде не соприкасаются. Искусственное же лесоразведение каждого из них в пределах ареала другого вполне возможно.

## Многосемянные мягкоплодные можжевельники

**Можжевельник полушаровидный** (*J. semiglobosa* Rgl.). Двудомное, редко однодомное дерево высотой до 20 м и до 1,0 м в диаметре, с негустой, чаще ширококонусовидной кроной с раскидистыми тонкими ветвями. Ствол сбескистый с коричневато-серой корой. Шишкоягоды 2—4-семянные, по форме напоминающие усеченный шар размером 5—10 мм, темно-синего цвета с сизоватым восковым налетом. Размножается семенами, очень редко наблюдается укоренение прижатых к земле ветвей.

Более холодостоек и влаголюбив по сравнению с арчой туркменской и зеравшанской, отличается большой экологической амплитудой. Встречается в среднегорном подпоясе Южного, Западного, Северного и северо-западной части Внутреннего Тянь-Шаня (хребты Сусамыртау, Кавактау и Молдотау), за пределами СССР — в Кашгарии, Северном Афганистане до Гиждукуша.

**Можжевельник казацкий** (*J. sabina* L.). Двудомный низкорослый кустарник со стелющимися распростертыми ветвями. Кора красновато-серая, у молодых растений гладкая, у более старых — продольно-трещиноватая. Хвоя чешуевидная до 8 мм длиной и 0,7 мм шириной, ромбическая или ромбическ-ланцетная, реже игловидная. Шишкоягоды 2—4-семянные буровато-серого цвета, округлоовальные, длиной 5—12 мм и шириной 5—6 мм. Размножение семенное и отводковос.

Можжевельник казацкий имеет широкий географический и экологический диапазон. Широко распространен в Центральной и Юго-Восточной Европе, Горном Крыму, на Кавказе (горы Главного Кавказского, Аджаро-Имеретинского и Триалетского хребтов, за исключением Армении и Талыша), Южном Урале, в степной зоне Сибири и Казахстана, Западных Саянах, Алтае, Тянь-Шане, Джунгарском Алатау, Тарбагатае, в горах Северной Монголии и Ирана. Весьма декоративен, успешно размножается черенками в парниках холодного типа, сеянцы хорошо переносят пересадку; укореняется трех — пятилетними побегами.

## Лесоводственно-географические особенности

### можжевельных лесов

Основные массивы можжевельных лесов СССР сконцентрированы в горах Средней Азии, Казахстане, Крыму и на Кавказе. Лишь в перечисленных районах можжевельники выступают как лесообразующие породы и имеют выраженное фитоценотическое значение. На остальной территории страны можжевельники не являются ценозообразователями, встречаясь в качестве сопутствующих или подлесочных пород в хвойных и широколиственных лесах.

Остановимся на биогеографических и лесоводственных особенностях можжевельных лесов и редколесий Средней Азии, Казахстана, Крыма и Кавказа, т. е. арчевых районах СССР, где сконцентрирована практически вся лесопокрываемая площадь этих уникальных аридных и высокогорных лесов. Следует отметить, что только леса из древовидных можжевельников занимают более 52% лесопокрываемой площади горных лесов Средней Азии.

Выяснить гамму вопросов, связанных с пространственной и вертикальной структурой и биоэкологическими и лесоводственно-таксационными особенностями лесных формаций, можно лишь путем изучения их по каждому району в отдельности. Данный

принцип принят и при изложении материала. В связи с тем, что около 80% лесопокрытой площади можжевельных лесов СССР сконцентрировано на Тянь-Шане, освещение вопроса начинается именно с этой горной системы, причем характеристика этих районов дается по оригинальным материалам авторов более подробно, чем остальных.

В результате обобщения имеющейся информации, детально-го анализа физико-географических условий, древесной и кустарниковой растительности и лесотипологического спектра всего горного сооружения в целом на территории Тянь-Шаня и в сопредельных районах Памира и Джунгарского Алатау нами выделены две лесорастительные области: Юго-Западная — широколиственных лесов и ксерофитных редколесий и Северо-Восточная — темнохвойных лесов и можжевельных стлаников. К этой области относится также территория Джунгарского Алатау. Граница между ними проходит по водораздельной линии Таласского, Сусамырского и Ферганского хребтов. В Юго-Западной области нами выделено восемь лесорастительных районов: Туркестано-Алайский, Гиссаро-Дарвазский, Зеравшанский, Заалайский, Фергано-Алайский, Ферганский, Чаткало-Угамский и Чаткало-Кураминский. В Северо-Восточной области нами выделено шесть лесорастительных районов: Иссык-Кульский, Внутренне-Тяньшанский, Чуйско-Кеминский, Таласский, Кунгей-Занлийский и Джунгарский.

Туркестано-Алайский лесорастительный район занимает северные склоны Туркестанского и Алайского хребтов и горы Мальгузар в пределах от 500 до 5000 м над ур. м. Территория лесного пояса района представлена в основном арчевыми лесами, рединами (10,4%), лугами, кустарниками, степями, скалами и другими нелесными площадями. Характерным для района является наличие в лесном фонде значительных площадей скал и оспей (38,3%), а также степей и лугов (21,8%), занимающих в сумме 60,1% общей площади. В результате лесная площадь занимает 39,5%, а лесопокрытая лишь 22,8%.

Леса района представлены древовидными формами арчи туркестанской, полушаровидной и зеравшанской. Первый вид занимает 76,0 тыс. га, или 36,2% покрытой лесом площади, второй — 52,9 тыс. га, или 25,2%, и третий — 12,7 тыс. га, или 6,1%. В субальпийском поясе широко распространены стланики арчи туркестанской. Площадь их составляет 36,6 тыс. га, или 17,4%. Другие древесные породы встречаются лишь небольшими куртинами (2,5 тыс. га, или 1,2%).

Распределение насаждений по возрастам у различных видов арчи существенно отличается. У арчи туркестанской древовидной и стланиковой форм преобладают перестойные и спелые насаждения, составляющие в первом случае 65,5% по площади и 76,7% по запасу, а во втором — 78,3% по площади и 79,5% по запасу. У арчи зеравшанской и полушаровидной наибольший

процент составляют средневозрастные насаждения, занимающие более половины площади (58,9—61,4%), в то время как спелые и перестойные — всего около 30%. Средний возраст древостоев арчи зеравшанской равен 80, полушаровидной — 110, древовидной арчи туркестанской — 160, а стлаников — 170 годам.

Средний запас составляет ( $\text{м}^3/\text{га}$ ): арчи зеравшанской 23,1, полушаровидной — 27,1, древовидной арчи туркестанской 25,1 и стлаников — 8. Для всех видов арчи характерно весьма малое количество молодняков, что является свидетельством неудовлетворительного состояния возобновительного процесса в арчевниках.

По данным лесоустройства, средняя полнота стлаников арчи туркестанской составляет 0,51, насаждений древовидной формы арчи туркестанской 0,54, а полушаровидной — 0,45\*. Наиболее низкой полнотой (0,41) отличаются древостои арчи зеравшанской, что обусловлено в основном повышенной аридностью нижнегорного подпояса и более длительным интенсивным воздействием антропогенного фактора.

Несмотря на то, что насаждения арчи полушаровидной уступают по полноте арче туркестанской, по среднему запасу древесины на 1 га они находятся на первом месте (27,1  $\text{м}^3/\text{га}$ ), что объясняется более высоким бонитетом. В формациях арчи зеравшанской и полушаровидной преобладают древостои II—IV бонитетов (96,0—94,2%), а у древовидной формы арчи туркестанской — III—V бонитетов (99,0%). В связи с этим средний бонитет насаждений арчи зеравшанской и полушаровидной равен III, 5, а у древовидной формы арчи туркестанской — IV, 1.

Можжевельные леса Туркестано-Алайского лесорастительного района встречаются на склонах всех экспозиций, причем древовидные арчевники преобладают на северных, а стланики — на южных и восточных. Это объясняется отчасти тем, что в субальпийском поясе, где расположены основные площади стлаников, наиболее благоприятные лесорастительные условия создаются на южных и близких к ним склонах, в то время как на более низких абсолютных высотах — на северных, занятых древовидной арчой.

Основные массивы арчевых стлаников (82,2%) занимают склоны крутизной более 31°, а древовидных можжевельников (85,8—88,7%) — от 16 до 40°. Местами стланики встречаются на склонах до 70°, выполняя большую противоэрозионную и почвозащитную роль. На более пологих склонах крутизной 0—15° арчевников мало: древовидных — 3,6—7,2%, стлаников всего 0,9%.

По вертикальному профилю арчевые леса района занимают широкую полосу в пределах от 1700 до 3700 м над ур. м. Основные массивы древовидных арчевых лесов района приурочены к

---

\* При лесоустройстве полноту арчевников определяли по составленной нами стандартной таблице [28].

поясу гор в пределах от 2000 до 3400 м над ур. м., а стланики — от 2800 до 3600 м. Выше и ниже указанных высот арчевники встречаются отдельными деревьями и небольшими куртинами.

В распространении видов арчи по экспозициям склонов и абсолютным высотам во всех лесорастительных районах наблюдается определенная закономерность [29]. Каждый из трех видов арчи имеет свои высотные границы. В то же время распространение единичных деревьев и небольших куртин каждого вида имеет весьма обширный диапазон. Доминирующее же значение их сохраняется до определенной высоты. На этих высотах главной породой в лесоводственном смысле слова является преобладающий вид как наиболее перспективный в хозяйственном отношении, так как весь комплекс лесорастительных условий наиболее полно отвечает именно доминирующему виду арчи.

В смешанных насаждениях с одинаковым количеством деревьев и запасом древесины двух видов арчи предпочтение как главной породе следует отдавать в первую очередь быстрорастущей арче зеравшанской, затем — полушаровидной, т. е. виду, доминирующему в нижерасположенном подпоясе. В природе насаждения с таким смещением встречаются нечасто, ибо в связи с биологическими особенностями видов арчи в древостое, как правило, доминирует один из них.

На склонах северной, северо-восточной и северо-западной экспозиций границы встречаемости видов арчи очень близки и значительно отличаются от склонов южной, юго-восточной и юго-западной экспозиций. В среднем разница находится в пределах 300 м.

Пояс арчевых лесов Туркестано-Алайского лесорастительного района по преобладающему виду арчи делится на четыре подпояса, или формации доминирующих видов.

Подпояс с преобладанием арчи зеравшанской мы предлагаем называть нижнегорным, с господством арчи полушаровидной — среднегорным, подпояс из древовидной формы арчи туркестанской — высокогорным и стланиковой формы арчи туркестанской — субальпийским. Нижнегорные арчевники занимают пояс протяженностью по абсолютной высоте 300 м, среднегорные — 500 м, высокогорные — 500 м и субальпийские — 400 м.

Следует отметить, что границы подпоясов арчевников не имеют строго линейной формы и варьируют даже в пределах отдельных районов. Границы их условны, поскольку все природные границы непостоянны и подвержены вследствие влияния климатических, антропогенных и других причин изменению во времени и пространстве. Следовательно, перечисленные подпояса нельзя рассматривать как что-то резко очерченное в природе. В действительности в зависимости от местных условий наблюдается взаимопроникновение подпоясов, их смещение и даже частичное или полное выпадание некоторых из них.

У нижней границы субальпийского подпояса среднегодовая температура равна  $0^{\circ}\text{C}$ , среднемесячная июльская  $10^{\circ}\text{C}$ , среднемесячная январская  $-9,2^{\circ}\text{C}$ , сумма месячных положительных температур  $34^{\circ}\text{C}$ , показатель влажности климата 6,9, коэффициент увлажнения 51%. При данных климатических показателях в Туркестано-Алайском лесорастительном районе древовидная форма арчи туркестанской переходит в стланиковую.

Пояс можжевельных лесов и редколесий района по значению годового коэффициента увлажнения относится к зоне недостаточного увлажнения (степи и сухие саванны) и лишь верхняя граница субальпийских арчевников — к зоне умеренного увлажнения. По всему можжевельному подпоясу баланс увлажнения имеет отрицательное значение. Следовательно, сельское и питомниковое хозяйство, а также отчасти лесокультурное дело должны базироваться на поливном земледелии.

Гиссаро-Дарвазский лесорастительный район занимает южный склон Гиссарского хребта, хребты Каратегинский, Вахшский, Дарвазский и Петра Первого, т. е. часть Южного Тянь-Шаня и Памира. В связи с более влажным климатом в растительном покрове района получают господство формации, слагаемые мезофильными травянистыми, древесными и кустарниковыми растениями.

Лесопокрытая площадь арчевников Гиссаро-Дарвазского лесорастительного района составляет 36,5 тыс. га, общий запас древесины 747,1 тыс. м<sup>3</sup>. Основные массивы арчевников сконцентрированы в западной относительно сухой части Гиссарского хребта, а также на хребтах Вахшском и Петра Первого. Широкое развитие получили чистые насаждения арчи зеравшанской и смешанные с кленом туркестанским западнее р. Варзоб на высотах 1600—2400 м над ур. м. [15]. Преобладают разреженные насаждения с сомкнутостью полога 0,3—0,6. В то же время в западной части Гиссарского хребта в пределах Узбекистана на лучших участках средний диаметр насаждений арчи зеравшанской достигает 40 см, высота 13 м, а запас стволовой древесины превышает 240 м<sup>3</sup>/га. Большую часть (73,9%) лесопокрытой площади гиссарских арчевников составляют средневозрастные древостой. Молодняков 11,5%, приспевающих 11,3%, спелых и перестойных 3,3% [15].

Высотная граница между ниже- и среднегорными арчевниками проходит в среднем на гипсометрических отметках 2100—2300 м, а между ландшафтным поясом можжевельника полушаровидного и туркестанского — на высотах 2700—2900 м. В результате интенсивного антропогенного воздействия, а в ряде случаев вытеснения арчи широколиственными лесами арчевники района не образуют сплошных значительных массивов. В ряде случаев это отдельные деревья или биогруппы. Сомкнутость крон насаждений редко превышает 0,6, обычно она составляет 0,3—0,4.

Зеравшанский лесорастительный район занимает северный склон Гиссарского, Зеравшанский и южный склон Туркестанского хребтов в пределах от 800 до 5000 м над ур. м. Территория его полностью относится к водосборному бассейну р. Зеравшан.

Преобладающей лесной формацией района являются арчевники, покрытая лесом площадь их составляет 42 тыс. га, общий запас древесины — 90 тыс. м<sup>3</sup>. Незначительные площади кленов и березняков имеют подчиненное значение. Арчевники района, как и по всему Тянь-Шаню, не образуют сплошных значительных массивов. В лесном поясе большой процент занимают скалы и осыпи, степи, луга, в результате чего лесная площадь составляет всего 30—35%, а лесопокрытая еще меньше. Наиболее крупные участки арчевников распространены в западной части района. На высотах 1800—2400 м они представлены можжевельником зеравшанским, на гипсометрических отметках 2400—3000 м полушаровидным, а выше — криволесьем и стланиками арчи туркестанской.

В подпоясе нижнегорных арчевников нередко встречаются клен туркестанский и боярышник туркестанский. Насаждения здесь, как правило, низкополнотные, сомкнутость крон редко превышает 0,3—0,5. В среднегорных арчевниках встречаются довольно густые насаждения сомкнутостью крон 0,7—0,8. Средняя высота древостоев нередко 8—10 м.

Восточная часть Зеравшанского района значительно беднее арчевниками, которые распространены здесь на высотах 2300—3000 м и образованы в основном можжевельниками полушаровидным и туркестанским. Насаждения арчи полушаровидной занимают нижнюю часть арчевого пояса до гипсометрической отметки 2600—2800 м, выше их сменяет арча туркестанская, которая у верхней границы принимает стланиковую форму. Полнота насаждений этой части лесорастительного района, как правило, не превышает 0,4—0,5. Средняя высота древостоев 8—10 м, в сложении его участвует клен туркестанский и рябина тяньшанская.

Заалайский лесорастительный район занимает высокогорную Алайскую долину, северный склон мощного, сплошь покрытого снегами и ледниками Заалайского и южный склон Алайского хребтов в пределах от 2200 до 3700 м абсолютной высоты.

Северная граница района совпадает с водораздельной линией Заалайского хребта, восточная — с государственной границей между СССР и Китаем и частично — с Фергано-Алайским лесорастительным районом. Южная и западная границы проходят по водораздельной линии Алайского хребта. Гослесфонду Заалайского лесорастительного района присуще наличие значительных площадей степей и лугов (42,6%), а также скал и осypей (37,3%), занимающих в сумме 79,9% общей площади. В ре-



зультате этого лесная площадь составляет всего 19,7%, а лесопокрываемая — 9,8%.

Древесными породами являются древовидная форма арчи полушаровидной и стланиковая форма арчи туркестанской, образующие самостоятельные, ясно выраженные подпоояса. Если в Туркестано-Алайском, Гиссарском и Зеравшанском лесорастительных районах значительные площади заняты насаждениями из арчи зеравшанской, то в Заалайском этом вид отсутствует, что связано с недостатком тепла в связи с большими абсолютными высотами территории. Древовидная форма арчи туркестанской встречается в основном отдельными деревьями и куртинами и лишь на южном склоне Алайского хребта по границе с Туркестано-Алайским лесорастительным районом образует низкобонитетные насаждения.

По данным лесоустройства, у стланиковой и древовидной форм арчи туркестанской, так же как в Туркестано-Алайском, Гиссаро-Дарвазском и Зеравшанском лесорастительных районах и по той же причине преобладают спелые и перестойные насаждения (77,3—65,5%), а у полушаровидной 58,5% площадей занимают средневозрастные. Молодняки представлены весьма незначительными площадями (0,5—1,5%). Средний возраст насаждений арчи полушаровидной составляет 100 лет, древовидной формы арчи туркестанской — 140 лет и стлаников — 160 лет.

По продуктивности древостои арчи полушаровидной более чем в 2 раза превосходят насаждения арчи туркестанской, отличающиеся низким бонитетом. Средний запас древесины первых составляет 13,1 м<sup>3</sup>/га, бонитет — III, 9, в то время как у вторых средний запас равен 6,3 м<sup>3</sup>/га, а бонитет — IV, 4. Однако насаждения и стланики арчи туркестанской отличаются более высокой полнотой (0,44—0,52) по сравнению с древостоями арчи полушаровидной, средняя полнота которых равна 0,37.

Можжевельниковые леса Заалайского лесорастительного района занимают склоны всех экспозиций. Однако большинство насаждений арчи полушаровидной (78,2%) встречается на склонах северной и западной экспозиций, на которых в среднегорном подпооясе создается наиболее благоприятный гидротермический режим, в то время как основные массивы арчи туркестанской — на южных и восточных (54,9% стлаников и 66,7% древовидных).

Насаждения арчи полушаровидной занимают в основном пологие и покатые склоны (85,4%) — до 30° крутизной, а основные массивы древовидной и стланиковой формы арчи туркестанской — покатые и крутые (96,5—98%). Следовательно, насаждения арчи туркестанской выполняют в Заалайском лесорастительном районе более высокую склонозащитную роль по сравнению с древостоями арчи полушаровидной. Нижняя граница арчевых лесов Заалайского лесорастительного района по абсо-

лютной высоте на 400—500 м выше, чем в Туркестано-Алайском, и на 800—1000 м выше, чем в Гиссаро-Дарвазском.

Пояс арчевых лесов и редколесий Заалайского лесорастительного района характеризуется небольшой суммой осадков (275—375 мм в год) и низким температурным режимом по сравнению с Туркестано-Алайским районом. Однако нижняя граница среднегорных арчевников обоих районов совпадает с годовым балансом увлажнения, равным 680 мм, а линия перехода древовидной формы арчи туркестанской в стланиковую — со среднемесячной температурой июля, равной 10° С, и суммой положительных месячных температур 36° С. Альпийская граница леса как в Туркестано-Алайском, так и Заалайском лесорастительном районе совпадает с изотермой июля 6,0—6,4° С и суммой положительных месячных температур 7° С. Пояс древовидных можжевельников и частично стлаников Заалайского района относится к зоне недостаточного увлажнения, а основные массивы стлаников — к зоне умеренного увлажнения.

Фергано-Алайский лесорастительный район занимает впадину Алайку, северный склон восточных отрогов Алайского хребта и юго-западный склон юго-восточной части Ферганского хребта в пределах от 1000 до 5000 м над ур. м. В этот район входят леса, произрастающие по бассейнам рек Каракульджа и Тар.

Территория гослесфонда района отличается наличием значительных площадей степей и лугов (55,3%), каменистых осыпей и скал (18,7%). Лесная площадь составляет 25,3%, а лесопокрытая — всего 16,7%. Однако процент лесистости несколько выше, чем в Заалайском лесорастительном районе, что объясняется более высокой увлажненностью территории.

В районе преобладают стланики из арчи туркестанской (32,4%). Второе место по площади занимают еловые леса (15,8%), третье — насаждения из арчи полушаровидной (14,4%) и четвертое (1,9%) клен туркестанский. По поймам рек встречаются отдельные деревья, куртины и небольшие площади насаждений из березы кривой, туркестанской и алайской, различных видов ив и боярышников.

Можжевеловые леса из арчи полушаровидной представлены в основном средневозрастными насаждениями (52%), а стланики из арчи туркестанской — приспевающими, спелыми и перестойными (68%). Средний возраст первых составляет 100, вторых — 130 лет. Характерно полное отсутствие молодняков у стлаников и весьма малое количество их в насаждениях арчи полушаровидной, что является свидетельством неудовлетворительного состояния возобновительного процесса.

Средний запас древесины на 1 га незначительный. Для древостоев арчи полушаровидной он равен 14,5 м<sup>3</sup>/га, для стлаников — 8,0 м<sup>3</sup>/га. Это связано с разреженностью насаждений (средняя полнота стлаников равна 0,54, а насаждений арчи по-

лушаровидной — 0,32) и низким бонитетом. Основные массивы арчи полушаровидной имеют IV—V бонитеты. Насаждения I—II бонитетов в Фергано-Алайском лесорастительном районе почти не встречаются. Средний бонитет равен IV. Такое положение связано не только с неблагоприятными физико-географическими условиями района, но главным образом с вытеснением светолюбивой, обладающей слабой конкурентной способностью, арчи полушаровидной с наиболее плодородных, хорошо увлажненных обычно пологих склонов теневыносливой елью тяньшанской. Этим же отчасти объясняется и то, что основные массивы арчи (73,7—84,5%) произрастают на склонах крутизной более 31°, в то время как более пологие заняты ельниками.

Можжевеловые насаждения занимают склоны всех экспозиций, однако в более благоприятных по гидротермическому режиму лесорастительных условиях склонов северной ориентации их мало (25,2—27,9%). Это также связано с тем, что с северных склонов арча обычно вытесняется елью.

По вертикальному профилю арчевники Фергано-Алайского лесорастительного района занимают высотный пояс в пределах от 1800 до 3600 м над ур. м. Основные массивы насаждений арчи полушаровидной приурочены к высотам 1900—2900 м, а стланики — 2700—3500 м. Ниже указанных высот встречаются лишь отдельные деревья и небольшие куртины арчи зеравшанской. Арчевники района представлены группой типов арчевников среднегорных и субальпийских. Арча зеравшанская и древовидная форма арчи туркестанской встречаются лишь единичными деревьями и группами, ясно выраженного подпояса не образуют.

Каждому подпоюсу соответствует свой комплекс климатических элементов. В среднегорных арчевниках годовое количество осадков равно 460 мм, коэффициент увлажнения 42%, баланс увлажнения 640 мм, среднегодовая температура воздуха 1,7° С. В субальпийских соответственно 700 мм, 67%, 340 мм, 2,2° С. Среднегорный подпояс по коэффициенту увлажнения относится к зоне недостаточного увлажнения, а субальпийский — к зоне умеренного.

Ферганский лесорастительный район занимает юго-западный склон Ферганского хребта в пределах от 600 до 5000 м над ур. м. Граница района проходит на севере за р. Нарын, на юге — по водораздельной линии рек Яссы и Каракульджа, на востоке — по водоразделу Ферганского хребта.

В лесном фонде Ферганского лесорастительного района лесная площадь занимает более половины общей площади. По степени лесистости Ферганский район значительно превосходит описанные ранее районы. Редина в районе почти нет (0,1%). Это связано с благоприятным сочетанием тепла и влаги. Наличие довольно больших площадей необлесившихся лесосек (6,9%) обусловлено интенсивной эксплуатацией лесов в недалеком про-

шлом. Породный состав лесов весьма разнообразен. В районе широко распространены лиственные насаждения, занимающие 70,6% лесопокрытой площади. Хвойные породы занимают лишь 8,2%, из них 7,6% составляют арчевые насаждения.

Арчевые леса района представлены в основном насаждениями от III до X классов возраста. Средний возраст древовидных насаждений арчи полушаровидной и зеравшанской составляет 125 лет, а стлаников арчи туркестанской — 110 лет. Характерно отсутствие молодняков у всех видов арчи, что связано в основном с неудовлетворительным состоянием возобновительного процесса.

В древовидных насаждениях преобладают древостои II—IV бонитетов, а у стлаников — V—Va. Средний бонитет насаждений арчи полушаровидной и зеравшанской равен III, 1, а стлаников — V, 2. Средний запас древостоев арчи полушаровидной и зеравшанской составляет 20,4 м<sup>3</sup>/га, а стлаников арчи туркестанской — 3,5 м<sup>3</sup>/га.

Арчевники района представлены в основном низкополнотными насаждениями. Основные массивы арчи зеравшанской и полушаровидной имеют полноту 0,3—0,5 при средней 0,33, а стланики — 0,4—0,6 при средней полноте 0,45. Можжевельниковые леса занимают склоны всех экспозиций, однако основные площади их (63,3—57,5%) располагаются на склонах южных экспозиций. Это связано главным образом с тем, что на склонах северной и западной экспозиций арча вытеснена другими породами. Этим же объясняется и то, что почти все арчевники (32—100%) древовидной и стланиковой форм произрастают на склонах крутизной более 21°. Аналогичное явление наблюдается и в Южном Закавказье.

По вертикальному профилю арчевые леса Ферганского лесорастительного района занимают широкую полосу в пределах от 1000 до 3300 м над ур. м. Нижняя граница арчевых лесов Ферганского района проходит на 600—800 м ниже, чем в Туркестано-Алайском и на 1200 м ниже, чем в Заалайском, верхняя — на 200—400 м ниже, чем в указанных районах. Снижение нижней границы арчевников связано с благоприятными лесорастительными условиями на более низких высотах Ферганского хребта, связанными с лучшей увлажненностью района. Стланики, занимающие лишь 500 га по всему району, приурочены в основном (99,2%) к высотам 2600—3000 м над ур. м.

Арчевники Ферганского лесорастительного района представлены главным образом древовидной формой арчи полушаровидной (7,5 тыс. га, или 64,1% от площади арчевников) и зеравшанской (3,7 тыс. га, или 31,6%), а также незначительной площадью стланиковой формы арчи туркестанской. Древовидная форма арчи туркестанской встречается лишь единичными деревьями и насаждений не образует. Основные массивы насаждений арчи зеравшанской находятся в наименее увлажненном

Нижнеарынском подрайоне. Здесь встречаются смешанные насаждения из арчи зеравшанской и фисташки обыкновенной, представляющие с фитоценотической точки зрения особый интерес для науки.

В Ферганском лесорастительном районе, так же как и в Гиссаро-Дарвазском, комплекс климатических элементов, соответствующий нижней и верхней границам арчи и каждому подпою, существенно отличается от ранее описанных. Лесной пояс района характеризуется более теплым и влажным климатом. По коэффициенту увлажнения нижнегорный подпояс относится к зоне недостаточного увлажнения (степи и сухие саванны), среднегорный — к зоне умеренного увлажнения (лесостепь и саванны), а субальпийский — к зоне достаточного увлажнения (леса достаточного увлажнения). В субальпийском подпою годовой баланс увлажнения положительный.

Чаткало-Угамский лесорастительный район занимает восточную часть Чаткальского хребта, южный склон Таласского Алатау, Сандалашский, Пскемский и Угамский хребты в пределах от 600 до 5000 м над ур. м.

Растительность района весьма разнообразна. Только высших цветковых растений насчитывается здесь более 700 видов, из которых около 150 представлены древесными и кустарниковыми породами. Район находится на стыке между Северо-Восточным и Юго-Западным Тянь-Шанем, в связи с чем лесная растительность представлена породами, характерными как для севера так и для юга. Разнообразные виды растений образуют интереснейшие фитоценотические сочетания (арчево-елово-кленово-ореховые, елово-пихтово-ореховые, кленово-яблонево-боярышниково-ореховые, тополево-ореховые, экзахордово-елово-арчевые и другие группы ассоциаций). В этом отношении Чаткало-Угамский район напоминает до некоторой степени Уссурийский край, где кедр обвивают лозы винограда.

В гослесфонде района лесная площадь составляет 40,2%, а лесопокрытая 29,7%. Значительный объем занимают луга, степи (32,9%), а также скалы и осыпи (25,4%). Среди древесных пород арчевники занимают по площади первое место (22,7%), а ореховые насаждения — второе (15,6%). Таким образом, в распределении площади гослесфонда по породам Чаткало-Угамский лесорастительный район существенно отличается от Ферганского. По нашим расчетам, площадь насаждения арчи зеравшанской составляет 8,8 тыс. га, или 21,2%, и стланиковой формы арчи туркестанской 16,8 тыс. га, или 40%.

Арча полушаровидная и зеравшанская представлены древостоями II—XI классов возраста, причем основные массивы их имеют возраст от IV до VIII класса (в среднем 120 лет). Средний возраст стлаников 100 лет. Средний бонитет насаждений арчи полушаровидной и зеравшанской равен III, стлаников — V, 1. Арчевые леса Чаткало-Угамского лесорастительного района

представлены в основном низкополнотными насаждениями. Средняя полнота насаждений арчи полушаровидной и зеравшанской составляет 0,36, а стлаников — 0,42. Средний запас древостоев арчи полушаровидной и зеравшанской равен 16,1 м<sup>3</sup>/га, а стлаников арчи туркестанской — 5,1 м<sup>3</sup>/га.

Основные массивы арчевников района занимают склоны южных экспозиций (древовидные — 52,9%, стлаников — 88,4%). На северных склонах древовидные насаждения встречаются в основном у нижней границы леса, где влаголюбивые древесные породы (орех, пихта, ель и др.) произрастать не могут. В среднем поясе гор арча вытеснена со склонов северных и западных экспозиций другими породами (орехом, елью, пихтой, яблоней), здесь она произрастает лишь на южных.

По крутизне склонов арчевники занимают широкий диапазон, от 0 до 70°. Основные массивы арчи зеравшанской и полушаровидной (82,7%) расположены на склонах крутизной 21—50°, а стлаников арчи туркестанской — 0—30°. Таким образом, в описываемом районе распространены в основном арчевники нижнегорные и среднегорные; высокогорных и субальпийских почти нет.

Чаткало-Кураминский лесорастительный район занимает Кураминский, а также центральную и западную части Чаткальского хребтов в пределах от 800 до 4500 м над ур. м. Растительность района менее разнообразна, чем в восточной части Чаткальского хребта. Главной лесобразующей породой района является арча (67,9% лесопокрытой площади гослесфонда). По данным лесоустройства и нашим расчетам, площадь насаждений арчи зеравшанской составляет 38 тыс. га, или 47,2% всех арчевников Чаткало-Кураминского лесорастительного района, арчи полушаровидной 29 тыс. га, или 36,0%, и стланиковой формы арчи туркестанской 13,4 тыс. га, или 16,8%.

Арча полушаровидная и зеравшанская представлены в основном древостоями IV—X классов возраста. Средний возраст можжевельника зеравшанского составляет 80 лет, полушаровидного — 140 лет, а у стлаников он колеблется от 40 до 180 лет. Для всех видов характерно незначительное количество молодняков (4,6%).

Средний бонитет насаждений арчи полушаровидной и зеравшанской составляет III, 8, стлаников — V. Средняя полнота древовидных арчевников равна 0,35, стлаников — 0,49. Средний запас древовидных насаждений составляет 18,0 м<sup>3</sup>/га, а стлаников — 5,0 м<sup>3</sup>/га. В то же время на северном склоне Кураминского хребта в наиболее сохранившихся высокополнотных насаждениях арчи зеравшанской запас стволовой древесины достигает более 300 м<sup>3</sup>/га, а средний годичный прирост по запасу — 4 м<sup>3</sup>/га. Основные массивы арчевников района (58%) сконцентрированы на склонах южной и восточной ориентаций крутизной 21—50°.

Комплекс климатических элементов можжевельного пояса района существенно отличается от показателей восточной части Чаткальского, Сандалашского и Угамского хребтов. Среднегодовое количество осадков у нижней границы арчи составляет 360 мм, у верхней 705 мм. Нижнегорный, среднегорный и нижняя половина субальпийского подпоясов района относятся к зоне недостаточного увлажнения и лишь верхняя половина субальпийских арчевников — к зоне умеренного увлажнения. Плохой влагообеспеченностью, видимо, и объясняется низкая производительность древовидных насаждений арчи, средний бонитет которых составляет III, 8.

Иссык-Кульский лесорастительный район занимает Иссык-Кульскую котловину, северный склон Терской-Алатау и южный — Кунгей-Алатау в пределах от 1600 до 5200 м над ур. м. Граница района проходит по водораздельной линии вышеназванных хребтов.

В связи с существенной разницей природных условий и растительности восточной и западной частей Иссык-Кульской котловины мы делим район на два лесорастительных подрайона: Западно-Иссык-Кульский и Восточно-Иссык-Кульский. Граница между ними проходит в районе пос. Чолпон-Ата.

В гослесфонде Иссык-Кульского лесорастительного района лесная площадь занимает 36,1%, а лесопокрытая — 23,9%. Значительный процент (35,7%) составляют луга и степи, а также скалы (27,3%), редины (5,2%) и несблесившиеся лесосеки (4,7%). Наличие большой площади редины и несблесившихся лесосек, составляющих 27,6% лесной площади гослесфонда, связано в основном с производившимися в 1925—1950 гг. интенсивными сплошными рубками, в 3 раза превышающими ежегодный прирост. В результате этого и неудовлетворительного естественного возобновления большинство вырубок остепнялось или зарастало кустарниками.

В Иссык-Кульском лесорастительном районе наиболее распространенной древесной породой является ель тяньшанская, насаждения которой занимают 33,8 тыс. га, или 39,2% покрытой лесом площади. В субальпийском и верхней части лесного поясов широко распространены стланики из арчи туркестанской, занимающие 20,8 тыс. га, или 24,1% лесопокрытой площади. В нижней части лесо-лугово-степного пояса на высотах 1800—2400 м над ур. м. встречаются прижатые к почве ярко-зеленые куртины арчи казачьей и реже сибирской. Они часто расположены среди серовато-зеленых, еще более низкорослых кустов караганы многолистной.

В наиболее благоприятных по температурному и ветровому режиму лесорастительных условиях арча туркестанская образует криволесье, выделенное при лесоустройстве в категорию древовидных можжевельных лесов, занимающих всего 0,2 тыс. га, или 0,2%. Древовидные насаждения арчи туркестанской (криво-

лесье) представлены IV—VIII классами возраста, а стланики — I—XI. Средний возраст стлаников составляет 110 лет, а древесных — 140. Средний запас первых равен 9,1 м<sup>3</sup>/га, а вторых — 30 м<sup>3</sup>/га.

Средняя полнота стлаников и криволесья составляет 0,58. Арчевые стланики занимают склоны всех экспозиций, однако основные их массивы (более 60%) занимают скаты южной ориентации. По высоте арча туркестанская занимает пояс гор в пределах от 2400—2600 до 3100—3300 м над ур. м. в восточной части Прииссыккулья и от 2500—2700 до 3000—3400 м в средней. В западной, наиболее аридной части района нижняя граница расположена еще выше (2600—2800 м).

Криволесье арчи туркестанской занимает в еловом поясе более сухие склоны и не подверженные сильным ветрам гребни в пределах высот 2400—3000 м над ур. м. Выше же встречаются лишь низкорослые, распростертые по земле стланики. Лесной пояс Иссык-Кульского лесорастительного района характеризуется относительно влажным прохладным летом и теплой зимой.

Лесной пояс района по степени увлажнения сильно разнороден. Нижняя часть елового пояса и основные массивы арчи казачьей находятся в зоне недостаточного увлажнения, годовой баланс увлажнения составляет 680 мм, средняя часть елового пояса и криволесье арчи туркестанской — в зоне умеренного и достаточного увлажнения (годовой баланс увлажнения от 250 до —10 мм), а верхняя часть лесного пояса — в зоне избыточного увлажнения (годовой баланс увлажнения 200—400 мм). С высоты 2600—2700 м наблюдается положительный баланс увлажнения. В связи с изложенным верхняя часть лесного пояса имеет большое значение для водного баланса и режима стока рек бассейна оз. Иссык-Куль.

Внутреннетяньшанский лесорастительный район занимает сильно приподнятую замкнутую территорию, пересеченную многочисленными горными хребтами и межгорными впадинами. Границы его проходят по водораздельным линиям хребтов: южная — Кокшаал-Тор, западная — Ферганского, северная — Киргизского и Терской-Алатау, восточная — по республиканской границе Киргизии.

В связи со спецификой физико-географических условий и растительности восточной части территории (бассейны рек Сарыджаз, Акийшан и верховья Большого и Малого Нарына) Внутреннетяньшанский лесорастительный район разделен нами на два подрайона: Нарынский и Сарыджазский. В Гослесфонде Внутреннетяньшанского лесорастительного района лесная площадь занимает 25,0%, а лесопокрытая — 17,2%. Значительный процент (42,3%) составляют луга и степи, а также скалы и осыпи (32,0%). Наличие больших площадей редин и необлесившихся лесосек (37,2 тыс. га) связано в основном с интенсивными рубками недалекого прошлого.



Из хвойных пород в районе распространены ель тяньшанская (25,8 тыс. га), стланиковая форма арчи туркестанской (26,8 тыс. га), заросли можжевельника казацкого и сибирского, а в северо-западной части района (хребты Молдотау, Сусамыртау и Кавактау) встречается арча полушаровидная (3,8 тыс. га). В западной части Нарынского лесорастительного подрайона, большей частью по склонам хребтов Сусамыртау и Кавактау, встречаются редины арчи зеравшанской, боярышник алтайский, абелия и экзохорда тяньшанская — виды, характерные для Западного Тянь-Шаня.

Возраст насаждений арчи полушаровидной колеблется от III до X класса возраста, а стлаников — от I до X. Основные массивы древовидных арчевников (65,6%) относятся к категории спелых и перестойных древостоев. Молодняки арчи полушаровидной отсутствуют, а средневозрастные составляют всего 3,7%, что свидетельствует о неудовлетворительном состоянии возобновительного процесса. У стлаников арчи туркестанской распределение по возрастным группам несколько иное. Молодняки составляют 4,4%, средневозрастные — 43,5%, приспевающие — 33,7%, а спелые и перестойные — 18,4%. Средний возраст насаждений арчи полушаровидной составляет 180, а стлаников арчи туркестанской 100 лет. Средний запас древесины арчи полушаровидной равен 18,9 м<sup>3</sup>/га, а стлаников — 4,9 м<sup>3</sup>/га.

Занимая большей частью (70% площади) крутые каменистые склоны южных и восточных экспозиций и гребни, древостои арчи полушаровидной отличаются низким бонитетом (IV, 1). Средняя полнота их равна 0,46, а стлаников — 0,50.

Для северо-западной части Нарынского лесорастительного подрайона, где кроме стлаников распространены древовидные насаждения арчи полушаровидной, высотные границы подпояс лесного пояса выражаются в среднем следующими показателями:

1) среднегорный подпояс занимает абсолютные высоты 1800—2600 м. Представлен насаждениями и редколесьями арчи полушаровидной, стланиками можжевельника казацкого и реже сибирского, зарослями кустарников, высокотравными злаково-разнотравными лугами, лугостепями и степями. На северных склонах верхней части подпояса встречаются леса из ели тяньшанской;

2) высокогорный подпояс из еловых лесов, криволесья и стлаников арчи туркестанской, кустарников, высокотравных злаково-разнотравных лугов, лугостепей и типчаковых степей. Занимает высоты 2601—3100 м над ур. м.;

3) субальпийский подпояс занимает высоты 3101—3400 м над ур. м. Представлен стланиками арчи туркестанской; зарослями гривастой караганы, флемисовыми (шемяуровыми) и гераниевыми лугами, степями и лугостепями.

Чуйско-Кеминский лесорастительный район занимает Чуйскую и Кеминскую долины и склоны окружающих хребтов: Киргизского, Кунгей-Алатау и Заилыйского Алатау. Граница района в горной части совпадает с водораздельной линией перечисленных хребтов, а в долиненной — с республиканской границей. Территория района находится в пределах Северного Тянь-Шаня.

В связи с существенным различием физико-географических условий и лесной растительности западной части Киргизского хребта район разделен на два подрайона: Западно-Киргизский и Восточно-Киргизский. Граница между ними проходит по водоразделу рек Ала-Арча и Джаламыш. Восточно-Киргизский лесорастительный подрайон отличается от Западно-Киргизского главным образом преобладанием в лесо-лугово-степном поясе насаждений из ели тяньшанской, что связано с лучшей увлажненностью территории.

В гослесфонде Чуйско-Кеминского лесорастительного района имеются значительные площади лугов и степей (35,9%), а также скал и осыпей (27,3%). В результате этого лесная площадь составляет 35,3%, а лесопокрытая — 21,6% лесного фонда района. Значителен (6,1%) процент гарей и необлесившихся лесосек прошлых лет. Древовидные арчевники из можжевельника полушаровидного составляют 13,5% (2,7 тыс. га) покрытой лесом площади гослесфонда. Третье место по площади (10,6%) занимают можжевельниковые стланики, представленные на более высоких гипсометрических отметках арчей туркестанской, а ниже — казачьей и сибирской.

В Чуйско-Кеминском лесорастительном районе арча полушаровидная представлена насаждениями III—VI классов возраста, а стланики арчи туркестанской, сибирской и казачьей — I—VI. Спелые и перестойные древостои отсутствуют. Средний возраст древовидных арчевников составляет 70, а стлаников 80 лет. Характерно наличие значительных площадей молодняков у стлаников (16,2% всей площади) и отсутствие их у арчи полушаровидной. Это свидетельствует об удовлетворительном состоянии возобновительного процесса у стлаников и плохом — у древовидных. В то же время рост арчи полушаровидной на северном склоне Киргизского хребта хороший. Средний бонитет насаждений составляет III, I.

Основные массивы арчи полушаровидной (96,5%) имеют полноту 0,3—0,6, а стланики (97,7%) — 0,3—0,8. Средняя полнота древовидных насаждений равна 0,41, а стлаников — 0,51. Средний запас древесины арчи полушаровидной составляет 17,1 м<sup>3</sup>/га, а стлаников 4,1 м<sup>3</sup>/га.

Арчевники района занимают склоны всех экспозиций, однако основные массивы арчи полушаровидной расположены на склонах восточной (20%), западной (30%), северо-восточной (22%) и северо-западной (28%) экспозиций, а стланики — северных

ориентаций (67,8%). Большинство арчевников древовидной (66,7%) и стланиковой (59,2%) формы занимают склоны крутизной более 16°, выполняя большую склонозащитную роль.

Основные массивы арчи полушаровидной, сибирской, казачьей и туркестанской, а также еловые леса Чуйско-Кеминского лесорастительного района находятся в зоне умеренного увлажнения (лесостепь и саванны). Лишь нижняя граница арчевников относится к зоне недостаточного, а верхняя — к зоне достаточного увлажнения.

Таласский лесорастительный район занимает Таласскую долину, южный склон Киргизского хребта и северный склон Таласского Алатау в пределах 700—4500 м над ур. м. Граница его проходит по водораздельной линии этих хребтов. Район разделен на два лесорастительных подрайона: Североталасский и Южно-Киргизский. Граница между ними проходит по р. Талас.

Отличительной чертой гослесфонда Таласского лесорастительного района является наличие весьма значительных площадей степей и лугов (47,6%), а также осыпей и скал (19,3%). В результате этого на долю лесной площади приходится 32,5%, а на долю лесопокрытой — 20,5%. Более  $\frac{1}{5}$  лесной площади (21,6%) составляют редины из арчи зеравшанской и частично полушаровидной.

Лесной фонд района представлен в основном стланиками арчи туркестанской и казачьей, площадь которых составляет 20,2 тыс. га, или 62,5% всей лесопокрытой площади гослесфонда. Из древовидных можжевельников наиболее распространены насаждения арчи полушаровидной (2,8 тыс. га). Криволесье арчи туркестанской и насаждения арчи зеравшанской занимают незначительную площадь (0,8 тыс. га). Значительно шире распространены редколесья арчи зеравшанской. Третье место в этом отношении занимает тополь (4,3%) и лишь четвертое — ель тяньшанская (4,0%).

В Таласском лесорастительном районе можжевельниковые леса представлены низкополнотными насаждениями. Средняя полнота древовидных арчевников составляет 0,30—0,34, а стлаников — 0,48. Средний запас древесины первых равен 14,6 м<sup>3</sup>/га, а вторых — 5,8 м<sup>3</sup>/га.

Несмотря на то, что для арчи зеравшанской Южно-Киргизский подрайон является северной точкой ареала, ее насаждения отличаются неплохим ростом. Средний бонитет равен III, 6. Рост арчи полушаровидной и туркестанской значительно ниже. Средний бонитет древостоев арчи полушаровидной составляет IV, 3, а криволесья можжевельника туркестанского — IV, 7.

Лесной пояс Таласского лесорастительного района характеризуется более низкой увлажненностью по сравнению с Чуйско-Каминским. Он полностью относится к зоне недостаточного увлажнения с отрицательным балансом увлажнения по всему лесному поясу.

Кунгей-Заилийский лесорастительный район занимает казахстанскую часть Заилийского Алатау и Кунгей-Алатау, Кетменский хребет и восточную часть Терской-Алатау. В Заилийском Алатау можжевельные стланики на высоте 1400—2000 м над ур. м. представлены небольшими подушками арчи сибирской и казацкой, а на высоте 1700—3000 м — туркестанской. Насаждения из древовидной арчи на северном склоне Заилийского Алатау, как и во всем районе, отсутствуют. Лишь в некоторых урочищах с благоприятными климатическими условиями можжевельник туркестанский образует криволесье.

Леса северного склона Кунгей-Алатау, Кетменского хребта и восточной части Терской-Алатау на гипсометрических отметках 1800—2800 м представлены в основном чистыми насаждениями ели тяньшанской и зарослями стлаников арчи туркестанской, которые по южным склонам поднимаются до высоты 3200—3300 м. У верхней границы подушковидные плотные кусты можжевельника туркестанского не образуют сплошных зарослей, они разбросаны на фоне изумрудных разнотравных альпийских лугов.

В Джунгарском лесорастительном районе в лесо-лугово-степном поясе широко распространены стланиковые заросли из можжевельников казацкого и ложнокказацкого.

Далее переходим к краткой характеристике можжевельных лесов и редколесий других лесорастительных районов страны.

В Таджикистане, кроме описанных районов, арчевники встречаются в Южном, Дангаринском, Припамирском и Западно-Памирском, или Балахшанском.

Южный лесорастительный район занимает в междуречье Вахша и Кафирнигама, хребты Газимаилик, Бабатаг, Аруктау, Чалтау, Сарсаряк, Гардани-Ушти и Тереклитау. Наиболее высокие точки перечисленных небольших хребтов достигают всего 2200 м. Климат района отличается сухостью и высокими колебаниями температур (максимальная 46° С, минимальная — 28° С, среднегодовая 15,5° С). Годовое количество осадков не превышает 500 мм. Продолжительность безморозного периода 227 дней.

На высотах 1800—2300 м у водораздельных гребней встречаются насаждения арчи зеравшанской с примесью клена пушистого и груши бухарской. На более низких высотах (1600—1900 м) расположены смешанные редколесья из арчи зеравшанской и фисташки настоящей с отдельными деревьями и куртинами клена пушистого, груши бухарской и миндаля бухарского. Общая площадь арчевников составляет 3,5 тыс. га, запас 747,1 тыс. м<sup>3</sup>, бонитет III—IV, полнота 0,3—0,4, средний возраст 150—160 лет.

Дангаринский лесорастительный район занимает низкотерья Юго-Восточного Таджикистана с очень сухим и жарким

климатом. Среднегодовая температура 15—16° С, количество осадков 400—500 мм, максимальная температура около 50° С. Лесопокрытая площадь арчевников района составляет 1,7 тыс. га, запас 19,5 тыс. м<sup>3</sup>, бонитет III—IV, полнота 0,3—0,4, средний прирост 0,2 м<sup>3</sup>/га.

Арчевники района представлены на высотах 1600—2200 м насаждениями арчи зеравшанской, у нижней границы они сменяются фисташковыми редколесьями, у верхней образуют смешанные древостой с арчой полушаровидной. К арче примешиваются лиственные породы (клен туркестанский, боярышники, миндали).

В Припамирском лесорастительном районе площадь арчевников составляет всего 0,7 тыс. га. Поэтому подробная характеристика района нами не приводится. Редины арчи зеравшанской занимают высоты 1400—2000 м, по геоботаническим и лесоводственным особенностям они не отличаются от дангаринских.

Западно-Памирский или Бадахшанский лесорастительный район отличается суровыми природными условиями. Среднее годовое количество осадков составляет 173 мм, средняя годовая температура воздуха 5,3° С, безморозный период около 100 дней [7]. Вследствие большой сухости воздуха растительность представлена ксероморфными группировками опустыненных степей, колючетравников и отдельных деревьев и редины арчи полушаровидной. В поймах рек встречаются орех грецкий, яблоня и алыча [15].

Большой научный и практический интерес представляет установленная ботаниками и нами лесоводственная ботанико-географическая общность афганских и иранских территорий с Таджикистаном и другими регионами Средней Азии. Многие районы Афганистана имеют свое естественное продолжение в Таджикистане. Например, Гиссаро-Бадахшанский кустарниково-луговой район Афганистана тяготеет к Гиссаро-Дарвазскому влажному горному массиву Таджикистана; Афгано-Таджикский эфемеровый район — к низкогорьям советской Средней Азии; Бадахшанский пустынно-степной район — к высокогорным пустынным территориям советского Памира [1]. Установленные экологические дендрологические и лесоводственно-географические связи позволяют экстраполировать разработанные нами рекомендации по классификации, таксации и лесокультурному освоению арчевников в аналогичные регионы сопредельных зарубежных стран.

Копетдагский лесорастительный район расположен на границе СССР и Ирана. Занимает горные склоны Копетдага, Больших и Малых Балхан и Кугитанга в пределах высот 500—2900 м. Арчевники района представлены единственным видом — можжевельником туркменским. В настоящее время они занимают высотный пояс от 1000 до 2900 м над ур. м., однако 85%

арчевников произрастает на высотах 1300—2100 м. Большой процент гослесфонда района занят рединами и прогалинами. Так, из 497 тыс. га лесной площади района 102 тыс. га, или 20,5%, относится к лесопокрытой и из 96,6 тыс. га горной лесной площади Копетдагского лесхоза лишь 11,9 тыс. га, или 12%, покрыто лесом [21]. Вся лесопокрытая площадь арчевников района составляет 73 тыс. га, из них 90% приходится на насаждения полнотой 0,3—0,4; 6,2% полнотой 0,5; 2% полнотой 0,6; 1,8% полнотой 0,7 и выше. Средняя полнота насаждений составляет 0,4, средний бонитет — IV, 8.

Низкая полнота и продуктивность арчевников из можжевельника туркменского, так же как и других видов арчи, обусловлена прежде всего аридными условиями Туркмено-Хорасанских гор. В среднем на высоте 1500 м здесь выпадает 320 мм, а на высоте 2000 м 350 мм осадков в год; в засушливые годы количество их снижается до 160—200 мм. Покрытая лесом площадь арчевников (73 тыс. га) по группам возраста распределяется таким образом: молодняки занимают всего 0,1%, средневозрастные 7%, приспевающие 6,9%, спелые — 24,3% и перестойные 61,8%. Средний возраст арчевых лесов района равен 260 лет, а в труднодоступных участках 350—450 лет. Средний запас древесины арчи туркменской на 1 га составляет 18 м<sup>3</sup>, а спелых и перестойных насаждений 39 м<sup>3</sup>, общий запас арчевников района равен 1602 тыс. м<sup>3</sup>.

Следует отметить, что большая часть хребтов Туркмено-Хорасанских гор расположена на территории Ирана, где и сконцентрированы основные массивы арчи туркменской [35]. В лесоводственно-географическом и экологическом отношении они являются естественным продолжением и близким аналогом арчевников Туркмении. Поэтому рациональные методы и принципы ведения лесного хозяйства и лесокультурного освоения в поясе арчевников, разработанные в одной части этого единого природного комплекса, вполне приемлемы для другой.

Горно-лесной лесорастительный район Крыма характеризуется широким распространением дубовых (64,4% лесопокрытой площади), буковых (16,7%), сосновых (6,1%), грабовых (5,8%) и смешанных дубово-арчевых лесов. Чистые можжевельные леса занимают лишь 2% покрытой лесом площади района, что составляет 5,4 тыс. га [24, 37]. Они представлены насаждениями, зарослями и рединами можжевельников высокого, красного, тяжелопахучего, казацкого и карликовой формой можжевельника обыкновенного, занимая как южный, так и северный склон главной гряды Крымских гор.

В нижнем приморском поясе до абсолютных отметок 400—500 м господствует можжевельник высокий и реже красный. Отдельные деревья их по южным каменистым склонам Яйлы поднимаются до высоты 1000 м. Можжевельник тяжелопахучий

как более холодостойкий вид занимает склоны гор в пределах 1000—1500 м над ур. м. На этих же высотах в субальпийском и альпийском поясах встречаются отдельные подушки и заросли можжевельника казацкого и карликовой формы обыкновенного. Перечисленные виды арчи у нижней границы занимают склоны всех экспозиций, а у верхней — лишь южные.

Древовидные можжевельники образуют как чистые, так и смешанные насаждения с сосной Станкевича, кевовым деревом и дубом пушистым. Бонитет насаждений низкий (IV—III), полнота невысокая (0,3—0,5 в среднем 0,43). По возрастному составу преобладают приспевающие и спелые древостои. Высота их достигает 4—8 м, диаметр ствола 14—25 см, запас древесины 20—70 м<sup>3</sup>/га. Наиболее распространенными кустарниками крымских арчевников являются скумпия, крушина слабительная, боярышники восточный и однокосточковый, шиповник собачий, терн и кизильник. Средняя часть пояса распространения можжевельников высокого и красного характеризуется среднегодовой температурой 11—13° С, максимальной температурой июля 35—37° С, минимальной температурой февраля —4,2—5,0° С, продолжительностью безморозного периода 180—190 дней, продолжительностью периода с устойчивыми температурами выше 5° С — 225—235 дней, а выше 10° С — 170—180 дней; суммой положительных месячных температур 121—128° С и среднегодовым количеством осадков 540—620 мм.

Пояс распространения можжевельников тяжелопахучего, казацкого и карликовой формы обыкновенного характеризуется среднегодовой температурой 4,6—5,5° С, максимальной температурой июля 23—25° С, минимальной температурой февраля от —8 до —8,8° С, продолжительностью безморозного периода 130—139 дней, продолжительностью периода с устойчивыми температурами выше 5° С — 173—182 дня, а выше 10° С — 117—127 дней, суммой положительных месячных температур 63—72° С и среднегодовым количеством осадков 1150—1200 мм.

Можжевельниковые леса и редколесья Кавказа образованы можжевельниками тяжелопахучим, многоплодным, высоким и красным, а стланиковые заросли — длиннолистной и карликовой формами можжевельника обыкновенного и реже казацкого. В Азербайджане крупные массивы арчевых и фисташково-арчевых редколесий, занимающих 18,3 тыс. га, находятся на высотах 150—600 м над ур. м. на низких третичных холмах Боздага в пределах Степного плато, расположенного у подножия южных склонов Большого Кавказа. В засушливых условиях южного склона Малого Кавказа пояс можжевельниковых редколесий находится на более высоких отметках (500—1000 м). Альпийская граница лесов нередко окаймляется пятнами и зарослями длиннолистной и карликовой форм можжевельника обыкновенного, а на восточных отрогах Большого Кавказа — арчей казацкой [32, 36].

Климат района произрастания древовидных можжевельников сухой, континентальный. Годовое количество осадков составляет 450—590 мм, среднегодовая температура воздуха равна 10° С, абсолютный минимум составляет 21° С, абсолютный максимум 36° С. Основное количество осадков выпадает осенью и ранней весной в виде ливней, что нередко вызывает образование селевых потоков.

В Армении покрытая лесом площадь арчевников составляет 6,5 тыс. га. В Северной части республики они занимают в основном сильно эродированные склоны южных экспозиций на высотах 600—1700 м.

На Черноморском побережье Кавказа можжевельниковые леса занимают 4,5 тыс. га [22]. Они сосредоточены преимущественно в низкогорьях Западного Кавказа до высоты 300—400 м. Широко распространен здесь можжевельник высокий, реже тяжелопалучий и красный. Последний обычно не образует чистых насаждений, а встречается во втором ярусе низкобонитетных дубовых и сосновых лесов. Полнота арчевников 0,5—0,6, средний возраст 70—90 лет, возраст отдельных деревьев достигает 250—300 лет, средний запас древесины на 1 га 30—40 м<sup>3</sup>, средний прирост 0,3—0,5 м<sup>3</sup>/га, бонитет I—III.

Характерной особенностью климата района распространения можжевельниковых лесов и редколесий Черноморского побережья являются высокие температуры и недостаточная влагообеспеченность в вегетационный период. Среднегодовая температура воздуха равна 11,9° С (Анапа), 13° С (Геленджик), количество осадков соответственно 417 и 796 мм. Абсолютный максимум температур достигает 40° С, минимум —26° С. Сумма температур за вегетационный период составляет 3600° С. Баланс увлажнения отрицательный, в летние месяцы он достигает значительной величины.

В связи с уменьшением влагообеспеченности и возрастанием континентальности климата по направлению от Черного моря на юго-восток наблюдается увеличение площадей аридных редколесий и зарослей на более высокие гипсометрические уровни. Верхний предел арчевых зарослей, окаймляющих лесной пояс, в западной части расположен на высоте 2200 м над ур. м., а на крайнем юго-востоке на Мегринском хребте достигает высоты 2750 м.

В заключение следует отметить, что арчевники аридных районов Прикаспийской области Ирана являются естественным продолжением можжевельниковых редколесий Кавказа [35]. В мощном горном массиве Эльбурса на высотах 1000—2000 м над ур. м. на маломощных скелетных сухих почвах широко распространены чистые арчевые и смешанные дубово-арчевые леса из можжевельников высокого, красного и стланиковые заросли из можжевельника казацкого.



## Сравнительная характеристика арчевников

Можжевеловые леса СССР являются исключительно склоновыми. По горным системам они размещены весьма неравномерно. Площадь арчевников Тянь-Шаня равна 571,9 тыс. га, или 81,6% всех можжевеловых лесов страны; Копетдага и Больших Балхан 73,0 тыс. га, или 10,4%; Памира 20,5 тыс. га, или 2,9%; Горного Крыма 5,4 тыс. га, или 0,8%; Кавказа 30,3 тыс. га, или 4,3%.

Основные массивы древовидных арчевников Тянь-Шаня (94,7% по площади и 95,6% по запасу) сконцентрированы в Юго-Западной лесорастительной области, а стланики (76,7% по площади) — в Северо-Восточной. Лесопокрытая площадь можжевеловых лесов по лесообразующим видам распределяется следующим образом. Стланики арчи туркестанской занимают 224,8 тыс. га, или 39,3%; на втором месте находятся среднегорные арчевники (140,3 тыс. га, или 24,5%). Третье место по площади занимают нижнегорные арчевники (129,9 тыс. га, или 22,7%). Наименее распространены высокогорные арчевники, площадь которых составляет 76,8 тыс. га, или 13,5%.

Основные массивы субальпийских арчевников сконцентрированы в Кунгей-Занлийском (67,0 тыс. га) и Туркестано-Алайском (36,6 тыс. га) лесорастительных районах.

Наибольшей полнотой и производительностью отличаются субальпийские арчевники Иссык-Кульского (средняя полнота 0,58, средний запас 9,2 м<sup>3</sup>/га), Туркестано-Алайского (средняя полнота 0,54, средний запас 8,0 м<sup>3</sup>/га) лесорастительных районов. Наименее производительны стланики Ферганского и Гиссаро-Дарвазского районов, где средняя полнота их равна 0,45, а запас 3,5 м<sup>3</sup>/га. В этих районах с наиболее благоприятных местообитаний арча вытеснена другими более теневыносливыми породами.

Наиболее высоковозрастные субальпийские арчевники распространены в Туркестано-Алайском (средний возраст 170 лет) и Заалайском (средний возраст 160 лет) лесорастительных районах, а наиболее молодые — в Чуйско-Кеминском и Кунгей-Занлийском. Средний возраст можжевеловых стлаников этих районов составляет всего 80—90 лет.

Переходим к характеристике высокогорных арчевников, основные массивы которых находятся в Туркестано-Алайском лесорастительном районе.

Главной породой высокогорных арчевников является древовидная форма арчи туркестанской. Высокогорные арчевники Тянь-Шаня отличаются относительно высоким возрастом и полнотой, значительным для можжевельников запасом древесины на 1 га, низким бонитетом и огромным долголетием. Средний возраст их составляет 160 лет, средний запас древесины 25,2 м<sup>3</sup>/га, средний бонитет IV, 3. Отдельные деревья древовид-

ной формы арчи туркестанской встречаются в возрасте 2000 лет и более.

Отнесение при лесоустройстве основных площадей арчи туркестанской (около 80%) к категории спелых и перестойных неверно, ибо в связи с весьма медленным ростом и огромной долговечностью этого вида арчи средний прирост по объему непрерывно увеличивается и значительно отстает от текущего даже в возрасте 200—300 лет и более, относительно хороший прирост по диаметру наблюдается даже в 1250 лет. Водоохранно-защитная роль, плодоношение и общее состояние их не снижаются, признаков разрушения древостоя не наблюдается. Поэтому общие положения, принятые для возрастной классификации лесов из более быстрорастущих и менее долговечных пород, не соответствуют биоэкологическим и лесоводственным особенностям насаждений арчи туркестанской.

В составе насаждений высокогорных арчевников до высоты 2800 м на северных и до 3000 м на южных склонах встречаются единичные деревья арчи полушаровидной. Древостой, часто куртинного характера, состоит в основном из деревьев семенного происхождения, но есть и отводковые, составляющие в некоторых случаях значительный процент. Сомкнутость крон часто достигает 1,0. Средний возраст насаждений обычно высокий — от 100 до 600 лет и более. Средний диаметр 10—30 см, средняя высота до 12 м. В составе древостоя встречаются, хотя и редко, рябина тяньшанская, по поймам ивы, береза. В высокогорных арчевниках насчитывается 300—320 видов высших растений.

Главной породой среднегорных арчевников является арча полушаровидная. В составе насаждений Туркестано-Алайского, Гиссаро-Дарвазского, Зеравшанского, Ферганского, Чаткало-Угамского, Чаткало-Кураминского лесорастительных районов часто встречаются арча зеравшанская (у нижней границы подпояса) и по всему ее ареалу арча туркестанская (у верхней границы подпояса). По поймам рек растут березы кривая и алайская, ива остроплодная. Древостои арчи часто куртинного характера. Деревья отводкового происхождения не встречаются.

Сомкнутость крон редко достигает 1,0. Насаждения одно- или двухъярусные, бонитет от I до V.

Основные массивы среднегорных арчевников сконцентрированы в Туркестано-Алайском (52,9 тыс. га), Чаткало-Кураминском (29,0 тыс. га) и Зеравшанском (22,0 тыс. га) лесорастительных районах.

Наиболее высокая полнота среднегорных арчевников отмечается в Туркестано-Алайском (средняя полнота 0,45), Внутреннетяньшанском (0,46) и Чуйско-Кеминском (0,41) лесорастительных районах, наиболее низкая — в Фергано-Алайском (0,32), Ферганском (0,33) и Таласском (0,34) районах. В то же время лучший рост арчи полушаровидной наблюдается в Фер-

ганском, Чаткало-Угамском, Чуйско-Кеминском и Туркестано-Алайском лесорастительных районах. Средний бонитет насаждений арчи полушаровидной в этих районах находится в пределах от II до III, 5. Среднегорные арчевники Таласского, Внутреннетяньшанского, Чаткало-Кураминского и Фергано-Алайского лесорастительных районов отличаются низким бонитетом (IV—IV, 3).

Максимальный средний запас древесины арчи полушаровидной на 1 га наблюдается в Туркестано-Алайском лесорастительном районе (27,1 м<sup>3</sup>/га), а минимальный — в холодных сухих условиях Заалайского района (13,1 м<sup>3</sup>/га). Наиболее высокий средний возраст среднегорных арчевников отмечается во Внутреннетяньшанском (180 лет), Чаткало-Кураминском и Таласском (140 лет) лесорастительных районах, наиболее низкий — в Чуйско-Кеминском (70 лет). В остальных районах средний возраст их находится в пределах от 90 до 125 лет.

Арчевники нижнегорные занимают нижнюю часть арчевого пояса. Главной породой в нижнегорных арчевниках является арча зеравшанская; в составе насаждений, особенно у верхней границы подпояса, нередко встречается арча полушаровидная, а у нижней — фисташка настоящая. В Гиссарском, Зеравшанском и Чаткало-Угамском районах значительное распространение получили смешанные насаждения из арчи зеравшанской и клена туркестанского. Дрevesтой нижнегорных арчевников часто куртинного характера, они сильно изрежены. Стводковых деревьев нет. Высокополнотные насаждения встречаются редко. Бонитет от I до V. На гребнях и скалистых обнажениях у нижней границы леса деревья принимают причудливые формы криволеся и даже имеют вид куста.

Основные массивы нижнегорных арчевников сконцентрированы в Чаткало-Кураминском (38,0 тыс. га), Гиссаро-Дарвазском (38,0 тыс. га) и Зеравшанском (28,0 тыс. га) лесорастительных районах.

Насаждения арчи зеравшанской Туркестано-Алайского лесорастительного района отличаются сравнительно высокой полнотой (0,41 при средней для Тянь-Шаня 0,36) и значительным запасом древесины на 1 га (23,1 м<sup>3</sup>/га). В остальных районах средняя полнота варьирует от 0,30 до 0,36. Таким образом, нижнегорные арчевники Тянь-Шаня отличаются низкой полнотой, что обусловлено в основном аридностью климата и отчасти факторами антропогенного характера. Разреженность древесных и кустарниковых насаждений — географическое ландшафтное явление, свойственное засушливым районам Среднего и Ближнего Востока, а также Средиземноморья.

Наиболее высокий средний бонитет насаждений арчи зеравшанской (III—III, 1) наблюдается в увлажненных лесорастительных районах — Гиссарском, Ферганском и Чаткало-Угамском, наиболее низкий — в Чаткало-Кураминском (IV, 1). Тур-

кестано-Алайский, Зеравшанский и Таласский районы занимают в этом отношении среднее положение (III, 5—III, 6).

Возрастной состав нижнегорных арчевников неодинаков и в значительной мере варьирует по лесорастительным районам. Наиболее молодые насаждения сконцентрированы в Чаткало-Кураминском и Туркестано-Алайском районах (средний возраст 80—90 лет), а высоковозрастные — в Западно-Чаткальском (средний возраст 140 лет). В остальных районах средний возраст составляет 120—125 лет.

В основу выделения подпоясов и соответственно групп типов арчевников (формации арчевников) нами положены состав, продуктивность древостоя и однородность экологических условий. Систематический состав травянистой и кустарниковой растительности служил при этом как вспомогательный признак.

Таким образом, можжевельные леса существенно различаются по видовой представленности, высотному распространению формаций, таксационным показателям насаждений, составу и фитоценологическим особенностям растительности. Это обусловлено, с одной стороны, палеогеографией видов, а с другой, особенно когда вопрос касается одной или близких горных систем, спецификой комплекса физико-географических условий районов, что находит свое четкое выражение в расположении формаций арчевников в модифицированной нами климатической сетке Д. В. Воробьева [8]. В связи с тем, что в ней не разместилось все многообразие климатического режима пояса арчевых лесов, климатическая сетка нами расширена как в отношении температурного режима, так и влажности климата. При этом градации и наименования, принятые Д. В. Воробьевым как по температурному режиму, так и ступеням влажности, не отражают характера увлажнения можжевельного пояса Тянь-Шаня и других горных систем. Так, основные площади арчи полушаровидной размещаются в сыром и мокром климатах, присущих, по Д. В. Воробьеву [8], районам с широким распространением торфянисто-болотных почв и болот, которые в среднегорных арчевниках практически не встречаются. Поэтому, учитывая специфику и широкий диапазон климата горных арчевников Евразии и Африканского Средиземноморья, по степени увлажнения мы приняли градацию, равную 2,8 единицы, а по сумме положительных месячных температур  $40^{\circ}\text{C}$  (рис. 6). Значительно расширена градация по температуре и в целом климатическая сетка, использованная нами ранее для арчевников Тянь-Шаня [32]. В модифицированной сетке можжевельные леса размещаются в климатических поясах от очень сухого до мокрого в отношении увлажнения и от холодного до очень жаркого в отношении тепла. В наименованиях четко отражается специфика увлажнения и температурного режима арчевников горных сооружений Евразии и Африканского Средиземноморья.

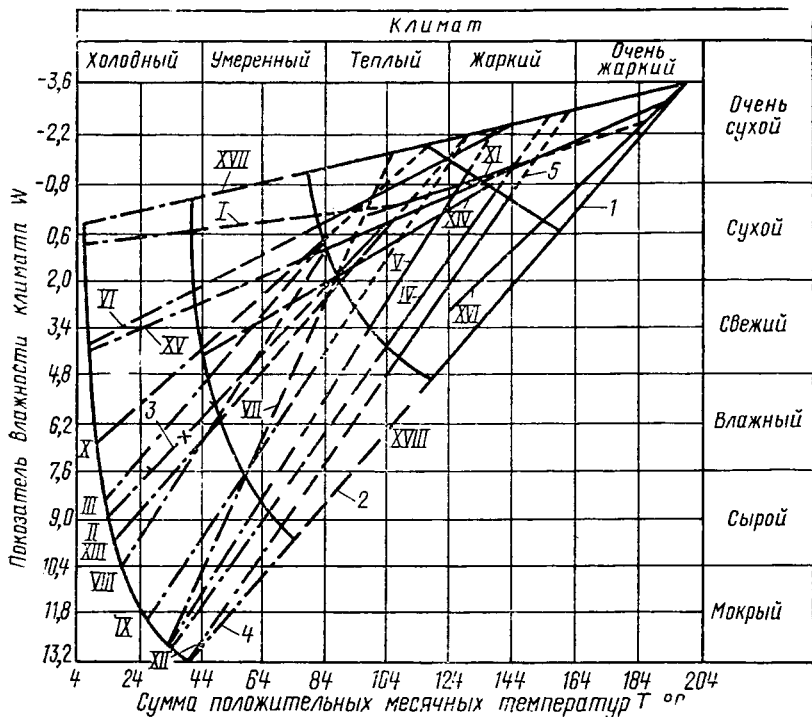


Рис. 6. Схема расположения формаций арчи в климатической сетке по лесорастительным районам:

1 — можжевельников зеравшанского, туркменского, высокого и красного; 2 — можжевельников полшаровидного, тажелонахучего, сибирского и казачьего; 3 — древовидной формы арчи туркестанской; 4 — сланников и криволеся арчи туркестанской; 5 — линия возможного местообитания арчи; I — Заалайский; II — Туркестано-Алайский; III — Фергано-Алайский; IV — Ферганский; V — Чаткало-Угамский; VI — Чаткало-Кураминский; Азиатское Средиземноморье; VII — Иссык-Кульский и Заилийский; VIII — Внутренне-Тяньшанский; IX — Чуйско-Кеминский; X — Таласский; XI — Копетдаг; XII — Гиссаро-Дарвазский; XIII — Зеравшанский; XIV — Крым, Кавказ; XV — Ближний Восток; XVI — Африканское Средиземноморье; XVII — граница холодного сухого климата; XVIII — граница влажного теплого климата

Данные рис. 6 свидетельствуют о том, что лучшее увлажнение лесного пояса наблюдается в Гиссаро-Дарвазском и Ферганском лесорастительных районах, а худшее — в Заалайском, Копетдагском и на Ближнем Востоке. В Северо-Восточной лесорастительной области Тянь-Шаня наиболее увлажненными являются Заилийский, Чуйско-Кеминский и Иссык-Кульский лесорастительные районы, а наименее увлажненным — Северо-Таласский.

Ареалу каждого вида арчи соответствует свой климатический комплекс. При этом требовательность различных видов можжевельника к климату и их климатическая валентность<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Климатическая валентность — это степень способности видов существовать в разнообразных климатических условиях.

Неодинаковы. Наиболее требовательной к климатическим факторам является древовидная форма арчи туркестанской. Она занимает лишь незначительные части двух климатических типов: влажного в отношении влажности, холодного и умеренного в отношении тепла, произрастая при сумме месячных положительных температур от 34 до 49° С и при показателе влажности климата от 5,4 до 6,9. При понижении температурного режима и увеличении влажности древовидная форма арчи туркестанской принимает стланиковую форму.

В Туркестано-Алайском лесорастительном районе эта граница совпадает с годовой изотермой 0° С, среднемесячной июльской температурой воздуха 10° С, среднемесячной январской — 9,2° С, вегетационным периодом, составляющим 120 дней, безморозным периодом менее 90 дней, суммой положительных среднесуточных температур воздуха за период с температурой выше 5° С, составляющей 800° С, выше 10° С — 300° С и коэффициентом увлажнения 55%.

В других лесорастительных районах такого сочетания климатических элементов, благоприятных для произрастания насаждений из древовидной формы арчи туркестанской, не встречается. Этим главным образом и обусловлено отсутствие высокогорных арчевников в других горных системах и хребтах.

Несколько шире представлены насаждения арчи зеравшанской, занимающие частично пять климатических типов. Арча зеравшанская произрастает в поясе с климатом от очень сухого до свежего — в отношении увлажнения и от теплого до жаркого — в отношении тепла. Экологический ареал можжевельников туркменского, высокого и красного близок зеравшанскому, однако первый из них отличается несколько большей засухоустойчивостью и теплелюбием.

Насаждения арчи полушаровидной и казацкой занимают широкий климатический диапазон (пять типов), от сухого до сырого климатов в отношении влажности и от умеренного до теплого — в отношении теплового режима. Это свидетельствует о большой пластичности этих видов по отношению к климату, что и обусловило широкое географическое и вертикальное распространение среднегорных арчевников и стлаников можжевельника казацкого. Экологический ареал можжевельников тяжелопахучего и карликового близок полушаровидному и казацкому.

Наиболее широкий диапазон климатических вариантов (восемь) занимают стланики арчи туркестанской, что является показателем большой климатической валентности стлаников. По горным системам и регионам минимальным экологическим диапазоном отличаются арчевники Ближнего Востока и Копетдага, средним — Крыма и Кавказа и максимальным — Тянь-Шаня.

Лесорастительные районы резко различаются по расположению формаций арчи в климатической сетке. При этом наблюдается строго определенная закономерность, присущая как мож-

жевеловым лесам Тянь-Шаня и других горных систем в целом, так и отдельным формациям арчи. В более холодных климатических условиях арчевники занимают более сухие местообитания. Так, если в наиболее ксерофитных условиях Заалайского лесорастительного района насаждения арчи полушаровидной распространены в сухом умеренном климате, то в наиболее увлажненных Гиссаро-Дарвазском и Ферганском они расположены во влажном и сыром климатах в отношении влаги, но в умеренном и теплом — в отношении теплового режима. Разница в сумме положительных температур верхней и нижней границ среднегорных и субальпийских арчевников этих районов составляет 24—25° С.

Это объясняется тем, что биологическая активность растений, транспирация и эвапотранспирация зависят прежде всего от температуры воздуха и почвы. В холодных районах эвапотранспирация значительно ниже, чем в жарких. Поэтому, если в холодных условиях Заалайского лесорастительного района среднегорные арчевники произрастают в сухом климате, то в относительно теплом Гиссаро-Дарвазском и Ферганском — во влажном. Это является также основной причиной смещения верхней и нижней границ арчевников в целом и подпоясов в частности. С повышением увлажненности района они смещаются вниз, а с нарастанием аридности — вверх. В этой связи следует отметить, что незначительное увеличение степени увлажнения в аридном районе гораздо сильнее стимулирует рост и развитие растений, чем во влажном. В холодных влажных условиях высокогорий, у альпийской границы леса определяющее значение приобретает температурный режим. Здесь прирост арчи тесно коррелирует с температурой июня — июля [32]. Эти закономерности и определили общий характер эколого-фитоценотического графика, имеющего вид треугольника (см. рис. 6).

Верхний острый угол треугольника находится в очень сухом и очень жарком климате; нижний в мокром холодном, а левый верхний угол — в сухом холодном. Эколого-фитоценотический треугольник свидетельствует о том, что экологический ареал арчевников резко сужается при повышении температурного режима и увеличении сухости климата. При достижении суммы годовых положительных месячных температур 200° С, а показателя влажности климата 3,6 единицы даже самые засухоустойчивые теплолюбивые виды арчи в богарных условиях существовать не могут. Выявленные строгие экологические границы различных видов можжевельников позволяют провести реконструкцию естественных границ в разрезе лесорастительных районов и отдельных хребтов и прогнозировать их высотный ареал. Каждый район отличается спецификой соотношения показателя влажности климата и суммы положительных месячных температур (табл. 11).

**II. Формулы связи показателя влажности климата  $W$   
и суммы положительных месячных температур  $T$ , °C,  
по лесорастительным районам**

| № района | Район  | Формула связи $W=a+bT^{\circ}\text{C}$ |                         |
|----------|--|--|-------------------------|
|          |  | свободный член $a$                     | коэффициент $b$ при $K$ |
| I*       | Заалайский                                     | 1,02                                   | -0,971                  |
| II       | Туркестано-Алайский                            | 10,23                                  | -0,094                  |
| III      | Фергано-Алайский                               | 9,74                                   | -0,107                  |
| IV       | Ферганский                                     | 16,75                                  | -0,123                  |
| V        | Чаткало-Угамский                               | 16,47                                  | -0,129                  |
| VI       | Чаткало-Кураминский, Азиатское Средиземноморье | 4,39                                   | -0,047                  |
| VII      | Иссык-Кульский и Заилийский                    | 18,56                                  | -0,190                  |
| VIII     | Внутреннетяньшанский                           | 12,84                                  | -0,139                  |
| IX       | Чуйско-Кеминский                               | 15,30                                  | -0,133                  |
| X        | Таласский                                      | 6,70                                   | -0,069                  |
| XI       | Копетдаг                                       | 2,95                                   | -0,029                  |
| XII      | Гиссаро-Дарвазский                             | 18,34                                  | -0,129                  |
| XIII     | Зеравшанский                                   | 11,42                                  | -0,105                  |
| XIV      | Крым, Кавказ                                   | 6,18                                   | -0,054                  |
| XV       | Ближний Восток                                 | 4,38                                   | -0,042                  |
| XVI      | Африканское Средиземноморье                    | 13,48                                  | -0,088                  |
| XVII     | Граница холодного сухого климата               | 0,60                                   | -0,021                  |
| XVIII    | Граница влажного теплого климата               | 17,05                                  | -0,104                  |

\* Номера и наименования районов на рис. 6 и в табл. II идентичны. Для всех формул связи парный коэффициент корреляции колеблется от 0,812 до 0,998.

Значительный интерес представляет вопрос о тесноте и характере связи между границами формаций арчи и климатиче-

**12. Формулы связи годового коэффициента увлажнения  $K$   
и среднемесячной температуры июля  $T$ , °C, по лесорастительным районам**

| № района | Район  | Формула связи $T^{\circ}\text{C}=a+bK$ |                         |
|----------|--|--|-------------------------|
|          |  | свободный член $a$                     | коэффициент $b$ при $K$ |
| I*       | Заалайский                                     | 20,00                                  | -0,152                  |
| II       | Туркестано-Алайский, Азиатское Средиземноморье | 39,53                                  | -0,515                  |
| III      | Фергано-Алайский                               | 24,21                                  | -0,209                  |
| IV       | Ферганский                                     | 31,62                                  | -0,151                  |
| V        | Чаткало-Угамский                               | 27,51                                  | -0,106                  |
| VI       | Чаткало-Кураминский                            | 27,14                                  | -0,174                  |
| VII      | Иссык-Кульский                                 | 17,80                                  | -0,057                  |
| VIII     | Внутреннетяньшанский                           | 23,76                                  | -0,255                  |
| IX       | Чуйско-Кеминский                               | 27,10                                  | -0,186                  |
| X        | Таласский                                      | 43,05                                  | -0,821                  |
| XI       | Копетдагский                                   | 36,28                                  | -0,504                  |

\* Номера и наименования районов на рис. 7 и в табл. 12 идентичны. Для всех формул связи парный коэффициент корреляции варьирует от 0,879 до 0,989.



| № района | Район              | Формула связи $T C = a + bK$ |                         |
|----------|--------------------|------------------------------|-------------------------|
|          |                    | свободный член $a$           | коэффициент $b$ при $K$ |
| XII      | Зеравшанский       | 35,91                        | -0,323                  |
| XIII     | Гиссаро-Дарвазский | 31,94                        | -0,113                  |
| XIV      | Крым, Кавказ       | 32,91                        | -0,199                  |
| XV       | Ближний Восток     | 30,50                        | -0,859                  |

ским комплексом, определяемым изотермой июля и годовым коэффициентом увлажнения (рис. 7, табл. 12).

Данные рис. 7, представляющего собой эколого-фитоценотический треугольник, свидетельствуют о том, что как верхняя,

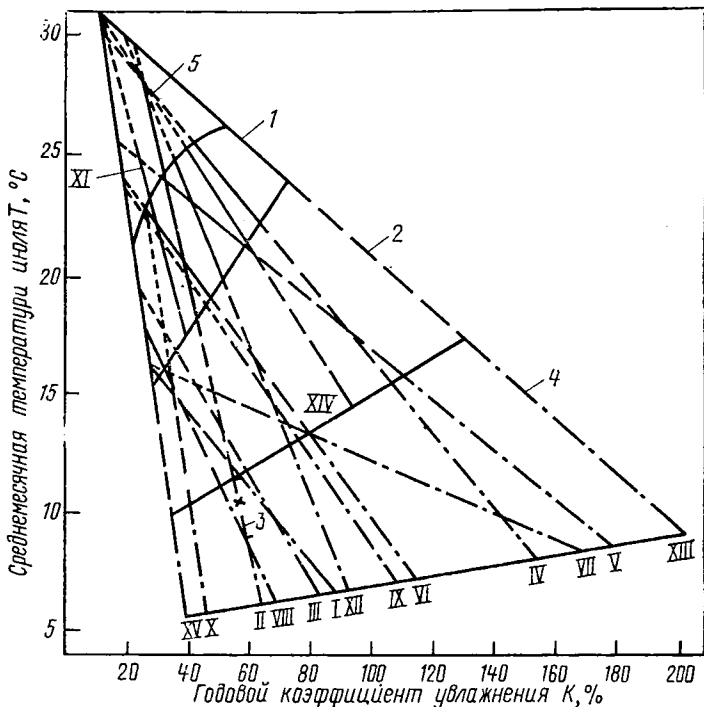


Рис. 7. Схема расположения формаций арчи в зависимости от влагообеспеченности и температурного режима июля по лесорастительным районам:

1 — можжевельников зеравшанского, туркменского, высокого, красного; 2 — можжевельников полушаровидного, тяжелопахучего, казацкого, сибирского и карликового; 3 — древовидной формы можжевельника туркестанского; 4 — стлаников арчи туркестанской; 5 — линии возможного произрастания арчи: I — Заалайский; II — Туркестано-Алайский, Азиатское Средиземноморье; III — Фергано-Алайский; IV — Ферганский; V — Чаткало-Угамский; VI — Чаткало-Кураминский; VII — Иссык-Кульский; VIII — Внутреннетяньшанский; IX — Чуйско-Кеминский; X — Таласский; XI — Копетдагский; XII — Зеравшанский; XIII — Гиссаро-Дарвазский; XIV — Крым, Кавказ; XV — Ближний Восток

так и нижняя границы формаций арчи четко определяются климатическим комплексом, обусловленным температурным режимом июля и степенью увлажнения. Отдельно взятые элементы (степень увлажнения или температура июля) значительно слабее коррелируют с границами формаций арчи.

Наши данные свидетельствуют о том, что чем суше район, тем более низкая изотерма июля соответствует границам подполюсов арчи.

Линии, соединяющие границы формаций можжевельников различных районов Тянь-Шаня на рис. 6, имеют характер прямой и гиперболической кривой с определенными для каждой линии параметрами. При этом по каждой отграничивающей линии между показателями влажности и суммой положительных месячных температур наблюдается тесная связь, приближающаяся к функциональной. Корреляционное отношение между данными величинами варьирует от  $0,84 \pm 0,006$  до  $0,98 \pm 0,007$ .

Связи между показателем влажности климата  $W$  и суммой положительных месячных температур  $T$ , °С, выражаются следующими формулами: 1) для нижней границы нижнегорных арчевников Тянь-Шаня  $W = -8,08 + 0,054 T$ ; 2) для верхней границы нижнегорных и нижней среднегорных арчевников  $W = -345,89 + 10,000 T - 0,095 T^2 + 0,0003 T^3$ ; 3) для верхней границы среднегорных и нижней субальпийских и высокогорных арчевников  $W = -79,54 + 5,662 T - 0,051 T^2 + 0,0002 T^3$ ; 4) для альпийской границы стлаников  $W = 1,35 + 0,953 T - 0,029 T^2 + 0,0003 T^3$ .

Выявленная закономерность и полученные модели позволяют установить ареал возможного произрастания и, следовательно, искусственного лесоразведения без дополнительного увлажнения того или иного вида арчи по отдельным лесорастительным районам. Так, в Чуйско-Кеминском и Фергано-Алайском лесорастительных районах и Северо-Таласском подрайоне нижняя граница возможного произрастания арчи полушаровидной находится на гипсометрических отметках 1500—1600 м. В этих районах нижняя граница среднегорных арчевников может быть снижена по сравнению с современной в среднем на 300 м.

В Туркестано-Алайском и Фергано-Алайском лесорастительных районах нижняя граница возможного местообитания арчи зеравшанской определяется гипсометрическими уровнями 1300—1400 м, а в Таласском — 1200 м. Кроме того, в Заилийском, Иссык-Кульском и Чуйско-Кеминском районах, где естественных нижнегорных арчевников нет, выявлена зона возможного богарного произрастания арчи зеравшанской. В Заилийском и Чуйско-Кеминском районах граница зоны определяется высотами от 1000—1100 м, а в Иссык-Кульском — от 1700 до 1900 м. В Заилийском и Иссык-Кульском районах зона возможного богарного лесоразведения можжевельника полушаровидного находится на гипсометрических отметках 1500—2200 м.

Естественный высотный диапазон можжевельника туркменского также сильно сокращен. Нижняя граница его может быть снижена на 400—600 м, а верхняя поднята на 500 м. Расположение современной нижней границы арчи на более высоких гипсометрических уровнях по отношению к возможной в Копетдаге, Туркестано-Алайском, Фергано-Алайском, Чуйско-Кеминском и Таласском районах обусловлено, видимо, интенсивной деятельностью человека, поселения которого на территории этих районов известны с древнейших времен. Следовательно, создание лесных культур арчи в вышеуказанных районах до отметок возможного произрастания следует считать реставрацией естественных границ растительных формаций.

Линии, отграничивающие нижний и верхний пределы среднегорных и субальпийских арчевников (см. рис. 7), имеют характер прямых с различными параметрами. При этом по линиям границ формаций между годовым коэффициентом увлажнения и среднемесячной температурой июля наблюдается тесная корреляционная связь, приближающаяся к функциональной. Коэффициент корреляции между данными показателями находится в пределах от  $0,96 \pm 0,004$  до  $0,98 \pm 0,003$ . Связи между годовыми коэффициентами увлажнения  $K$  и среднемесячными температурами июля  $T^\circ C_n$  выражаются следующими формулами: 1) для альпийской границы стлаников  $T^\circ C_n = 0,022 \cdot K + 4,5$ ; 2) для нижней границы стлаников и верхней границы среднегорных арчевников  $T^\circ C_n = 0,083 \cdot K + 7,0$ ; 3) для нижней границы среднегорных и верхней границы нижнегорных арчевников  $T^\circ C_n = 0,194 \cdot K + 9,9$ .

Линия, отграничивающая нижнюю границу арчи зеравшанской, на Тянь-Шане, имеет характер параболической кривой. Связь между коэффициентом увлажнения и среднемесячной температурой июля тесная. Она выражается корреляционным отношением, равным  $0,90 \pm 0,006$ , и формулой  $T^\circ C_n = 13,43 + 2,717 K - 0,064 K^2 + 0,0005 K^3$ .

Данные рис. 7, представляющего эколого-фитоценотический треугольник, свидетельствуют о том, что в более холодных условиях граница арчи варьирует в пределах незначительного изменения температур, но огромного размаха коэффициента увлажнения. С нарастанием тепла увеличивается температурный диапазон, но резко сокращается варьирование степени увлажнения. Эта закономерность еще раз свидетельствует о том, что в более теплых аридных условиях граница арчи варьирует в пределах незначительного изменения температур, но огромного размаха коэффициента увлажнения. С нарастанием тепла увеличивается температурный диапазон, но резко сокращается варьирование степени увлажнения. Эта закономерность еще раз свидетельствует о том, что в более теплых аридных условиях низкогорной граница арчи лимитируется главным образом влагообеспеченностью, а в холодных влажных — температурным режимом.

Выявленная закономерность подтверждается также расположением формаций арчи в зависимости от среднегодовой температуры и годового баланса увлажнения (рис. 8, табл. 13).

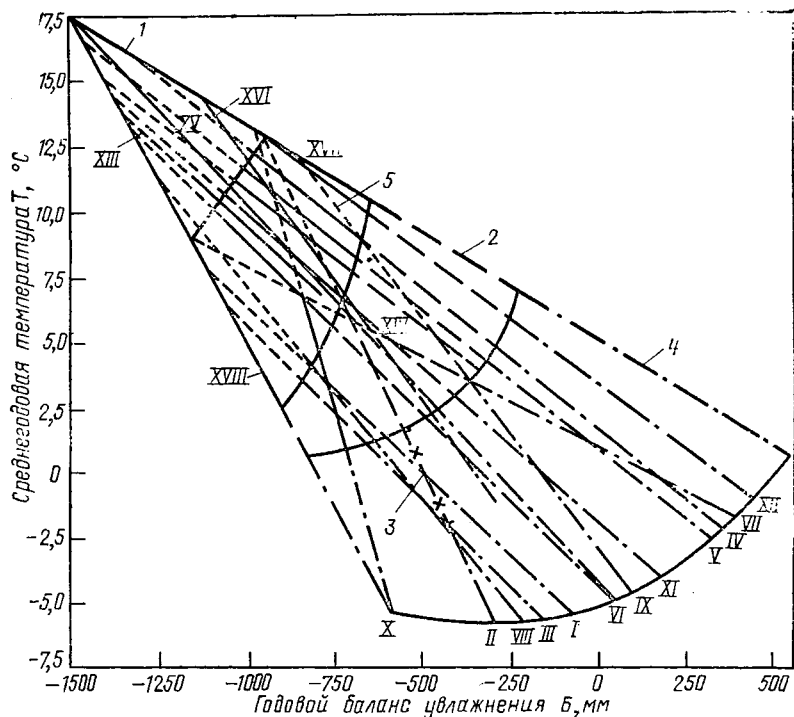


Рис. 8. Схема расположения формаций арчи в зависимости от влагообеспеченности и среднегодовой температуры по лесорастительным районам:

1 — можжевельников зеравшанского, туркменского, высокого и красного; 2 — можжевельников полушаровидного, тяжелопухучего, сибирского и казачьего; 3 — стлаников и криволесья арчи туркестанской; 4 — арчи туркестанской; 5 — линия возможного произрастания арчи; I — Заалайский; II — Туркестано-Алайский; III — Фергано-Алайский; IV — Ферганский; V — Чаткало-Угамский; VI — Чаткало-Кураминский; VII — Иссык-Кульский и Заилыйский; VIII — Внутреннетяньшанский; IX — Чуйско-Кеминский; X — Таласский; XI — Зеравшанский; XII — Гиссаро-Дарвазский; XIII — Копетдагский; XIV — Крым, Кавказ; XV — Ближний Восток; XVI — Азиатское Средиземноморье; XVII — граница влажного теплого климата; XVIII — граница сухого холодного климата

### 13. Формулы связи годового баланса увлажнения $B$ , мм, и среднегодовой температуры $T$ , °C, по лесорастительным районам

| № района | Район               | Формула связи $T^{\circ}\text{C} = a + bB$ |                         |
|----------|---------------------|--|-------------------------|
|          |                     | свободный член $a$                         | коэффициент $b$ при $B$ |
| I*       | Заалайский          | -6,19                                      | -0,013                  |
| II       | Туркестано-Алайский | -14,03                                     | -0,029                  |
| III      | Фергано-Алайский    | -7,50                                      | -0,014                  |
| IV       | Ферганский          | 2,38                                       | -0,013                  |
| V        | Чаткало-Угамский    | 1,36                                       | -0,011                  |

| № района | Район                            | Формула связи $T^{\circ}C = a + bB$ |                         |
|----------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
|          |                                  | свободный член $a$                  | коэффициент $b$ при $B$ |
| VI       | Чаткало-Кураминский              | -4,32                               | -0,015                  |
| VII      | Иссык-Кульский и Заилийский      | 1,18                                | -0,007                  |
| VIII     | Внутреннетяньшанский             | -9,14                               | -0,016                  |
| IX       | Чуйско-Кеминский                 | -2,57                               | -0,017                  |
| X        | Таласский                        | -25,73                              | -0,033                  |
| XI       | Зеравшанский                     | -1,05                               | -0,011                  |
| XII      | Гиссаро-Дарвазский               | 3,67                                | -0,009                  |
| XIII     | Копетдагский                     | 3,07                                | -0,0001                 |
| XIV      | Крым, Кавказ                     | 0,53                                | -0,010                  |
| XV       | Ближний Восток                   | -3,86                               | -0,015                  |
| XVI      | Азиатское Средиземноморье        | -6,36                               | -0,019                  |
| XVII     | Граница влажного теплого климата | 5,85                                | -0,009                  |
| XVIII    | Граница сухого холодного климата | -19,88                              | -0,025                  |

\* Номера и наименования районов на рис. 8 и в табл. 13 идентичны. Для всех формул связи парный коэффициент корреляции варьирует от 0,746 до 0,978.

Данные рис. 8 и табл. 13 свидетельствуют о том, что границы арчи имеют закономерную криволинейную связь с климатическим комплексом; элементами которого является среднегодовая температура и годовой баланс увлажнения. Чем суше район, тем более низкая среднегодовая температура соответствует границам формаций арчи. Связь между балансом увлажнения и среднегодовой температурой по линиям отграничения формаций очень тесная. Она выражается корреляционным отношением, находящимся в пределах от  $0,84 \pm 0,006$  и до  $0,96 \pm 0,003$ , и следующими формулами: 1) для альпийской границы стлаников  $T^{\circ}C = -4,78 + 0,008 B + 0,0001 B^2$ ; 2) для нижней границы стлаников и верхней границы среднегорных арчевников  $T^{\circ}C = 18,08 + 0,073 B + 0,0001 B^2$ ; 3) для нижней границы среднегорных и верхней нижнегорных арчевников  $T^{\circ}C = -19,50 - 0,177 B - 0,0003 B^2$ ; 4) для нижней границы нижнегорных арчевников Тянь-Шаня  $T^{\circ}C = 67,65 + 0,092 B$ .

На рис. 6, 7 и 8 видна специфика климатического комплекса можжевельников туркменского, высокого и красного, а также высокогорных арчевников Туркестано-Алайского лесорастительного района, свидетельствующая о климатической обусловленности встречаемости древовидной формы арчи туркестанской и отсутствии значительных площадей ее на остальной территории Тянь-Шаня. Рис. 6, 7 и 8 представляют собой лишь различные варианты эколого-фитоценотического треугольника, при этом для них характерна вполне определенная общая закономерность.

Значительный теоретический и практический интерес представляют данные, показывающие совпадение высотных границ.

зон возможного богарного местообитания формаций арчи по лесорастительным районам (см. рис. 6, 7 и 8). Это дает нам основание рекомендовать в пределах установленных высот создание лесных культур того или иного вида арчи без полива.

Подтверждением теоретического прогноза возможности произрастания арчи без дополнительного увлажнения в пределах установленных гипсометрических уровней является успешный опыт создания богарных культур арчи полушаровидной в предгорьях северного склона Киргизского хребта на высоте 900—1000 м над ур. м.

Таким образом, естественные границы формаций арчи при наличии развитого почвенного субстрата определяются сложным климатическим комплексом, включающим температурный и ветровой режимы, увлажненность и интенсивность солнечной радиации. При этом в зависимости от района и гипсометрического уровня роль составляющих меняется. В более аридных районах и на более низких высотах границы формаций обуславливаются главным образом степенью увлажнения, а в более холодных хорошо увлажненных — температурным, ветровым и световым режимами. Эта закономерность, выраженная в виде эколого-фитоценотического треугольника, широко распространена в горных странах и приобретает для ксерофитных лесов планетарное значение. Выявленные связи строгой климатической обусловленности границ формаций арчи, однако, не являются показателем их постоянства. Напротив, они свидетельствуют о мобильности границ формаций можжевеловых лесов, изменяющихся в связи с циклическими колебаниями климата Земли.

Сопоставление климатических показателей можжевеловых лесов Тянь-Шаня, Памира, Копетдага, Крыма и Кавказа с литературными данными позволяет условно наметить ряд территорий, близких по увлажнению и температурному режиму к поясу арчевых лесов.

Субальпийским арчевникам и можжевеловым стланикам Малого Кавказа приближенно соответствуют в СССР лесотундра, редкостойные листвяги с кустарничково-лишайниковым покровом Якутии и восточной части севера Красноярского края, редколесья европейской и сибирской елей, березы, лиственницы и сосны от р. Енисея до Кольского п-ова.

Высокогорным арчевникам условно соответствуют северные еловые, кедровые, лиственничные и березовые леса, занимающие территорию от границы с Финляндией и до р. Енисея, а также насаждения лиственницы даурской, ели саянской и кедрового стланика в низовье р. Амура и северной части Сахалина.

Среднегорным арчевникам, редколесьям можжевеловика тяжелопухучего и зарослям казацкого и карликового относительно близки в экологическом отношении древостой лиственницы, ели, сосны, березы, пихты и кедра, остепненные луга и степные формации восточной части Якутии, колючные леса, типчаково-

ковыльные и разнотравные степи Северного Казахстана и сибирские лесостепи.

Климат нижнегорных арчевников условно соответствует климату зоны произрастания можжевельников туркменского, высокого красного, многоплодного и дуба иберийского северного макросклона Малого Кавказа, можжевельников редколесий горного Крыма, а также неширокой полосы от р. Северного Донца до предгорий Алтая. Растительность ее представлена разнотравно-типчаково-ковыльными степями с небольшими байрачными лесами, в которых основной породой является дуб. Следует отметить, что аналогичный климат встречается на территории Северной Америки, в северо-восточной части плато Колорадо, расположенном между Скалистыми горами с восточной стороны и Североамериканскими Кордильерами — с западной. В этой связи необходимо отметить, что зона можжевельников Южного Закавказья по климатическим особенностям близка к среднегорным арчевникам Ферганского и Гиссаро-Дарвазского лесорастительных районов.

Установление аналогии между климатом подпоясов арчевых лесов и других районов планеты имеет большое значение для научно обоснованной интродукции деревьев и кустарников. Однако при этом следует учесть специфику светового режима и увлажнения Тянь-Шаня, Копетдага, Крыма и Кавказа (сухой осенне-летний период и т. д.) и очень осторожно подходить к подбору испытываемых пород.

### **3. ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МОЖЖЕВЕЛОВЫХ ЛЕСОВ И РЕДКОЛЕСИЙ**

#### **Общие положения**

В основу классификации приняты три принципа: фитоценотический, экологический и лесоводственный, из которых по большинству районов применялся первый. В опубликованных работах и материалах лесоустройства достаточно полно отражается лесоводственно-таксационная характеристика древостоя, специфика нижних ярусов растительности, лесовозобновительный процесс, экологические условия и топографическое положение типов можжевельников различных горных систем СССР. Однако вся эта информация сильно разобщена и представлена по крупицам в различных источниках. Многофакторный анализ и критическое обобщение разнородной информации на единой методологической основе дают возможность разработать типологическую классификацию арчевников различных горных систем по единому лесоводственно-экологическому принципу. Такая попытка является первой.

Теоретической основой типологической классификации можжевеловых лесов и редколесий СССР явилось:

а) представление о лесе как явлении биогеоценологическом и географическом развивающемся в пространстве и во времени;

б) принцип сопряженности организма и среды, изменяющейся под влиянием циклических колебаний климата;

в) поясность природных явлений в горах и определяющая роль рельефа в распределении всего комплекса потенциалов леса;

г) представление о лесе не только как о ландшафтном явлении, но и об объекте хозяйственного использования.

Реализация изложенных принципов классификации осуществлена на основании анализа всего природного комплекса, определяющего развитие леса, а также обобщения теоретических достижений и накопленных знаний о биологических, экологических, ботанических, лесоводственно-географических и таксационных особенностях архевников.

В связи с огромным разнообразием природных условий и растительности первым этапом в типологических исследованиях и построениях явилось лесорастительное районирование, выделение формаций доминирующих видов арчи и установление точных границ подпоясов в зависимости от экспозиции склонов.

По сравнению с предшествующими исследователями можжевеловых лесов, мы придаем рельефу более серьезное значение, ибо, как указывает Г. Ф. Морозов, именно рельеф перераспределяет солнечную энергию, влияет на силу ветра, воздушный и водный дренажи, осадки, испарения, сток, распределение и таяние снега, эрозионные процессы, мощность, влажность и богатство почвы, т. е. распределяет факторы, определяющие жизнь на данной поверхности.

При построении классификационной схемы типов можжевеловых лесов мы руководствовались принципами, выработанными Всесоюзным совещанием по лесной типологии в 1950 г. При этом исходили из представления о том, что тип леса как основная таксономическая единица должен выделяться на основании учета небольшого числа наиболее характерных и легко определяемых в природе естественных признаков. За руководящие (диктующие) признаки, которые определяют основные закономерности формирования, роста и развития можжевеловых насаждений, нами приняты: 1) тип условий местопроизрастания, определяемый влажностью, богатством, мощностью почвы и ограниченный определенными элементами рельефа; 2) виды арчи и их лесоводственно-биологические особенности; 3) ход роста главной породы, выраженный через класс бонитета\*; 4) возраст-

---

\* Для сопоставимости информации по различным регионам и типам леса бонитет насаждений определен нами по единой бонитировочной шкале, составленной для арчи.



ная структура, строение, продуктивность биомассы, особенности плодonoшения и лесовозобновительного процесса насаждений.

Важнейшим признаком типа леса является тип условий местопроизрастания, под которым следует понимать совокупность однородных лесорастительных условий на покрытых и не покрытых лесом участках. Они принадлежат к сходным по топологическому положению и происхождению формам рельефа.

Тип леса может быть установлен только на покрытой лесом площади, на безлесных участках пригодность территории для лесоразведения определяется путем дифференциации ее на типы лесорастительных условий. Для такого расчленения площадей в условиях можжевелевого пояса Тянь-Шаня и других горных систем значительную помощь оказывают установленные в процессе исследований сведения о высотной приуроченности, географическом и экологическом ареале видов арчи и выявленная зависимость богатства, влажности и мощности почвы от рельефа (см. гл. 1).

В поясе горных арчевых лесов крутизна склона меняется на  $1-5^{\circ}$  даже на протяжении 20—50 м (т. е. на одной пробной площади) и существенного влияния на лесорастительные свойства почвы, возобновительный процесс и производительность насаждения не оказывает. Существенное влияние наблюдается лишь при разнице в крутизне склонов, составляющей  $10-15^{\circ}$ . В соответствии с этим нами составлена шкала с градацией склонов на три категории: пологие —  $1-15^{\circ}$ , покатые (среднекрутые) —  $16-30^{\circ}$  и крутые —  $31^{\circ}$  и более.

Можжевелевые леса произрастают на склонах различной протяженности (от 50 до 1000 м и более). При длине склонов 50—250 м производительность насаждений существенно не меняется в зависимости от расположения на склоне и лишь на гребне и прилегающей к ней полосе шириной 60—100 м она резко падает. В разреженных арчевых насаждениях размер пробных площадей в соответствии с методикой исследований [29, 30, 32] составляет около 1,0 га. Следовательно, на склонах небольшой протяженности размещаются всего одна-две пробные площади.

Учитывая это, склоны протяженностью до 250 м дифференцировать не следует, выделяя на них лишь гребневую часть. Склоны протяженностью от 250 до 500 м необходимо делить, исключая гребневую полосу (60—100 м) на две части (нижнюю и верхнюю) и протяженностью более 500 м — на три части (нижнюю, среднюю и верхнюю). На склонах любой протяженности необходимо обязательно выделять гребневую и прилежащую к ней полосу шириной около 60—100 м, у пологих гребней несколько больше (100 м), чем у крутых (60 м). Таким образом, склоны, покрытые арчевыми лесами и редколесьями, делятся в зависимости от протяженности на три группы: малой протяженности — до 250 м, средней протяженности — от 250 до 500 м и

большой протяженности — более 500 м. Склоны малой протяженности классифицируют лишь с учетом их крутизны.

Нижние и средние части длинных покатых склонов существенно отличаются по комплексу лесорастительных свойств почвенного покрова от верхних. При этом переходная граница количественных изменений плодородия почвы в глубокие качественные находится между нижней и средней частями склонов [29, 32]. На склонах средней протяженности эта граница находится посередине склона.

На склонах северной, северо-восточной, северо-западной ориентаций комплекс экологических условий и встречаемость арчи очень близки и значительно отличаются от южной, юго-восточной и юго-западной экспозиций (см. гл. 1). Учитывая это при расчленении пояса можжевельниковых лесов по экспозициям, склоны северной, северо-восточной и северо-западной ориентаций объединяют в одну группу северных, или теневых, склонов; а южные, юго-восточные и юго-западные — в другую — южную, или световую, группу. Восточные склоны в этом отношении близки к показателям южных, а западные — северных при соответствующем смещении их по высоте над уровнем моря, т. е. на западных склонах близкие экологические условия и состав арчевых насаждений отмечены на участках, расположенных в среднем на 100 м выше по сравнению с северными. Этот же принцип правомерен при рассмотрении восточных склонов по отношению к южным. Высота местности нивелирует влияние ориентации склонов.

С учетом выявленных закономерностей нами произведена классификация пояса можжевельниковых лесов и редколесий Тянь-Шаня и других горных систем на типы условий местопроизрастания. В связи с тем, что рельеф в арчевниках — весьма важный показатель лесорастительных условий (синтетическое выражение комплекса природных факторов), в наименование типов условий местопроизрастания и типов леса мы вводим основной элемент рельефа. Это позволяет отчетливо представить пространственное положение типа леса в сложных горных условиях можжевельникового пояса Тянь-Шаня и других площадей, утративших характерные черты лесных угодий, горных сооружений, и проводить типологическую диагностику.

Кроме того, типологическая классификация, построенная с учетом рельефа для какой-либо формации одного лесорастительного района, в основных чертах отражает спектр типов леса той же формации других районов. Так, по всему ареалу арчи полушаровидной в среднегорном подпоясе лучший рост деревьев и наиболее производительные насаждения отмечаются в арчевниках террас, пологих и нижних частей покатых склонов, а худший — в арчевниках скальных. Общим для одного типа леса различных географически замещающих вариантов остается также характер плодоношения, возобновительного процесса, фор-

мирования древостоев, накопления и изменения биомассы. В то же время в связи с некоторым несоответствием ареала главной породы и сопутствующих древесных, кустарниковых и травянистых компонентов состав их может меняться при обязательном наличии строго свойственных типу доминантных растений. Выявленная закономерность позволяет нам приводить детальную характеристику наиболее изученного типа леса лишь одного лесорастительного района, указывая специфичные особенности его географически замещающих вариантов по другим районам.

В связи со спецификой биологических и лесоводственных особенностей всех лесообразующих видов арчи (светолюбие, медленный рост, долголетие и т. д.) жесткими условиями местобитаний, ограничивающими набор и смену пород в поясе арчевников всех горных систем, типология можжевельных лесов не носит чисто генетического характера с отражением смены пород (основные и производные типы). Однако в классификации получили отражение изменения всех количественных и качественных признаков леса в онтогенезе, а также в географическом и экологическом аспектах (динамика леса). Во всех типах леса показана смена взаимно замещающих генетически связанных типов древостоя по возрастной структуре.

Учитывая вышеизложенное, следует считать, что разработанной типологической классификации можжевельных лесов Тянь-Шаня и других горных систем придано генетическое или динамическое содержание.

На Тянь-Шане в арчевниках высоко-, средне- и нижнегорных выделено по 8 типов условий местопроизрастания, а в субальпийском только 5. Каждому типу условий местопроизрастания соответствует один основной или производный (длительно- или устойчивопроизводный) тип леса. Таким образом, в можжевельных лесах Тянь-Шаня нами выделено 29 основных типов леса. Кроме того, в Гиссаро-Дарвазском, Зеравшанском, Чаткало-Угамском и Ферганском лесорастительных районах описаны географически замещающие варианты арчевников нижнегорных — арчевники кленовые.

Древостои их представлены настоящими лесами, аридными редколесьями и стланиковыми лесами — зарослями. В термин «настоящие леса» мы вкладываем общепринятое лесоводственное содержание. Для аридных редколесий характерно отсутствие надземной сомкнутости полога деревьев при наличии подземной сомкнутости в зоне ризосферы. Естественное аридное редколесье — это своеобразная лесная формация древесной и кустарниковой растительности аридных районов земного шара. В СССР она широко распространена в Средней Азии, Казахстане, Закавказье и Крыму. В основном это светлые несомкнутые сообщества из можжевельников, фисташки, кевогого дерева, дуба иберийского, характерной особенностью которых является куртинное или групповое размещение древовидных пород.

По своим водоохранно-защитным функциям, т. е. по основной роли горных лесов, можжевельные стланики, отличающиеся долголетием, высокой биологической и фитоценотической устойчивостью, не уступают высокоствольным насаждениям Тянь-Шаня, Памира и других горных сооружений. Это дает нам основание относить их к стланиковой лесной формации, принимая термин стланиковые леса как синоним стланиковых зарослей.

### Формация стланиковой арчи туркестанской

Основными определяющими факторами роста и развития арчи в субальпийском подпоясе являются температурный, ветровой и световой режимы.

1. Арчевник субальпийский скальный (АС<sub>убСк</sub>)\*. Встречается во всех лесорастительных районах у верхнего предела леса по скалам с фрагментарными почвами. Влажность и богатство мелкозема зависят от микрорельефа. В глубоких трещинах и выемках он влажнее, чем в блюдцеобразных понижениях и на относительно ровных площадях. Тепловой и световой режимы также зависят от ориентации и характера скал. Все это обуславливает значительную вариацию условий для роста, развития, плодоношения и возобновительного процесса арчи туркестанской, которая растет в данных условиях в основном в виде распластанных подушек стлаников различных диаметра и высоты. В закрытых от ветра и хорошо прогреваемых условиях («скальный эффект») арча образует полустланиковую форму (криволестье). Здесь же встречаются наиболее долголетние (до 1000 лет) экземпляры. Сомкнутость крон и количество подроста зависят от наличия и мощности мелкозема. В среднем сомкнутость крон составляет 0,3—0,5, а количество благонадежного подроста на 1 га достигает 500—600 шт., причем обычно преобладает подрост отводкового происхождения. Плодоношение слабое, наблюдается обмерзание генеративных побегов. По возрастной структуре эти арчевники абсолютно разновозрастные, средний возраст их обычно высокий — 300—500 лет, бонитет V, запас 2—3 м<sup>3</sup>/га\*\*. Растения, произрастающие в небольших выемках с незначительным количеством мелкозема, начинают суховершинить в возрасте 200—300 лет и постепенно отмирают, массовая гибель их наблюдается в аномально неблагоприятные годы.

В данных условиях на ширине годовых колец арчи отражаются даже незначительные изменения климата 3—5-летних циклов, в связи с чем арчевники субальпийские скальные представляют определенный интерес для дендроклиматических исследований.

\* Во всех описаниях в скобках приводятся индексы типов леса.

\*\* Во всех типах леса приводятся показатели запаса стволовой древесины.

Кустарниковая растительность представлена в основном жимолостью мелколистной, приуроченной к подушкам арчи. Однолетние побеги ее, расположенные выше стлаников, обычно обмерзают.

Напочвенный покров представлен типчаком, полынью Лемана, осокой туркестанской, геранями Регеля и скальной. Покрытие до 20—40%.

2. Арчевник субальпийский северных склонов (АСубС) разнотравно-типчаковый. Встречается во всех лесорастительных районах по склонам всех экспозиций (кроме южных) с влажными мощными богатыми горными лугово-лесными почвами арчевых стлаников. Высотный диапазон его варьирует в зависимости от физико-географических условий (см. главу II). Нижняя граница этого типа в наиболее увлажненных лесорастительных районах (Заилийский, Иссык-Кульский) находится на гипсометрических отметках 2600 м, а в менее увлажненных (Туркестано-Алайский) — на высоте 3000 м.

Заросли стлаников арчи туркестанской достигают высоты 1,5—2,0 м, сомкнутость крон — до 1,0, а в среднем 0,4—0,6. Средний запас составляет 8 м<sup>3</sup>/га, местами достигая 15 м<sup>3</sup>/га, бонитет V. Плодоношение обычно плохое, улучшается в годы с повышенным температурным режимом. Возобновление происходит в основном вегетативно (укоренением побегов), в благоприятные годы появляется самосев. Общее количество подроста на 1 га достигает 2000 шт. В результате длительного непрерывного возобновительного процесса формируются абсолютно разновозрастные стланики. Средний возраст их достигает 300 лет (обычно 100—200 лет). Наиболее долголетние растения насчитывают 400—500 лет.

Кустарниковая растительность редкая, приурочена к кронам арчи и яруса не образует.

Представлена жимолостью мелколистной, смородиной Мейера и реже шиповником небольшим, побеги которых, остающиеся без прикрытия арчи, подмерзают.

Травостой под кронами арчи представлен мятликами, лигулярией Томсона, осокой туркестанской, геранью и др. На прогалинах доминируют типчак, тонконог гребенчатый, эдельвейс альпийский, мятлики, незабудка душистая и др. Покрытие достигает 60—80%.

В Северо-Киргизской лесорастительной области у нижней границы субальпийского подпояса встречается географически замещающий вариант описанного типа стлаников (АСубС). Его особенностью является наличие единичных низкорослых деревьев ели тяньшанской и подушек караганы гривастой.

3. Арчевник субальпийский южных склонов (АСубЮ) редкотравно-степной. Встречается по всему Тянь-Шаню на гребнях и южных склонах с сухими горно-степными каменистыми почвами арчевых стлаников. По всем лесорастительным районам верти-

кальная граница его проходит на 200—300 м выше, чем у предыдущего типа.

За счет благоприятных теплового и светового режимов стланики достигают высоты 3 м, а в защищенных от ветра котлообразных понижениях принимают древовидную форму и образуют криволесье. Сомкнутость крон составляет в среднем 0,4—0,5, но местами бывает 1,0. В высокосомкнутых зарослях запас достигает 20—25 м<sup>3</sup>/га при среднем 7,9 м<sup>3</sup>/га. Бонитет V, редко IV. Плодоношение в отдельные годы хорошее, особенно в закрытых от ветра микропонижениях. Возобновление происходит как вегетативным, так и семенным путем. Благонадежного подроста на 1 га насчитывается до 2000—3000 шт.

В данных условиях формируются абсолютно разновозрастные стланики. Максимальный возраст их достигает 300—400 лет, в среднем же он колеблется в пределах 200—250 лет. Кустарниковая растительность представлена жимолостью мелколистной, смородиной Мейера и шиповником небольшим. В травяном покрове доминируют типчак, змееголовник Комарова, овсец гиссарский, тонконог и др. В Центрально-Тяньшанском лесорастительном районе встречается географически замещающий вариант типа с участием караганы гривастой.

4. Арчевник субальпийский прирусловый (АСубПр) типчакowo-акантолимоновый. Встречается у русел рек на более низких гипсометрических отметках по сравнению с предыдущими типами стлаников, заходя в высокогорный под пояс. Почвы аллювиальные каменисто-щебенистые, слабо дифференцированные на горизонты, влажные, среднего богатства.

Средняя высота стлаников составляет 1,0—1,5 м, максимальная — 2 м. Сомкнутость крон 0,3—0,4, запас 4—6 м<sup>3</sup>/га, бонитет Va, реже V. Плодоношение и возобновление слабые. Количество благонадежного подроста составляет 200—300 шт/га. Возрастная структура стлаников абсолютно разновозрастная, живет до 500—600 лет.

Кустарниковая растительность редкая, представлена шиповником небольшим, жимолостью мелколистной и смородиной Мейера. В травяном покрове господствуют типчак, акантолимон бархатистый, астрагалы, лапчатка. Прирусловые стланики имеют большое водоохранное и противоселевое значение.

5. Арчевник субальпийский по осыпям (АСубО) встречается в пределах ареала стланиковой арчи туркестанской по осыпям, лесорастительные условия которых сильно варьируют в зависимости от состава обломочного материала, процента мелкозема, крутизны и ориентации склона. Средняя высота стлаников до 1,5—2,0 м, сомкнутость крон 0,2—0,4, запас 3—6 м<sup>3</sup>/га. Плодоношение и возобновление слабые (100—300 шт/га). Возрастная структура зарослей абсолютно разновозрастная, живет до 200—400 лет. Кустарниковая растительность представлена редкими кустами жимолости и шиповника.

## Формация древовидной формы арчи туркестанской (микротермные арчевники)

Прирост арчи туркестанской, особенно у верхней границы, коррелирует с температурным режимом вегетационного периода.

1. Арчевник высокогорный скальный (АВСк) встречается в пределах 2700—3200 м над ур. м. по скалам и осыпям с фрагментарными почвами. Мозаичность экологических факторов создает большую вариабельность в росте, развитии, долголетию арчи туркестанской. Сомкнутость крон и наличие подроста также связаны с характером распределения мелкозема. Средняя полнота составляет 0,3—0,4, бонитет V, запас 6—8 м<sup>3</sup>/га.

В данных условиях обычно формируются циклично разновозрастные древостои, возраст отдельных деревьев которых достигает 2000 лет. В то же время растения, произрастающие в небольших выемках, отличаются малым долголетием (100—300 лет). Все это обуславливает значительную разновозрастность древостоя, обилие сухостоя, искривленность, свилеватость и большой сбег стволов. В среднем отношение диаметра к высоте составляет 3,0—3,3. Выравнивание текущего и среднего приростов арчи туркестанской (количественная спелость) наступает в 350—650 лет. Рост деревьев определяется в основном температурным режимом первой половины вегетационного периода, четко реагируя на 3—5-летние климатические циклы.

Подлесок представлен редкими, чахлыми кустами жимолости мелколистной. Напочвенный покров под кронами арчи представлен лигулярией Томсона, мятликом узколистным и гладкоцветковым, василистником малым, примулой памирской. На прогалинах доминируют типчак, осока туркестанская, овсец дернистый.

2. Арчевник высокогорных гребней и крутых склонов (АВГК) злаково-разнотравный. Встречается на гипсометрических отметках 2700—3100 м по гребням и крутым склонам всех экспозиций, кроме южных, со свежими небогатыми, мало- и среднемощными высокогорными лесными оторфованными выщелоченными почвами.

Древостой простой, циклично и абсолютно разновозрастный, сомкнутость крон до 1,0. Средний диаметр не выше 18 см, высота 8 м, сумма площадей сечений в наиболее высокополнотных насаждениях достигает 30—35 м<sup>2</sup>/га, запас не превышает 120—140 м<sup>3</sup>/га, а в среднем составляет 23 м<sup>3</sup>/га, бонитет V. Характерны групповое (гнездовое) расположение деревьев, вертикальная сомкнутость крон, значительный процент отводковых деревьев (до 40%), большая разновозрастность (до 1000 лет и более), малый процент деловых стволов и огромная долговечность (значительный прирост наблюдается даже в 500—1000 лет), выравнивание текущего и среднего приростов деревьев наступает в 300—600 лет.

Средний возраст насаждений этого типа леса по Туркестано-Алайскому лесорастительному району в целом составляет 220 лет, отдельных насаждений до 600 лет. Возраст наиболее долголетних деревьев достигает 2000 лет. Сбег стволов значительный. Отношение диаметра к высоте в среднем составляет 2,5—3,0. В данном типе леса создаются оптимальные условия для долголетия арчи туркестанской и относительно жесткие — для ее роста и развития. Прирост арчи увеличивается в годы с относительно теплым вегетационным периодом.

Плодоношение слабое. Возобновление происходит как семенным, так и вегетативным путем. Лучшее семенное возобновление (до 6000 шт/га благонадежного подроста) наблюдается в насаждениях полнотой 0,5—0,7. Подлесок редкий, приурочен к кронам арчи, представлен жимолостью мелколистной, смородиной Мейера и шиповником алайским. Травяной покров злаково-разнотравный. Под кронами развит слабо, покрытие до 40%. Представлен мятликами, лигулярией Томсона, астрагалом тибетским, осокой туркестанской и др. На местах с изреженным травостоем мхи образуют нередко сплошной покров толщиной 10—15 см. На прогалинах доминируют мятлики, осоки узколистная и туркестанская, овсец дернистый, лук тяньшанский, герань холмовая, аконит зеравшанский, незабудки и лютики.

3. Арчевник высокогорный средних и верхних частей покатых северных склонов (АВПк) разнотравно-мятликовый. Встречается на тех же высотных отметках, что и предыдущий тип леса. Занимает средние и верхние части покатых склонов всех экспозиций, кроме южных, со среднемошными свежими высокогорными лесными оторфованными выщелоченными почвами среднего богатства.

Древостой простой, относительно разновозрастный, реже циклично разновозрастный, сомкнутость крон до 1,0. Средний диаметр не выше 20 см, а высота 10 м, бонитет IV. Сумма площадей сечений до 55 м<sup>2</sup>/га, запас до 230 м<sup>3</sup>/га, в среднем же он составляет 25 м<sup>3</sup>/га. Отводковых деревьев меньше, чем в предыдущем типе леса. Отношение диаметра к высоте равно 2,0—2,5. Расположение деревьев групповое. Количество деловых стволов не превышает 20%. Насаждения менее долговечны, средний возраст их 160 лет, максимальный — 300.

В нижней части подпояса в составе древостоя участвует арча полушаровидная, а по всему ареалу встречаются единичные экземпляры рябины тяньшанской. Возобновление происходит главным образом семенным путем, при отсутствии или умеренной пастьбе скота в насаждениях полнотой 0,4—0,7 удовлетворительно. Возобновительный процесс на прогалинах и редицах протекает в условиях острой межвидовой борьбы с травянистой растительностью. Подлесок — от редкого (невыраженного) до среднегоустого. Представлен жимолостью мелколистной, шиповником алайским и Федченко, смородиной Мейера.



Травяной покров разнотравно-мятликовый. Состоит главным образом из лугового разнотравья с господством мятликов, лигулярии Томсона, герани холмовой, колокольчика сборного, примулы памирской, василистника малого, ясколки ясколковидной и др. Моховой покров мощный, представлен теми же видами, что и в предыдущем типе леса, однако покрытие почвы имеет локальный характер.

4. Арчевник высокогорный террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов (АВПл) разнотравно-луговой. Встречается в пределах гипсометрических отметок 2500—2900 м по денудационным террасам, пологим и нижним частям покатых склонов всех экспозиций, кроме южных, с мощными влажными богатыми высокогорными лесными оторфсванными почвами.

В данном типе леса представлены наиболее производительные относительно разновозрастные насаждения арчи туркестанской. Сомкнутость крон до 1,0, средний диаметр до 30 см, а высота до 16 м, бонитет II—III. Сумма площадей сечений до 50 м<sup>2</sup>/га, запас стволовой древесины до 320 м<sup>3</sup>/га, при средней 32 м<sup>3</sup>/га. Полнодревесность стволов в высокополнотных древостоях значительно выше, чем в предыдущих типах леса. Отношение диаметра к высоте составляет 1,6—2,4. Расположение деревьев как групповое, так и одиночное. Количество деловых стволов достигает 50%. В составе древостоя участвуют единичные экземпляры рябины тяньшанской, а в нижней части подпояса до 20—25% арчи полушаровидной, образуя таким образом смешанные насаждения, представляющие высотнозамещающий вариант данного типа леса.

В насаждениях отмечаются более частые циклы обильного плодоношения деревьев по сравнению с описанными ранее типами. В связи с этим под кронами арчи появляется большое количество самосева (до 5 тыс. шт.), сохранность которого зависит в последующем от ряда причин, основными из которых являются климатические особенности вегетационного периода, конкурентные взаимоотношения подроста с мощной травянистой растительностью и степень подверженности участка пастьбе скота. Следует учесть, что даже при умеренном выпасе скота уничтожается до 70—84% всходов арчи [32].

Подлесок средней густоты представлен жимолостью мелколистной, шиповником небольшим и Федченко, смородиной Мейера и реже барбарисом продолговатым.

Травяной покров разнотравно-луговой. Основной фонд создают представители мезофильного лугового разнотравья: лигулярия Томсона, герань холмовая, колокольчик скученный, мятлик ложнодубравный, фиалка лесная, подмаренник северный. Общее покрытие травостоя под кронами достигает 50%, а на прогалинах до 90%. Моховой покров встречается пятнами, общее покрытие до 30—40%.

5. Арчевник высокогорный прируслый (АВПр) разнотравный. Встречается в пределах 2500—2900 м над ур. м. по поймам рек с аллювиальными каменисто-щебенистыми среднебогатыми влажными почвами с подтоком грунтовых вод.

Древостой с примесью ивы и березы (до 30%), простой, циклично разновозрастный (144). Сомкнутость крон 0,3—0,5. Средний диаметр не превышает 20 см, средняя высота 8 м, бонитет IV—V. Сумма площадей сечений не выше 20 м<sup>2</sup>/га, запас не более 60 м<sup>3</sup>/га, в среднем составляет 16 м<sup>3</sup>/га. Отношение диаметра к высоте 2,0—2,5. Расположение деревьев в основном групповое. В связи со значительной пораженностью деревьев гнилью долговечность насаждений относительно небольшая (до 200—250 лет). Смены арчи березой и ивой и формирования производных типов леса не наблюдается. В нижней части высокогорного подпояса в древостое участвует (до 20%) арча полушаровидная.

Плодоношение арчи туркестанской в данном типе леса хорошее, однако благонадежного подроста в связи с интенсивным выпасом скота насчитывается незначительное количество (до 300 шт/га). Процесс отводкового возобновления не имеет существенного значения.

Подлесок редкий. Представлен в основном жимолостью мелколистной. Травяной покров разнотравный. Покрытие 40—60%. Доминируют мятлики, лигулярия Томсона, герань холмовая, фиалка лесная, осока туркестанская, подмаренник северный, колокольчик скученый. Мхи встречаются пятнами (до 40%).

6. Арчевник высокогорный крутых южных склонов (АВКЮ), редкотравно-степной. Встречается в пределах 2800—3300 м над ур. м. по крутым и верхним частям покатых южных склонов с очень сухими бедными маломощными каменистыми, часто эродированными высокогорными карбонатными почвами со слабо выраженным оторфованным горизонтом.

Древостой простой, циклично разновозрастный, сомкнутость крон 0,3—0,5. Средний диаметр не более 18 см, а высота 7 м, бонитет V. Сумма площадей сечений до 16 м<sup>2</sup>/га, запас ствольной древесины не более 50 м<sup>3</sup>/га (в среднем 16 м<sup>3</sup>/га). Отношение диаметра к высоте составляет 2,5—3,3. Расположение деревьев в основном групповое.

Удовлетворительное возобновление наблюдается лишь в отдельные, наиболее благоприятные по увлажнению годы. Подрост разнотравный, распределен по площади неравномерно (куртинно). Возобновительный процесс происходит семенным путем. На 1 га насчитывается до 600 шт. благонадежного подроста. Подлесок редкий, представлен в основном жимолостью мелколистной, реже шиповниками и барбарисом.

Травяной покров редкотравно-степной. Покрытие 30—50%. Представлен типчаком, осокой туркестанской, полынью, эстра-

гоном, чабрецом зеравшанским, мятликом степным и др. Незначительные пятна мха встречаются лишь под кронами арчи.

7. Арчевник высокогорный пологих и нижних частей покатых южных склонов (АВПлю) типчаково-осоковый. Встречается на тех же гипсометрических отметках, что и предыдущий тип леса, по пологим и нижним частям покатых южных склонов с сухими богатыми мощными высокогорными лесными почвами со слабо выраженным оторфованным горизонтом.

Древостой простой, относительно или циклично разновозрастный, с вертикальной сомкнутостью крон. Полнота до 1,0, в среднем 0,6—0,8. Средний диаметр до 24 см, а высота до 10 м, бонитет IV—III. Сумма площадей сечений до 45 м<sup>2</sup>/га, запас до 200 м<sup>3</sup>/га, в среднем 25 м<sup>3</sup>/га. Древостой в основном семенного происхождения. Отношение диаметра к высоте равно 2,5—3,0. Расположение деревьев как групповое, так и одиночное. В средней и нижней частях высокогорного подпояса в составе древостоя участвует (до 30%) арча полушаровидная.

При отсутствии или умеренном выпасе скота возобновление хорошее. На 1 га насчитывается до 2000 благонадежного подростка. Подлесок средней густоты, расположен куртинами. Представлен жимолостью мелколистной, реже барбарисом продолговатым. Напочвенный покров под кронами арчи состоит из осоки туркестанской, мятлика дубравного, лигулярии Томсона, василистника малого и др. На прогалинах доминируют типчак, осока туркестанская, чабрец, полынь, эстрагон, зизифора памироалайская. Покрытие 60—80%. Мхи встречаются в виде пятен под кронами арчи.

8. Арчевник высокогорный конусов выноса (АВКВ) эстрагоново-типчаковый. Встречается на высотах 2700—3000 м по конусам выноса с аллювиальными каменисто-щебенистыми небогатыми свежими почвами с периодическим подтоком грунтовых вод.

Древостой простой, с вертикальной сомкнутостью крон, циклично разновозрастный. Полнота 0,3—0,6, средний диаметр до 20 см, высота до 7 м, бонитет V—IV. Сумма площадей сечений до 20 м<sup>2</sup>/га, запас стволовой древесины не более 60 м<sup>3</sup>/га (в среднем 18 м<sup>3</sup>/га). Отношение диаметра к высоте 2,4÷3,0. Расположение деревьев групповое.

Плодоношение среднее. Возобновление подавлено систематическим интенсивным выпасом скота. Подлесок редкий, невыраженный. Представлен жимолостью мелколистной. В травяном покрове доминируют полынь, эстрагон, типчак, осока туркестанская и зизифора памироалайская.

### Формация арчи полушаровидной (олиготермные арчевники)

В среднегорном подпоясе в росте и развитии арчи возрастает определяющая роль влагообеспеченности.

1. Арчевник среднегорный скальный (АССк). Встречается в пределах ареала среднегорных арчевников по скалам и осыпям с фрагментарными почвами. Мозаичность распределения почвенно-грунтовых условий создает большую вариабельность в росте, развитии, долголетию и плодоношении арчи полушаровидной. Сомкнутость крон 0,3—0,5, бонитет V—IV, запас 8—10 м<sup>3</sup>/га. В данных условиях возобновительный процесс и формирование древостоя в сильной степени зависят от влагообеспеченности вегетационного периода и в связи с изменчивостью осадков по годам имеют циклический характер. В результате этого для насаждений характерна циклично разновозрастная структура с колебанием возрастов в пределах 300—600 лет. Возраст отдельных деревьев достигает 800—1000 лет, в то же время в небольших плоских выемках они отличаются незначительным долголетием (100—200 лет), погибая в отдельные аномально сухие годы. Это обуславливает наличие сухостоя. Жесткий ветровой режим приводит к искривленности, свилеватости и отчасти большому сбегу стволов.

Средний диаметр древостоя не превышает 20 см, высота 7 м, сумма площадей сечений не более 10 м<sup>2</sup>/га, запас не выше 40 м<sup>3</sup>/га. Рост деревьев реагирует на 3—5-летние климатические циклы. Подлесок редкий, приурочен к местам с наличием мелкозема. Представлен эфедрами, вишнями, спиреей зверобоелистной и волосистоплодной, реже жимолостью мелколистной. Травяной покров состоит из василистника малого, чабреца зерawanского, типчака, зверсоя продырявленного, полыней и колючегравников. Покрытие 30%.

2. Арчевник среднегорный гребней и крутых северных склонов (АСГК) злаково-разнотравный. Встречается в пределах ареала среднегорных арчевников по гребням и крутым склонам всех экспозиций, кроме южных, с сухими небогатыми маломощными горно-лесными коричнево-бурыми почвами.

Древостой простой, с вертикальной сомкнутостью крон, циклично разновозрастный, полнота до 1,0. Средний диаметр не более 20 см, высота 8 м, сумма площадей сечений не выше 23 м<sup>2</sup>/га, запас не более 100 м<sup>3</sup>/га, в среднем 27 м<sup>3</sup>/га, бонитет IV. Характерны групповое расположение деревьев и наличие сухостоя. Отношение диаметра к высоте составляет 3,0÷3,5. Разновозрастность древостоя значительная (до 300—400 лет).

Плодоношение слабое, в связи с чем возобновительный процесс длительный. Подрост разновозрастный, причем каждая возрастная группа представлена относительно незначительным числом экземпляров. Общее число благонадежного подроста на 1 га достигает 400—600 шт.

Подлесок от редкого до густого. Состоит из шиповников, таволги, барбариса продолговатого, реже жимолостей, вишен. Травяной покров злаково-разнотравный; под кронами представлен мятликом ложнодубравным, лигулярией Томсона, геранью

холмовой, фиалкой лесной, василистником малым и др. На прогалинах преобладают осока туркестанская, типчак, мятлик расползающийся, чабрец зеравшанский, подорожник линейный, зверобой продырявленный. Покрытие 60—80%.

3. Арчевник среднегорный средних и верхних частей покатых северных склонов (АСПк) разнотравно-мятликовый. Встречается в пределах ареала арчи полушаровидной на тех же высотах, что и предыдущий тип, по средним и верхним частям покатых склонов всех экспозиций, кроме южных, со среднемощными свежими горно-лесными коричнево-бурыми почвами среднего богатства.

Древостой простой с вертикальной сомкнутостью крон, относительно разновозрастный, полнота до 1,0, в среднем 0,5—0,7. Средний диаметр до 24 см, высота до 12,0 м. Сумма площадей сечений до 30 м<sup>2</sup>/га, запас до 175 м<sup>3</sup>/га, в среднем — 32 м<sup>3</sup>/га, бонитет III. Расположение деревьев как групповое, так и одиночное.

Плодоношение среднее, в некоторые годы хорошее. Возобновление имеет пульсирующий характер, о чем свидетельствует возрастная структура подроста. Количество благонадежного подроста на 1 га колеблется в пределах от 200 до 1000—1200 шт., увеличиваясь в насаждениях с полнотой 0,6—0,7. Подлесок средней густоты, в высокополнотных насаждениях выражен слабо. Представлен жимолостями, спиреей, кизильником и шиповником. В Западном Тянь-Шане в подлеске участвует афлатуния ильмолистная.

Напочвенный покров разнотравно-мятликовый. Под кронами арчи представлен мятлик ложнодубравным, василистником малым, лигулярией Томсона, викой тонколистной, фиалкой лесной и др. На прогалинах доминируют мятлик ложнодубравный и расползающийся, осока туркестанская, вика тонколистная, скерда сибирская, чабрец, типчак, колокольчик сборный. Покрытие 70—90%. В верхней части среднегорного подпояса в составе древостоя участвует арча туркестанская (до 30%), образуя высотно-замещающий вариант данного типа леса.

4. Арчевник среднегорный террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов (АСПл), разнотравно-луговой. Встречается по денудационным террасам, пологим и нижним частям покатых склонов всех экспозиций, кроме южных, с мощными свежими богатыми горно-лесными коричнево-бурыми почвами.

Здесь формируются наиболее продуктивные насаждения арчи полушаровидной. Древостои относительно одновозрастные, одноярусные, в последующем цикле онтогенеза нередко образуются ступенчато разновозрастные двухъярусные насаждения. Сомкнутость крон до 1,0, средний диаметр до 50 см, высота до 18 м. Сумма площадей сечений до 50 м<sup>2</sup>/га, запас стволовой древесины до 320 м<sup>3</sup>/га, в среднем 60 м<sup>3</sup>/га, бонитет I, реже II. Сбег стволов относительно небольшой. Отношение диаметра к высо-

1,8÷2,4. В верхней части среднегорного подпооя в составе древостоя участвует (до 20—30%) арча туркестанская, а в Гиссаро-Дарвазском, Зеравшанском, Чаткало-Угамском и Ферганском лесорастительных районах — единичные экземпляры клена туркестанского.

Подлесок от редкого до густого (в сомкнутых насаждениях он реже). Представлен жимолостями, кизильником, барбарисом продолговатым и шиповником. В Западном Тянь-Шане в подлеске встречается афлатуния ильмоллистная. В травяном покрове преобладает луговое разнотравье.

5. Арчевник среднегорный пологих и нижних частей покатых южных склонов (АСПЮ), осоково-типчаковый. По гипсометрическому уровню во всех лесорастительных районах он располагается на 200—300 м выше предыдущего типа леса. Встречается в западинах, котлообразных понижениях, денудационных террасах, пологих и нижних частях покатых склонов южной ориентации с мощными периодически свежими богатыми горно-лесными коричнево-бурыми почвами.

Древостой простой или двухъярусный, относительно или ступенчато разновозрастный, сомкнутость крон до 0,8, в среднем 0,5—0,6. Средний диаметр до 40 см, высота до 18 м, сумма площадей сечения до 36 м<sup>3</sup>/га, запас стволовой древесины до 250 м<sup>3</sup>/га, в среднем 50 м<sup>3</sup>/га, бонитет I, реже II.

У верхней границы подпооя в составе древостоя участвует арча туркестанская, а у нижней — зеравшанская. Возобновительный процесс имеет циклический характер, усиливаясь во влажные периоды векового и внутривекового порядков. Подлесок средней густоты из спиреи зверобоелистной, шиповников, жимолостей, вишен, реже эфедры.

Напочвенный покров под кронами представлен василистником малым, лигулярией Томсона, осокой туркестанской, геранью холмовой. На прогалинах доминируют осока туркестанская, типчак, чабрец зеравшанский, мятлик расползающийся, зверобой продырявленный, эремурус. Покрытие 50—60%.

6. Арчевник среднегорный прирусловый (АСПр), разнотравный. По гипсометрическому уровню во всех лесорастительных районах располагается в среднем на 200 м ниже арчевников северных склонов. Встречается по поймам рек с аллювиальными каменисто-щебенчатыми богатыми влажными почвами с подтоком грунтовых вод.

По возрастной структуре образуются три взаимно замещающих генетически связанных типа древостоя: относительно одновозрастные, относительно разновозрастные одноярусные и ступенчато-разновозрастные двухъярусные. Сомкнутость крон до 1,0, но чаще 0,5—0,6. Средний диаметр до 40 см, высота до 17 м. Сумма площадей сечений до 36 м<sup>2</sup>/га, запас до 200 м<sup>3</sup>/га (в среднем 50 м<sup>3</sup>/га), бонитет I—II.

В составе древостоя участвуют, кроме арчи туркестанской и зеравшанской, березы кривая, Федченко и алайская, а также различные виды ив. В Чуйско-Кеминском, Таласском и Западно-Чаткальском лесорастительных районах в данном типе леса встречаются единичные экземпляры ели тяньшанской.

В Заалайском лесорастительном районе после интенсивной рубки арчи сформировался арчево-березово-ивовый древостой (2 Ап 4 Б 4 И), представляющий длительно-производный тип леса арчевников среднегорных прирусловых. Характер возобновительного процесса свидетельствует о постепенном восстановлении позиций основного типа арчевого леса.

В арчевниках среднегорных прирусловых плодоношение арчи хорошее. Возобновительный процесс носит пульсирующий характер, во многом зависящий от деятельности рек.

Массовое возобновление наблюдается на свежих наносах, образующихся в результате паводков или небольших селей, имеющих внутривектовую цикличность, зависящую, в свою очередь, от колебаний климата.

Подлесок — от редкого до густого, расположен группами. Представлен облепихой, тамариксом, ивами, барбарисом продолговатым, смородиной Мейера, шиповниками.

Травяной покров разнотравный из мятлика ложнодубравного, лигулярии Томсона, сныти, фиалки лесной, колокольчика сборного, осоки туркестанской, герани холмовой, чабреца зеравшанского. Покрытие 40—60%.

7. Арчевник среднегорный крутых склонов (АСКЮ), типчково-полынный. Встречается на тех же высотах, что и пятый тип леса. Занимает крутые, часто выпуклые южные склоны с очень сухими бедными маломощными каменистыми горно-лесными коричнево-бурыми почвами.

Древостой простой, с вертикальной сомкнутостью крон, циклично разновозрастный. Полнота 0,3—0,5. Средний диаметр не более 18 см, высота не превышает 7 м. Сумма площадей сечений не более 12 м<sup>2</sup>/га, а запас 35 м<sup>3</sup>/га, в среднем 12 м<sup>3</sup>/га, бонитет IV. Характерны многоствольность и большой сбег стволов. Наблюдаются повышение долголетия арчи и значительная разновозрастность насаждений. Возобновительный процесс, так же как и рост деревьев, носит циклический характер, усиливаясь во влажные годы. Подрост приурочен в основном к подкронным участкам.

Подлесок от редкого до среднегустого. Представлен эфедрой, вишнями, шиповниками, спиреями, реже жимолостями. В травостое доминируют полынь тонкорассеченная, типчак, мятлик расползающийся и осока туркестанская. В значительном количестве встречается подорожник линейный, чабрец, тысячелистник, ковыль, зверобой продырявленный, под кронами — василистник малый.

8. Арчевник среднегорный конусов выноса (АСКВ), типчакво-мятликовый. Распространен на тех же высотах, что и арчевники среднегорные прирусловые. Встречается на пролювиально-делювиальных отложениях конусов выноса и каменисто-щебенчатых шлейфах. Почва бедная, сухая увлажнение происходит в основном за счет периодического подтока грунтовых вод. Повсюду видны следы селевых потоков (нагромождение гальки, валунов, щебня, глубокие борозды).

Древостой простой, как правило, циклично разновозрастный, реже относительно разновозрастный. Расположение деревьев групповое, сомкнутость крон до 0,8, чаще 0,4—0,6. Средний диаметр до 20 см, высота до 7 м. Сумма площадей сечений не более 18 м<sup>2</sup>/га, запас 70 м<sup>3</sup>/га, в среднем — 30 м<sup>3</sup>/га, бонитет IV.

Сбег стволов значительный, отношение диаметра к высоте равно 2,8÷3,4. Разновозрастность древостоя достигает 300—400 лет. Возобновительный процесс протекает так же, как в прирусловых арчевниках, однако количество подроста несколько меньше, чем в указанном типе леса. Подлесок редкий, групповой, состоит из шиповников, спирей, жимолостей и эфедр. Травяной покров неравномерный. Под кронами представлен мятликом ложнодубравным, василистником малым, лигулярией Томсона, геранью холмовой. На прогалинах доминируют типчак, мятлик расползающийся, осока туркестанская, эремурус зеравшанский. Покрытие 30—40%.

### Формация арчи зеравшанской (термофильные арчевники)

Главным фактором, определяющим рост и развитие арчи зеравшанской в ксерофитных условиях нижнегорного подпояса, является влага.

1. Арчевник нижнегорный скальный (АНСк). Встречается в пределах ареала нижнегорных арчевников по склонам и осыпям с фрагментарными очень сухими почвами, лесорастительные свойства которых зависят от микрорельефа.

Древостой отличается групповым расположением арчи, неравномерной полнотой, наличием сухостоя, искривленностью, свилеватостью и большим сбегом стволов, значительной изменчивостью в росте, развитии, плодоношении и долголетию растений. Сомкнутость крон 0,3—0,4, средний диаметр не превышает 18 см, высота 5 м. Сумма площадей сечений не более 6 м<sup>2</sup>/га, запас не выше 20 м<sup>3</sup>/га, в среднем — 8 м<sup>3</sup>/га, бонитет V, реже IV.

В данных условиях формируются циклично разновозрастные насаждения с колебанием возрастов до 500 лет. Подлесок от редкого до среднегустого, групповой. Представлен эфедрами, вишнями, спиреями, шиповником кокандским и жимолостью мелколистной. Много усохших экземпляров.



Травяной покров приурочен в основном к древесной и кустарниковой растительности. Состоит из типчака, пыреев волосоносного и прорывленного, тимофеевки степной, василистника малого, мятлика живородящего, ковыля волосатика, девясила корнеголового и др. Покров до 30%.

2. Арчевник нижнегорный гребней и крутых северных склонов (АНГК), типчаковый. Встречается на тех же высотах, что и предыдущий тип леса по гребням и крутым склонам всех экспозиций, кроме южных, с сухими бедными маломощными коричневыми светлыми почвами.

По всему ареалу в насаждении принимает участие арча полушаровидная (до 10—20%), а в Гиссаро-Дарвазском, Зеравшанском, Чаткало-Угамском и Ферганском лесорастительных районах — единичные экземпляры фисташки настоящей и миндаля. В этих же районах распространен географически замещающий тип — арчевники нижнегорные кленовые гребней и крутых склонов.

Древостой простой с вертикальной сомкнутостью крон, циклично разновозрастный, полнота до 0,7, средний диаметр не более 20 см, высота 6—7 м. Сумма площадей сечений не выше 18 м<sup>2</sup>/га, запас не более 60 м<sup>3</sup>/га, в среднем — 21 м<sup>3</sup>/га, бонитет IV, редко III. Характерны наличие сухостоя, искривленность, свилеватость и большой сбег стволов.

В арчевниках нижнегорных кленовых гребней и крутых склонов в составе древостоя участвует до 40—45% клен туркестанский. Плодоношение и естественное возобновление слабое. Количество подроста 200—300 шт/га. Подлесок групповой, от редкого до густого. Состоит из спиреи, шиповника, жимолости, реже эфедры, смородины Мейера и барбариса продолговатого.

Напочвенный покров под кронами представлен василистником малым, мятликом ложнодубравным, тимофеевкой степной и др. На прогалинах доминирует типчак с примесью осоки туркестанской, зверобоя прорывленного, пырея волосоносного, ковыля волосатика, мятликов живородящего и расплзающегося, девясила корнеголового.

3. Арчевник нижнегорный средних и верхних частей покатых северных склонов (АНПк), разнотравно-типчаковый. Встречается в пределах ареала нижнегорных арчевников по средним и верхним частям покатых склонов всех экспозиций, кроме южных, с сухими коричневыми светлыми почвами среднего богатства.

Древостой простой, относительно разновозрастный, с примесью (до 30%) арчи полушаровидной. Сомкнутость крон до 0,8. Средний диаметр не более 26 см, высота 8 м. Сумма площадей сечений до 20 м<sup>2</sup>/га, запас до 85 м<sup>3</sup>/га, в среднем — 23 м<sup>3</sup>/га, бонитет III.

Живут деревья до 400 лет, выравнивание текущего и среднего приростов у них наступает в 140—160 лет. Плодоношение

среднее. Количество благонадежного подроста на 1 га составляет в среднем 300—400 шт. Подлесок средней густоты. Доминируют шиповники, жимолости, барбарис и спирея.

Травяной покров разнотравно-типчаковый. Под кронами представлен мятликами ложнодубравным и узколистным, василистником малым, зверобоем продырявленным, реже лигулярий Томсона. На прогалинах доминирует типчак с примесью осоки туркестанской, тимофеевки, чабреца, мятлика луковичного. В Гиссаро-Дарвазском, Зеравшанском Чаткало-Угамском и Ферганском лесорастительных районах встречаются арчевники нижнегорные кленовые средних и верхних частей покатых склонов с участием в древостое до 50% клена туркестанского.

4. Арчевник нижнегорный террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов (АНПл), разнотравно-мятликовый. Высотные отметки его на 100—200 м ниже, чем у предыдущего типа леса. Встречается на денудационных террасах, пологих и нижних частях покатых склонов всех экспозиций, кроме южных, со свежими богатыми мощными коричневыми почвами.

В древостое до 30—40% принимает участие арча полушаровидная, а в Чаткало-Угамском, Гиссаро-Дарвазском, Зеравшанском, Ферганском лесорастительных районах встречаются единичные деревья клена туркестанского и боярышника алайского. Данный тип леса представлен наиболее производительными относительно одновозрастными и относительно разновозрастными одноярусными и ступенчато разновозрастными двухъярусными насаждениями, между которыми, как указывалось выше, существует генетическая связь. Сомкнутость крон до 1,0, средний диаметр до 40—50 см, а высота до 18 м, бонитет I, реже II. Сумма площадей сечений до 45 м<sup>2</sup>/га, запас до 250 м<sup>3</sup>/га, в среднем — 55 м<sup>3</sup>/га. Сбег стволов относительно небольшой, деловые стволы составляют до 60%.

Плодоношение арчи хорошее. Возобновительный процесс протекает в условиях жестких конкурентных взаимоотношений между самосевом арчи и луговым разнотравьем и имеет характер «вспышек», повторяющихся 2—3 раза в столетие. Подлесок хорошо выражен, густой. Представлен шиповником, жимолостью, кизильником, реже спиреей.

В травяном покрове преобладают мятлик ложнодубравный, тимофеевка степная, полевица гигантская, лигулярия Томсона, герань холмовая, василистник малый, зверобой продырявленный. Второй ярус представлен чабрецом зеравшанским, осокой туркестанской, подорожником ланцетовидным. Покрытие 70—90%. В Гиссаро-Дарвазском, Зеравшанском, Чаткало-Угамском и Ферганском районах встречаются арчевники нижнегорные кленовые террас, пологих и нижних частей покатых склонов с участием в древостое до 50% клена туркестанского.

5. Арчевник нижнегорный прирусловый (АНПр) разнотравный. По высотному уровню располагается в среднем на 200 м

ниже арчевников северных склонов. Встречается по поймам рек с аллювиальными каменисто-щебенчатыми богатыми свежими почвами с подтоком грунтовых вод.

В арчевниках прирусловых формируются три взаимно замещающих генетически связанных типа возрастной структуры древостоев: относительно одновозрастные, относительно разновозрастные одноярусные и ступенчато разновозрастные двухъярусные. Сомкнутость крон до 0,8, чаще 0,4—0,5. Средний диаметр до 40 см, высота до 18 м, бонитет I, реже II. Сумма площадей сечений не более 30 м<sup>2</sup>/га, запас до 150 м<sup>3</sup>/га, в среднем — 40 м<sup>3</sup>/га. В данном типе леса наблюдаются наиболее быстрый рост и развитие деревьев арчи зеравшанской, что обусловлено хорошей влагообеспеченностью растений.

В составе древостоя, кроме можжевельника зеравшанского, принимают участие арча полушаровидная (до 30—40%), а также ива, береза и ясень (до 10%). Плодоношение арчи зеравшанской в данных условиях хорошее. Возобновительный процесс протекает так же, как в арчевниках среднегорных прирусловых. Подлесок от редкого до среднегустого из облепихи, тамарикса, ивы копьевидной, жимолостей, шиповников, барбариса продолговатого.

Травяной покров приурочен к мелкоземистым местам. Представлен мятликом ложнодубравным, лигулярней Томсона, василистником малым, геранью холмовой, тимофеевкой степной, зверобоем продырявленным, осокой туркестанской, вьюнком узколистным.

6. Арчевник нижнегорный крутых южных склонов (АНКЮ), ковыльно-польный. Гипсометрические отметки его в среднем на 300 м выше, чем у предыдущего типа леса. Встречается на крутых южных склонах с очень сухими бедными маломощными щебенистыми коричневыми карбонатными светлыми почвами.

Древостой простой, циклично разновозрастный, сомкнутость крон 0,3—0,5, средний диаметр не более 20 см, высота 6 м. Сумма площадей сечений не более 9 м<sup>2</sup>/га, запас не превышает 30 м<sup>3</sup>/га, составляя в среднем 15 м<sup>3</sup>/га, бонитет IV—V. Характерны обилие сухостоя, свилеватость, искривленность и большой сбег стволов.

Плодоношение среднее. Успех возобновительного процесса зависит главным образом от влагообеспеченности вегетационного периода и имеет циклический характер с экспрессиями во влажные годы. Прирост концентрируется под древесной и кустарниковой растительностью. В Чаткало-Угамском, Гиссаро-Дарвазском, Зеравшанском и Ферганском лесорастительных районах в составе древостоя принимают участие миндаль бухарский и фисташка настоящая (до 10—30%).

Подлесок редкий. Представлен вишнями алайской, тяньшанской и бородавчатой, эфедрами Федченко, средней и ложнохвошевидной, реже шиповником кокандским и спиреей волосисто-

плодной. Травяной покров состоит из полыней рутолистной и тонкорассеченной, ковыля киргизского, реже пырея волосоносно-го, типчака, бурачка пустынного, девясила корнеголового и крупного, вьюнка узколистного. Покрытие 40—60%.

7. Арчевник нижнегорный пологих и нижних частей покатых южных склонов (АНПлЮ), типчаково-пырейный. Распространен на тех же высотах, что и предыдущий тип леса. Встречается по западинам, котлообразным понижениям, денудационным террасам, пологим и нижним частям покатых склонов южной ориентации с мощными сухими богатыми коричневыми почвами.

Древостой простой, относительно разновозрастный, сомкнутость крон 0,5—0,7. Средний диаметр до 26 см, высота 7—8 м. Сумма площадей сечений до 18 м<sup>2</sup>/га, запас до 80 м<sup>3</sup>/га, в среднем 22 м<sup>3</sup>/га, бонитет III. В Гиссаро-Дарвазском, Зеравшанском, Чаткало-Угамском и Ферганском районах в составе древостоя до 30% принимает участие клен туркестанский.

Плодоношение хорошее. Количество подроста достигает 400—600 шт/га. В составе древостоя обычно до 20—30% арчи полусферической. Подлесок средней густоты. Представлен шиповниками, спиреей волосистоплодной, вишнями, эфедрами. В травяном покрове доминируют пырей волосоносный и типчак, к которым присоединяются ковыль киргизский, мятлики, вьюнок узколистный, полынь тонкорассеченная, чабрец зеравшанский, осока туркестанская, тимофеевка степная. Покрытие 60—80%.

8. Арчевник нижнегорный конусов выноса (АНКВ), редкотравно-ковыльно-полынный. Встречается на тех же высотах, что и прирусловые арчевники. Занимает пролювиально-делювиальные отложения конусов выноса и каменисто-щебенчатые шлейфы. Почва бедная, сухая, увлажнение происходит как за счет атмосферных осадков, так и за счет периодического подтока внутрипочвенных вод. Микрорельеф бороздчатый, повсюду видны следы селевых потоков в виде нагромождений валунов, гальки, щебня и протоков.

Древостой простой, циклично разновозрастный. Расположение деревьев групповое, сомкнутость крон 0,4—0,5. Средний диаметр до 20 см, высота до 7 м. Сумма площадей сечений не превышает 18 м<sup>2</sup>/га, запас не более 50 м<sup>3</sup>/га, в среднем 18 м<sup>3</sup>/га, бонитет IV, реже III. Долголетие деревьев до 400 лет. Плодоношение среднее. Подрост групповой, по возрастной структуре циклично разновозрастный, на 1 га насчитывается до 400 шт. благонадежного подроста.

Подлесок редкий, групповой из эфедр, вишен, спирей и шиповников. Травяной покров приурочен в основном к кронам древесной и кустарниковой растительности. Покрытие 20—40%. Доминируют полыни, ковыль, зверобой продырявленный, чабрец, эремурус, пырей волосоносный, мятлик живородящий, тимофеевка степная, осока туркестанская.

## Типы стланиковой арчи казацкой и сибирской

По падению общей продуктивности они располагаются в следующем порядке.

Стланики арчи казацкой: 1) северных склонов разнотравно-луговые; 2) прирусловые разнотравные; 3) южных склонов осоково-типчаковые; 4) по осыпям; 5) скальные.

Стланики арчи сибирской: 1) северных склонов злаково-разнотравные; 2) прирусловые разнотравные; 3) южных склонов осоково-типчаковые; 4) по осыпям; 5) скальные.

Заканчивая типологическую характеристику можжевельных лесов и редколесий Тянь-Шаня и Памира, коротко обобщим результаты исследований по данному вопросу.

Прежде всего следует отметить, что во всех подпоясах рост деревьев в арчевниках гребней и крутых северных склонов, арчевниках средних и верхних частей покатых северных склонов и арчевниках террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов имеет существенную разницу. Критерий различия между средними показателями роста в перечисленных типах леса, как правило, больше трех. Это еще раз подтверждает правильность теоретической основы и принципа выделения типов леса в поясе можжевельных лесов Тянь-Шаня и Памира.

Текущий прирост по объему всех видов арчи по всем типам леса имеет циклический характер, причем у кривых текущего прироста и распределения деревьев в насаждениях по возрастам аналогичный характер, специфичный для каждого типа леса. Для всех видов арчи наблюдается единая закономерность; при падении бонитета уменьшается амплитуда колебаний текущего прироста по объему, однако частота (количество) циклов увеличивается. Кривая приобретает более многовершинный характер с небольшими экспрессиями и депрессиями. Этот тип кривой характерен для большинства насаждений арчи туркестанской.

Во многих типах леса способность деревьев к росту по массе сохраняется сравнительно долго. В связи с этим средний прирост по объему значительно отстает от текущего. При этом в различных типах леса выравнивание приростов деревьев наступает в различном возрасте. В высокобонитетных насаждениях (арчевники прирусловые, террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов) оно наблюдается в 100—160 лет, а в низкобонитетных (арчевники скальные, гребней и крутых северных склонов) в 300—500 лет и более.

В холодных условиях субальпийского пояса Тянь-Шаня и Памира наибольшее распространение получили редкотравно-степные стланиковые арчевники южных склонов с более благоприятным тепловым режимом и наименьшее — арчевники типчаково-акантолимоновые прирусловые (6,3%). При понижении абсолютной высоты и в связи с этим повышении термического режима и уменьшении влагообеспеченности наблюдается зако-

номерное сокращение площадей остепненных вариантов арчевников, занимающих южные склоны. Если в субальпийском подпоясе площадь их составляет 53,5%, то в нижнегорном, несмотря на ксеровыносливость арчи зеравшанской, они занимают всего 15,5%.

Наиболее распространенными типами леса для древовидных можжевельников являются арчевники средних и верхних частей покатых склонов (23,2—30,6%), а также арчевники гребней и крутых склонов (25,1—31,9%). Значительные площади во всех подпоясах заняты труднодоступными человеку арчевниками скальными (14,2—15,5%). Наименьшее распространение получили арчевники прирусловые и арчевники конусов выноса (0,6—3,8%). Небольшой процент (2,2—4,8%) приходится и на наиболее продуктивные арчевники террас, пологих и нижней частей покатых северных склонов (луговые варианты). Это объясняется главным образом тем, что данный тип леса подвержен наиболее сильному антропогенному воздействию. Испокон веков на денудационных террасах, пологих и нижних частях покатых склонов с мелкоземистыми богатыми почвами и мощным травостоем из лугового разнотравья, вырубая лес, поселялись скотоводы. Затем, в период развития горного земледелия на Тянь-Шане, эти участки стали распахивать под сельскохозяйственные культуры. При ослаблении антропогенного фактора естественное восстановление арчевников лимитируется конкурентными межвидовыми взаимоотношениями между нижними всходами можжевельников и мощным луговым разнотравьем. Таким образом, эти площади большей частью превращены в прогалины, сельскохозяйственные угодья и в лучшем случае редины. В то же время этот тип условий местопроизрастания представляет наибольший интерес для создания высокопродуктивных смешанных насаждений из арчи, березы, лиственницы и ели, на чем подробнее мы остановимся ниже.

Для большей наглядности приводится обобщенная графическая схема, отражающая в количественном выражении экологическое положение каждого типа арчевого леса (рис. 9). Данная схема построена на основании фактических параметров пяти основных (определяющих) экологических факторов: влажности и температурного режима климата (климатопы), максимального запаса влаги в 1-метровом слое почвы (гигротопы), ее мощности и богатства (по содержанию гумуса и подвижных элементов питания — трофотопы). Размеры и положение прямоугольников, оконтуривающих индексы типов леса, отражают в ней конкретное экологическое положение соответствующих типов леса.

В связи с тем, что в поясе можжевельников лесов максимальная влажность почвы совпадает с периодом наиболее интенсивного роста арчи, определяя прирост, она положена нами в основу дифференциации почв на гигротопы. С учетом общего характера климата и растительности (широкая представленность степ-

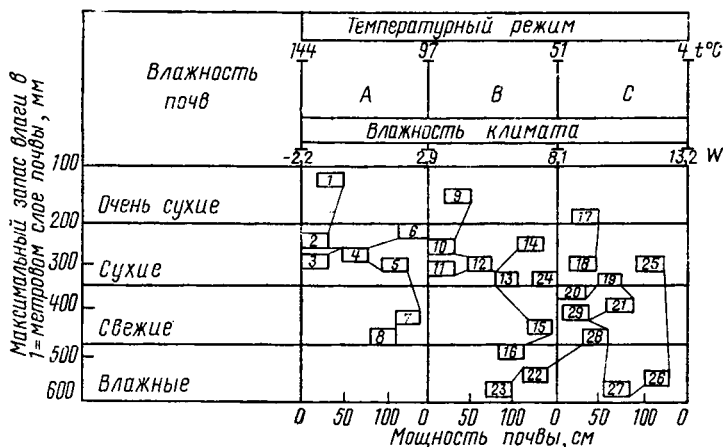


Рис. 9. Распределение типов можжевеловых лесов Тянь-Шаня в зависимости от экологических факторов:

Климат: А — жаркий и теплый, очень сухой и сухой; В — умеренный и теплый, сухой, свежий и влажный; С — холодный, влажный, сырой и мокрый. Типы арчевников: нижнегорных: 1 — крутых южных склонов; 2 — скальный; 3 — конусов выноса; 4 — гребней и крутых северных склонов; 5 — средних и верхних частей покатых северных склонов; 6 — пологих южных склонов; 7 — террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов; 8 — прирусловый; среднегорных: 9 — крутых северных склонов; 10 — скальный; 11 — конусов выноса; 12 — гребней и крутых северных склонов; 13 — средних и верхних частей покатых северных склонов; 14 — пологих южных склонов; 15 — террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов; 16 — прирусловый; высокогорных: 17 — крутых южных склонов; 18 — скальный; 19 — гребней и крутых северных склонов; 20 — конусов выноса; 21 — средних и верхних частей покатых северных склонов; 22 — террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов; 23 — прирусловый; 24 — пологих южных склонов; субальпийских: 25 — южных склонов; 26 — северных склонов; 27 — прирусловый; 28 — по осыпям; 29 — скальный

ных формаций), а также амплитуды колебания максимального запаса влаги в наиболее активном 1-метровом слое почвы все разнообразие условий местопроизрастания арчевников дифференцировано на четыре гигротопы (очень сухие, сухие, свежие и влажные почвы). При этом разница в максимальном запасе влаги 1-метрового слоя почвы каждого гигротопы составляет 129 мм. Следует отметить, что для построения схемы использованы данные по динамике влажности почвы, полученные нами в результате 6-летних наблюдений. Они характеризуют до некоторой степени как влажные, так и засушливые годы, исключая возможные случайности.

Данные рис. 9 свидетельствуют о том, что типы леса нижнегорных арчевников занимают очень сухие, сухие и свежие местообитания и отсутствуют во влажных. В среднегорном подпорье к влажному типу леса относится лишь арчевник террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов. Стланики арчи туркестанской, занимающей склоны северных румбов и пойм рек, относятся к влажным типам, арчевники субальпийские скальные — к свежим и стланики южных склонов — к сухим. В очень сухих местообитаниях субальпийские арчевники не встречаются.

Таким образом, с увеличением увлажненности и холодности климата с высотой на всех склонах повышается содержание влаги в почве и закономерно расширяется представленность и площадь влажных типов леса.

Во всех подпоясах на очень сухих и отчасти сухих почвах (при максимальном запасе влаги в 1-метровом слое мелкозема менее 250 мм) древесная растительность арчевников представлена только редколесьем. Следовательно, разреженность остепненных арчевников обусловлена главным образом сухостью почвы.

### Типы леса можжевельника туркменского (Копетдаг)

При лесоустройстве арчевников Копетдага В. И. Жириным разработана типологическая классификация, в которой, так же как и в 1978 г. при лесоустройстве Копетдагского заповедника, отражаются характер древостоя, специфика нижних ярусов растительности, экологические условия и топографическое положение типов леса [13, 21]. Это позволило нам ввести в наименование типов леса основной элемент рельефа.

1. Арчевник разнотравный (АР) террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов [32]. Встречается на высотах 1100—2500 м (в основном на 1300—2500 м) на денудационных террасах у подножия северных склонов, днищах ущелий и балок со свежими богатыми мощными коричневыми почвами. Тип лесорастительных условий  $C_2 - C_3$ . Древостой чистый, бонитет I—III, сомкнутость крон—0,2—0,3, полнота 0,67, высота арчи 15—16 м, запас достигает 150 м<sup>3</sup>/га, в среднем—44 м<sup>3</sup>/га. Подлесок представлен шиповником, барбарисом, жимолостью. В травяном покрове преобладают чабрец, зонтичные, сложноцветные, пырей, вейник. Данный тип леса занимает сравнительно небольшую площадь (5,4%).

2. Арчевник злаково-разнотравный (АЗР) средних и верхних частей покатых склонов [32]. Встречается на высотах 1200—2500 м на покатых северных склонах (20—30°). Почвы—темные сероземы, на больших высотах коричневые, среднесуглинистые на продуктах выветривания известняка, среднесильные (до 0,5 м). В дерново-перегнойном горизонте содержится около 3% гумуса, среднесмытые. Тип лесорастительных условий  $C_2 - C_1$  или  $B_2 - B_1$ . Древостой III—IV бонитета (местный), средняя полнота 0,58, сомкнутость полога 0,2—0,3, средний запас 28 м<sup>3</sup>/га. Подлесок представлен шиповником, алычой, жимолостью, кизильником, барбарисом, эфедрой, пузырьником. В травяном покрове преобладают пырей, ежа, мятлики, типчак, костер, эремурус. Это наиболее распространенный тип леса, занимающий около 50—60% покрытой лесом площади района.

3. Арчевник типчаково-полынный (АТП) гребней и покатых склонов. Встречается на покатых южных склонах на высотах



1300—1800 м, на северных — на 1100—1200 м. Занимает плато гребни и склоны крутизной 15—25°. В предгорьях арчевники сменяются горнополюнной полупустыней.

Почвы — типичные, бедные, сухие или очень сухие сероземы, или коричневые легкосуглинистые или супесчаные, гумуса содержится около 2%. Тип лесорастительных условий В<sub>1</sub> — В<sub>0</sub> и А<sub>1</sub> — А<sub>0</sub>. Древостой простой, циклично разновозрастный, бонитет IV—V, средний запас 20 м<sup>3</sup>/га, сомкнутость крон 0,10—0,15. Травяной покров представлен полынью, типчаком, акантолимоном, трагакантниками, зопником, коровяком. Данный тип арчевников занимает по площади второе место (около 30%).

4. Арчевник скальный (АС) — интрозональный тип леса, распространенный по всему можжевелевому поясу района. Встречается на скалах, осыпях, крутых каменистых склонах с очень сухими и сухими фрагментарными почвами. Тип лесорастительных условий А<sub>1</sub> — А<sub>0</sub>.

Арчевники представлены рединами или редкостойными сильно разновозрастными насаждениями куртинного характера, бонитет V, сомкнутость полога около 0,1, средний запас 10 м<sup>3</sup>/га. Подлесок редкий, представлен миндалем, кизильником редко инжиром. В травяном покрове доминируют акантолимон, астрагал, злаки.

Данный тип занимает 8,9% от всей территории арчевников Копетдага. По итогам лесоустройства более 73% покрытой лесом площади арчевников Копетдагского лесхоза расположено на северных склонах, причем каждый тип леса имеет в этом отношении свою специфику (табл. 14).

14. Распределение арчевников по экспозициям склонов (выборочный метод)

| Арчевники            | Экспозиция склонов |     |     |     |    |    |    |    | Всего |
|----------------------|--------------------|-----|-----|-----|----|----|----|----|-------|
|                      | С                  | СВ  | СЗ  | В   | З  | ЮВ | ЮЗ | Ю  |       |
| Разнотравные         | 49                 | 12  | 19  | 0   | 0  | 9  | 0  | 8  | 97    |
| Злаково-разнотравные | 100                | 86  | 64  | 62  | 19 | 37 | 6  | 49 | 423   |
| Типчаково-полюнные   | 14                 | 47  | 35  | 62  | 29 | 39 | 12 | 19 | 257   |
| Итого                | 163                | 145 | 118 | 124 | 48 | 85 | 18 | 76 | 777   |

Типчаково-полюнные арчевники тяготеют к восточным и южным склонам с высоты 1400 м над ур. м. Средняя высота злаково-разнотравных арчевников на северных склонах равна 1800 м, а на южных 2000 м. Разница составляет 200 м.

## Типы леса крымских арчевников

В горно-лесном районе Крыма выделено 9 типов леса с участием арчи [38].

1. Можжевельовая суборь (арчевник среднегорный крутых очень сухих южных склонов). Распространена на высотах  $460 \pm 50$  м над ур. м. на крутых (более  $25-30^\circ$ ) очень сухих южных склонах. Горные породы карбонатные. Почва бурая горно-лесостепная мелкая (5—20 см), эродированная суглинисто-щебневая (50—70% щебня). Тип лесного участка  $B_0$ .

Древостой смешанный из можжевельников высокого и красного, бонитет IV. В подлеске ирга, барбарис, крушина. В травяном покрове доминируют подмаренник тончайший, вероника рассеченнолистная, лапчатка толстая, окосма многолистная.

2. Можжевельовая суборь (арчевник среднегорный крутых сухих южных склонов). Встречается на высотах  $460 \pm 70$  м над ур. м. на крутых сухих склонах южных экспозиций. Горные породы — известняки. Почва бурая малоразвитая (10—25 см), суглинисто-щебневато-каменистая. Тип лесного участка  $B_1$ .

Древостой из можжевельников высокого и красного, бонитет III—IV. Подлесок представлен кизильником, иргой, рябиной, скумпией, барбарисом, крушиной, боярышником, шиповником, терном. В травяном покрове доминируют минуарция скученная, осока блестящая, бурачок ползучий, кипрейник, чабрец крымский, подмаренники и др.

3. Кеово-можжевельовый сугрудок (арчевник нижнегорный кевоовый гребней и верхних частей крутых южных склонов). Встречается на высотах  $120 \pm 35$  м над ур. м. в верхних частях крутых южных склонов. Горные породы — мелы и мергели. Почвы дерново-карбонатные, глинисто-щебневатые, часто эродированные или бурые горно-лесостепные, редко коричневые. Мощность почв 20—30 см. Тип лесного участка  $C_0$ .

Древостой из можжевельников высокого и красного, бонитет V—Va. Подлесок из кизильника, скумпии, держидерева, крушины слабительной, шиповника, иглицы, кизильника, барбариса. В травяном покрове господствуют пырей скифский, астрагалы якорцевидный и мешотчатый, костер японский, молочай сжатый.

4. Дубово-можжевельовый сугрудок (арчевник среднегорный с дубом гребней и крутых южных склонов). Распространен на высотах  $530 \pm 120$  м над ур. м. в верхних частях крутых южных склонов. Лесорастительные условия, кустарниковая и травянистая растительность близки предыдущему типу. Отличается он составом древостоя, представленного дубом пушистым, можжевельниками высоким и красным. Тип лесного участка  $C_0$ .

5. Можжевельовый сугрудок (арчевник нижнегорный средних и верхних частей крутых и покатых теневых склонов). Встречается на высотах  $290 \pm 150$  м над ур. м. в верхних и средних частях крутых и покатых склонов теневых экспозиций. Горные по-

роды — известняки, почвы бурые (коричневые) малоразвитые (30—40 см), суглинисто-щебневатые. Тип лесного участка С<sub>1</sub>. Древоустой из можжевельников высокого и красного, бонитет III—IV.

В подлеске ирга, рябина, скумпия, бирючина, держидерево, шиповник, бересклет. В травяном покрове доминируют чина злаколистная, колокольчик сибирский, василек бесплодный, девясил иволистный, бурачок пушистый, астра ромашковая.

6. Этот тип леса имеет высотно-замещающий вариант — арчевник среднегорный крутых южных склонов (можжевельниковый сугрудок). Средняя высота над ур. м.  $810 \pm 130$  м.

7. Можжевело-грабиновая судубрава (арчевник среднегорный с грабом крутых южных склонов). Распространена на высотах  $500 \pm 200$  м на крутых южных склонах. Горные породы — известняки и мергели, почвы бурые малоразвитые. Тип лесного участка С<sub>1</sub>. Древоустой из можжевельников высокого, красного и граба, бонитет III. Кустарниковая и травянистая растительность близка типу 5 и 6.

8. Чернососново-можжевеловая судубрава (арчевник среднегорный с сосной средних и верхних частей покатых теневых склонов). Встречается на высотах  $410 \pm 115$  м над ур. м. в средних и верхних частях склонов. Горные породы — мергели, почвы дерново-карбонатные глинисто-щебневатые мелкие (до 20 см). Тип лесного участка С<sub>2</sub>. Древоустой смешанный, представлен можжевельником красным и сосной крымской, бонитет III. В подлеске ирга, скумпия, бирючина, держидерево, шиповник, бересклет бородавчатый, спирея. В травяном покрове доминируют чина злаколистная, колокольчик сибирский, василек бесплодный и др.

9. Можжевеловые стланики (арчевники стланиковые крутых склонов). Распространены на высотах  $1370 \pm 100$  м в верхних и средних частях крутых склонов. Горные породы — преимущественно известняки, почвы горно-луговые мелкие (15—25 см) глинисто-каменистые. Заросли представлены можжевельниками прижатым и казацким. Кустарниковая растительность из шиповника, барбариса, гордовины. В травяном покрове господствуют подмаренник русский, ракатник многоволосистый, молочай лозный, минуарция волосистая, вероника крымская, грушанка и др.

### Типы леса арчевников Черноморского побережья Кавказа

На Черноморском побережье Кавказа выделено 3 основных типа можжевеловых лесов [22].

1. Можжевельниковый лес на известняках (арчевник крутых южных склонов). Занимает восточные и юго-восточные склоны крутизной 25—35°. Почва коричневая, фрагментарная, мелкая с частым выходом на дневную поверхность плит известняка. Древо-

стой из можжевельника высокого с примесью остроchешуйчатого и красного, циклично разновозрастный, бонитет IV—V, запас до 20 м<sup>3</sup>/га, сомкнутость крон 0,2—0,3, стволы сильно свилеваты, изогнуты, крона притуплена. Средняя высота 4,0—4,5 м. Подлесок очень редкий из единичных экземпляров жасмина, держидерева, скумпии, шиповника, кизильника. Покрытие травяного покрова достигает 30—40%.

2. Можжевельный лес по южным склонам (арчевник пологих и покатых южных склонов). Распространен на южных и юго-восточных склонах крутизной 10—30°. Почвы коричневые, более развитые. Древостой из можжевельника высокого, циклично-разновозрастный, бонитет II—III, запас до 30 м<sup>3</sup>/га, сомкнутость крон 0,4—0,5, редко 0,7. Подлесок редкий из жасмина, держидерева, скумпии, жимолости, бересклета бородавчатого. Травяной покров редкий, покрытие 10—30%.

3. Можжевельный лес по склонам затененных румбов (арчевник с дубом теневых склонов). Распространен на склонах западной и северо-западной экспозиций. Почва коричневая, мощная, свежая или влажная, богатая. Древостой смешанный из можжевельника высокого и дуба пушистого, циклично разновозрастный, бонитет II, запас до 40 м<sup>3</sup>/га, сомкнутость крон 0,5—0,6, средняя высота 5,6—7,3 м. Подлесок густой из жасмина, скумпии, держидерева, шиповника, покрытие до 60%. Травяной покров мощный, покрытие 30—40% и более. На незначительных площадях с мощными, влажными, богатыми почвами встречаются еще два типа леса: можжевельный лес с мертвым покровом и можжевельный лес затененных склонов со вторым ярусом из грабника.

Состояние древостоев зависит от типа леса и определяется степенью доступности участка. В расстроенных насаждениях с сомкнутостью крон 0,3—0,4 максимальный процент усыхающих деревьев отмечен в типе можжевельный лес на известняках, т. е. в наиболее жестких лесорастительных условиях. Меньше всего усыхающих экземпляров встречается в можжевельном лесу затененных склонов со 2-м ярусом из грабника. С удалением от населенных мест и дорог для одного и того же типа леса отмечено улучшение состояния древостоя.

Возобновительный процесс также зависит от типов леса. В можжевельном лесу южных склонов в среднем на возрастную группу до 5 лет приходится 44% общего количества подроста; в можжевельном лесу затененных склонов на всходы и самосев до 5 лет приходится 60%; в остальных группах насчитывается в среднем 1 тыс. экземпляров подроста. В относительно здоровых насаждениях арчевников как южных, так и затененных склонов возобновительный процесс протекает удовлетворительно. Количество самосева колеблется от 0,1 до 6,5 тыс. на 1 га.

## Типы леса арчевников Закавказья

В Закавказье выделен ряд типов леса в чистых и смешанных арчевниках [25, 38].

1. Арчево-фисташковый степной (арчевник нижнегорный с фисташкой пологих южных склонов). Встречается на высотах 400—500 м на пологих склонах южных экспозиций. Почвы маломощные тяжелые суглинки. Древостой смешанный: 3—7 фисташки, 7—3 можжевельников многоплодного и тяжелопахучего. Возобновление слабое. В травяном покрове доминируют типчак и ковыль. Распространен в Центрально- и Восточно-Закавказском округах.

2. Арчево-фисташковый кустарниковый (арчевник нижнегорный с фисташкой крутых южных склонов). Распространен на высотах 500—700 м на сухих южных склонах. Почвы коричневые каменистые сухие смытые. Древостой смешанный: 3—7 можжевельников многоплодного и тяжелопахучего, 7—3 фисташки. Подлесок густой, представлен держидеревом, кизильником, крушиной, жимолостью грузинской, таволгой зверобоелистной. В травяном покрове — бородач и нагорные ксерофиты. Возобновление слабое. Распространен в Центрально- и Восточно-Закавказском округах [25].

3. Арчевник степной (арчевник среднегорный конусов выноса). Распространен в пределах гипсометрических отметок 400—2000 м на пологих склонах по делювиальным наносам. Почвы черноземовидные (коричневые) сухие. Древостой из можжевельников многоплодного и тяжелопахучего. Подлесок редкий. В травяном покрове доминируют ковыль, типчак или бородач. Возобновление слабое. Распространен в Центрально- и Восточно-Закавказском, а также Армяно-Нахичеванском округах.

4. Арчевник кустарниковый (арчевник среднегорный крутых южных склонов). Распространен в пределах гипсометрических отметок 500—2000 м в основном на эродированных склонах южной экспозиции. Почвы коричневые, сухие, каменистые, смытые. Древостой из можжевельников многоплодного и тяжелопахучего, бонитет V. Кустарниковый ярус представлен крушиной, жимолостью грузинской, кизильником, спиреей. Возобновление слабое. Количество самосева до 1,5 тыс. шт/га. Распространен в Центрально- и Восточно-Закавказском, Армяно-Нахичеванском и Карабахо-Зангезурском округах.

5. Арчевник моховой (арчевник среднегорный пологих северных склонов). Распространен в пределах гипсометрических отметок 400—1800 м на пологих склонах северных экспозиций. Почвы коричневые, суглинистые, каменистые, сухие. Древостой из можжевельников многоплодного и тяжелопахучего, бонитет III—IV. Подлесок густой, из спиреи. В покрове — обильно мхи и лишайники. Возобновление слабое. Количество самосева —

600—1000 шт/га. Распространен в Центрально- и Восточно-Закавказском, а также Армяно-Нахичеванском округах.

6. Арчевник скальный. Интразональный тип леса, распространен во всех районах Крыма и Кавказа. В зависимости от региона, высоты над уровнем моря и экспозиции древостой представлен рединами можжевельников высокого, многоплодного, тяжелопахучего, красного или стланиковыми зарослями арчи казачкой, обыкновенной (можжевельником карликовым). Почва коричневая, фрагментарная, щебенистая. Подлесок и травянистая растительность приурочены к мелкоземистым участкам. Возобновление арчи слабое, расположение подроста групповое. Имеет большое склонозащитное значение.

7. Во всех районах Кавказа встречаются также арчевники прирусловые с аллювиальными каменисто-щебенчатыми почвами. Бонитет древостоя I—II, плодоношение хорошее. Подрост и подлесок редкий.

Во всех перечисленных типах леса древостой циклично разновозрастный, что свидетельствует о цикличности возобновительного процесса. Типологическая классификация арчевников Кавказа носит в основном геоботанический характер. Лесоводственно-географические, экологические и таксационные особенности насаждений отдельных типов леса отражены слабо. Однако даже далеко не полная информация свидетельствует о приуроченности отдельных типов леса к определенным элементам рельефа.

Таким образом, в Крыму и на Кавказе в пределах распространения того или иного лесообразующего вида можжевельника можно выделить близкие по топографическому положению географически замещающие типы арчевых лесов. Экологическая, лесоводственная и фитоценотическая характеристики их зависят от высоты над уровнем моря, экспозиции, крутизны, протяженности и части склона [22, 24]. Следовательно, принципы типологической классификации арчевников Тянь-Шаня, оценки водоохранно-защитной роли каждого типа леса и методы ведения лесного хозяйства и лесокультурного освоения на типологической основе вполне приемлемы и для других горных систем. Существенные поправки вносят лишь с учетом биологических и экологических особенностей лесообразующего вида арчи, специфики природных условий и растительности нижних ярусов.

Высшая и высокая степени проявления водоохранно-защитной роли, сохраняющиеся насаждениями до 300—600 лет и более, при относительно низкой промышленной ценности позволяют рассматривать все типы можжевельных лесов СССР как леса защитного назначения. Хозяйственные мероприятия должны быть направлены на повышение именно этой роли. При наличии благонадежного подроста для его осветления следует проводить индивидуальную выборку перестойных деревьев в возрасте 300—

400 лет во влажных типах леса и в 500—800 лет — в сухих и петрофильных.

Степень пожароопасности и характер горельников для различных формаций и типов можжевеловых лесов неодинаковы. Наиболее высокая пожароопасность присуща арчевникам Копет-дага, а на Тянь-Шане нижнегорным, затем среднегорным и в несколько меньшей степени высокогорным и субальпийским. Однако в высокополотных среднегорных и высокогорных арчевниках в результате верховых пожаров возникают обычно сухостойные горельники, а в редкостойных остепненных вариантах типов леса — горельники с древостоями, сохраняющими жизнедеятельность. Наиболее часто низовые осенние пожары возникают в редколесьях можжевельника туркменского, арчевниках нижнегорных и среднегорных крутых южных склонов. В этих же типах леса значительно раньше (в июне — июле) наступает пожароопасный период, продолжительность которого также наибольшая.

#### 4. ПЛОДОНОШЕНИЕ И ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ

##### Плодоношение арчи

Генеративные органы можжевельников закладываются, как и у большинства хвойных пород, летом или осенью предшествующего цветению года на однолетних генеративных побегах. Микростробилы большинства видов арчи становятся заметными в конце июля — начале августа, а к осени достигают свойственной им величины (1—2 мм длины и 0,7—1,2 мм ширины). Микроспорофилловые колоски до весны скрыты под кроющими листовыми чешуйками и становятся заметными для невооруженного глаза только следующей весной, незадолго до цветения. В то же время к середине — концу сентября в женских шишках уже сформировываются семяпочки, а в пыльниках мужских шишек завершаются этапы микроспорогенеза, и они заполняются зрелой одноклеточной пылью [2]. В таком состоянии генеративные органы сохраняются до начала цветения (рис. 10).

Можжевельники — анемофильные растения, у которых пыльца улавливается с помощью капелек жидкости и через микропиле всасывается и проникает на верхушку нуцеллуса. Наиболее энергичный рост пыльцевых трубок арчи отмечен при температуре 23—24° С, понижение же температуры до 12—13° С задерживает прорастание пыльцы. Количество проросшей пыльцы составляет 65—90,1% [2, 3].

Цветение можжевельников начинается весной, зависит от погодных условий, высоты над уровнем моря, экспозиции склонов и в различных районах СССР у разных видов наблюдается

В марте — мае, меняясь даже на одном дереве в зависимости от ориентации и части кроны. Период цветения продолжается в насаждении около месяца. В середине второй декады после начала цветения чешуи женских шишек разрастаются и постепенно укрываются семяпочками. В конечном итоге они полностью смыкаются над семяпочками, образуя молодые шишкоягоды, период развития и созревания которых завершается в течение 2—3 лет. Так, семена можжевельника твердого созревают лишь на 3-й сезон

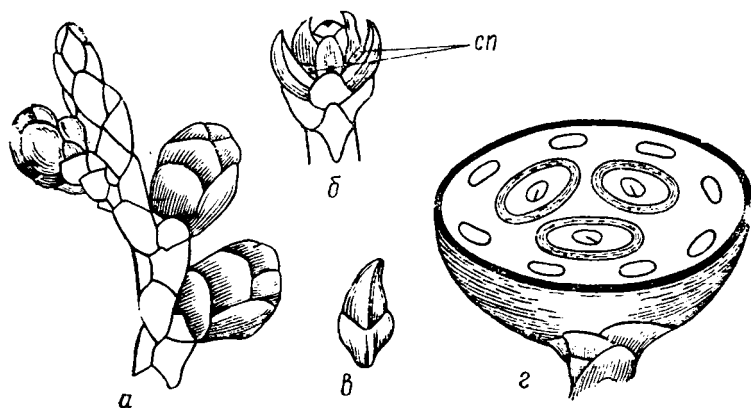


Рис. 10. Генеративные органы арчи:

а — побег со стробилами; б — женская шишка; сп — семяпочки; в — семя; г — разрез шишкоягоды

после цветения. У среднеазиатских видов арчи созревание семян наступает на втором году после цветения, в конце лета — начале осени, осыпание шишкоягод — в сентябре — ноябре, в некоторые годы — зимой. У можжевельников высокого и тяжелопахучего созревание шишкоягод происходит в течение 2 лет, а опадение — на третьем году после цветения (у тяжелопахучего с января по май, а у высокого с марта по декабрь). У можжевельника красного семена созревают в августе — сентябре второго года, а шишкоягоды осыпаются в декабре — марте [20].

У всех можжевельников в связи с большой партенокарпией процент здоровых семян составляет незначительную величину, причем это в большой степени зависит от качества опыления женских шишек. При искусственном нанесении пыльцы, особенно двукратном, завязываемость шишкоягод значительно возрастает, и количество доброкачественных семян увеличивается в 2,5—3,0 раза по сравнению с естественным опылением [2, 3]. Данный прием резкого повышения семенной продуктивности арчевников необходимо использовать на лесосеменных участках и селекционных работах при создании насаждений хозяйственно-ценных форм можжевельников.



У семян арчи наблюдается длительный глубокий физиологический покой, наступающий через 1—3 месяца после достижения анатомо-морфологической зрелости. Несмотря на вполне сформировавшийся зародыш, т. е. зрелость семян, шишкоягоды остаются в это время совершенно зелеными, хотя семена уже пригодны для посева. По мере дальнейшего созревания шишкоягод всхожесть семян и процент появляющихся в следующую весну всходов увеличиваются. Максимальное количество всходов появляется из семян, собранных в начальный период созревания (потемнения) шишкоягод. Затем всхожесть семян падает, и при наступлении полной биологической зрелости шишкоягод семена уходят в глубокий физиологический покой. При их посеве всходы в первую весну не появляются. У арчи зеравшанской глубокий физиологический покой наступает при снижении влажности семян до 41% [40]. Созревшие семена имеют не более 50%, а шишкоягоды 75—80% влажности от абсолютно сухой массы.

Таким образом, для получения всходов арчи в первую весну заготовку и посев свежесобранных семян следует производить до наступления полной биологической зрелости шишкоягод и приобретения ими «зрелой» темной окраски. Оптимальным сроком является начало потемнения окраски у отдельных шишкоягод. При посеве семенами, собранными в более поздний период, всходы появляются только через год. Для активизации биохимических процессов этих семян необходимо определенное количество тепла при наличии достаточного увлажнения и аэрации. Поэтому не увенчались успехом все попытки ускорить прорастание семян можжевельников путем обработки различными окислителями, в то время как стратификация семян при определенном температурном режиме дала хорошие результаты.

Ушедшие в глубокий физиологический покой семена всех видов арчи высевают в июне — августе. Сроки посева семян с повышением гипсометрического уровня на 100 м сдвигаются в среднем на 3 дня. Глубина заделки семян у можжевельников высокого и туркестанского 1,5—2,0 см, зеравшанского и туркменского 1,0—1,5 см, полушаровидного — 0,5—1,0 см.

У можжевельников максимальное плодоношение наблюдается в средней и верхней части кроны восточной и южной ориентации, где концентрируется 60% и более всего урожая деревьев. Среднее плодоношение отмечается в средней части западной стороны кроны. Максимально количество плодоносящих деревьев в насаждениях арчи полушаровидной и зеравшанской сконцентрировано в естественной ступени толщины 0,8, арчи туркестанской — 0,7. В ступенях 0,4—2,0 представлено более 90% плодоносящих деревьев.

Общая закономерность для можжевельников — увеличение количества плодоносящих деревьев в низкоступенных, низкоплодных насаждениях и редианах. Так, в древостоях арчи зеравшанской I бонитета плодоносит в среднем 24,1% деревьев, а

V — 36,8%. В высокополнотных, относительно молодых насаждениях арчи полушаровидной I бонитета плодоносящие деревья составляют 19,3%, а в редких древостоях V — 33,7%. У арчи туркестанской в густых древостоях III бонитета плодоносит в среднем 24% деревьев, а в крайне холодном, но хорошо освещенном субальпийском подпоясе 77,2%.

Коэффициенты корреляции между бонитетом древостоев и количеством плодоносящих растений составляют: для арчи зеравшанской  $0,92 \pm 0,070$ , полушаровидной  $0,99 \pm 0,010$  и для туркестанской  $0,98 \pm 0,020$ . Как видим, для всех видов корреляция очень высокая и тесная. Интересно отметить, что в насаждениях арчи полушаровидной I—II бонитетов, произрастающих на пологих южных склонах с богатыми периодически свежими почвами и в поймах рек с влажными почвами, процент плодоносящих деревьев почти одинаков (критерий различия между средними составляет всего 0,9). Это свидетельствует о том, что количество плодоносящих деревьев в лесу связано главным образом со всем комплексом лесорастительных условий, а не с отдельными его элементами (светом, теплом, влажностью, богатством почвы и т. д.). Причем недостаток одного элемента, видимо, компенсируется другим. Так, увеличение количества плодоносящих деревьев в насаждениях IV—V бонитетов более редких арчевников гребней, скал и крутых южных склонов связано с обилием тепла и света (в том числе и ультрафиолетовых лучей). В данном случае мы имеем дело с явлением близким тому, которое наблюдается в лесу и на его опушке. На опушке, как правило, больше плодоносящих деревьев, чем в лесу.

Увеличение количества плодоносящих деревьев по мере нарастания абсолютной высоты объясняется большим количеством однодомных растений, что отмечено нами в насаждениях арчи туркестанской. Увеличение количества плодоносящих деревьев у арчи с повышенным абсолютной высоты, а также на более освещенных южных склонах и скалах с жесткими почвенно-грунтовыми условиями объясняется именно влиянием горного света и ультрафиолетовой радиации. Таким образом, на больших высотах высокогорных и субальпийских арчевников в процессе плодоношения участвуют почти все деревья.

В связи с различными биологическими и лесоводственными особенностями арчи зеравшанской, полушаровидной и туркестанской, а также разнообразием экологических условий и степени освещенности возмужалость арчи в зависимости от видов и типов леса наступает в разном возрасте. Наиболее раннее вступление в пору плодоношения наблюдается у арчи зеравшанской, затем у арчи полушаровидной, туркменской и наиболее позднее — у туркестанской. В сухом нижнегорном подпоясе, где определяющую роль играет влажность почвы, наиболее раннее плодоношение наступает в арчевнике прирусловом. В среднегорном и особенно в высокогорном подпоясе, где большую роль иг-

рают тепловой и световой режимы, ранняя возмужалось наблюдается в арчевнике пологих южных склонов и арчевнике пологих и нижних частей покатых склонов. В этой связи интересно отметить, что в культурах на обработанной почве все среднеазиатские, крымские и кавказские виды арчи при соответствующих уходах начинают плодоносить в 5—6-летнем возрасте. Растет арча в этих условиях также в 2—3 раза быстрее, чем в лесу. Таким образом, между ростом, развитием и возмужалостью арчи существует прямая корреляционная связь, присущая и другим породам.

Средняя масса 1000 шт. здоровых шишкочегод в воздушно-сухом состоянии у арчи полушаровидной равна  $159,5 \pm 3,0$  г, а у зеравшанской —  $364,2 \pm 12,9$  г и у туркестанской —  $456,0 \pm 13,3$  г, у можжевельника высокого — 400 г. Средняя масса 1000 шт. семян арчи полушаровидной равна 17 г, зеравшанской — 54 г и туркестанской — 154 г.

Количество семян в шишкочегодах меняется не только по видам арчи, но даже на одном дереве, однако определенный интерес представляют средние показатели в зависимости от экологических условий и лесорастительных районов. У арчи зеравшанской в одной шишкочегоде количество семян колеблется от 2 до 8 (в среднем  $2,3 \pm 0,02$ ), у полушаровидной — от 1 до 5 (в среднем  $2,18 \pm 0,01$ ), у туркестанской — 1—2 (в среднем  $1,22 \pm 0,01$ ).

У всех лесобразующих видов арчи количество семян в шишкочегодах зависит от лесорастительных районов и типов леса. При этом у арчи зеравшанской и полушаровидной наблюдается определенная закономерность — с нарастанием высоты и ухудшением почвенно-грунтовых условий, но улучшением освещенности количество семян в шишкочегодах увеличивается. Так, в насаждениях арчи зеравшанской, произрастающих на меньших абсолютных высотах, в более благоприятных по увлажнению климатических условиях Чаткало-Угамского лесорастительного района среднее количество семян в шишкочегодах составляет  $2,28 \pm 0,03$  шт., а на значительно больших высотах в более жестких условиях Туркестано-Алайского —  $2,56 \pm 0,03$  шт. (критерий надежности различия между средними равен 6,5). В арчевниках нижнегорных террас, пологих и нижних частей покатых склонов Туркестано-Алайского района с богатыми свежими почвами среднее количество семян в шишкочегодах равно  $2,28 \pm 0,05$  шт., а в хорошо освещенных условиях арчевников нижнегорных гребней и крутых склонов с более бедными и сухими почвами —  $2,88 \pm 0,06$  шт. (критерий надежности различия между средними равен 7,6). Аналогичная картина отмечена у арчи полушаровидной.

Наименьшее количество семян в шишкочегодах наблюдается на меньших высотах в более благоприятных по увлажнению природных условиях Чаткало-Угамского лесорастительного района (в среднем  $1,98 \pm 0,02$  шт.) и значительно большее — в жест-

ких условиях Фергано-Алайского и Чуйско-Кеминского районов ( $2,53 \pm 0,02$ ). Критерий надежности различия между указанными средними составляет 18,3. Туркестано-Алайский район в этом отношении занимает среднее положение. По данному району наименьшее количество семян в шишкоягодах отмечено на меньших высотах в арчевниках среднегорных террас и пологих склонов с богатыми влажными почвами ( $2,12 \pm 0,01$  шт.) и наибольшее ( $2,57 \pm 0,07$  шт.) — на больших высотах в хорошо освещенных условиях арчевников среднегорных гребней и крутых южных склонов (критерий надежности различия между средними равен 6,4). Аналогичная закономерность наблюдается и в Чаткало-Кураминском и Фергано-Алайском лесорастительных районах.

Увеличение количества семян в шишкоягодах арчи зеравшанской и полушаровидной с нарастанием абсолютной высоты, особенно на более освещенных гребнях, скалах и крутых южных склопах, связано, видимо, с увеличением интенсивности освещения и ультрафиолетовой радиации в горах на больших высотах.

В насаждениях арчи туркестанской закономерность, присутствующая нижнегорным и среднегорным арчевникам, нарушается. Односемянные шишкоягоды встречаются в жестких в климатическом отношении условиях субальпийских арчевников, а двухсемянные (в среднем  $1,46 \pm 0,04$  шт.) — в более благоприятных для роста и развития условиях арчевников высокогорных пологих южных склонов. Это связано, видимо, с наличием в смешанных насаждениях средне- и высокогорного подпооясов Туркестано-Алайского лесорастительного района гибридных форм арчи полушаровидной и туркестанской.

Все плодоносящие деревья каждого вида арчи в зависимости от количества шишкоягод делятся нами на шесть категорий: деревья с очень слабым, слабым, средним, хорошим, обильным и очень обильным плодоношением. Модели изменения количества и массы шишкоягод и семян различных видов арчи в зависимости от характера плодоношения и диаметра деревьев представлены в табл. 15.

Наибольшей семенной продуктивностью по количеству шишкоягод и семян на одно дерево отличается арча полушаровидная. В то же время по массе шишкоягод и семян она уступает арче зеравшанской, которая в этом отношении стоит на первом месте и намного превосходит арчу полушаровидную и туркестанскую. По максимальной массе шишкоягод на одно дерево арчи полушаровидная и туркестанская отличаются незначительно, однако по массе семян арча туркестанская вдвое продуктивнее полушаровидной.

У можжевельника высокого максимальное плодоношение наблюдается в ступенях толщины 20—32 см [20]. На каждом дереве в урожайные годы насчитывается 7,8—10,5 тыс. шт. шишкоягод, или 2,0—2,5 кг. На 1 га урожай составляет 60—155 кг.

15. Изменения количества и массы шишкоягод (ш) и семян (с) арчи со средними по размерам кроной и диаметром ствола  $D$ , см, в зависимости от категории плодоношения \*

| Вид арчи       | Плодоношение деревьев | $\frac{ш}{с}$ | Масса, кг                                       |                        |         |        | Количество, тыс. шт. |                        |        |        |
|----------------|-----------------------|---------------|---|------------------------|---------|--------|----------------------|------------------------|--------|--------|
|                |                       |               | Формула связи $M_{ш(с)} = a + bD + cD^2 + dD^3$ |                        |         |        |                      |                        |        |        |
|                |                       |               | свободный член $a$                              | коэффициенты $b, c, d$ |         |        | свободный член $a$   | коэффициенты $b, c, d$ |        |        |
| $D$            | $D^2$                 | $D^3$         |   | $D$                    | $D^2$   | $D^3$  |                      |                        |        |        |
| Полушаровидная | Очень слабое          | ш             | -0,327  | 0,068                  | 0,0018  | —      | -0,459               | 0,198                  | -0,002 | —      |
|                |                       | с             | 0,068   | 0,0016                 | —       | —      | -2,705               | 0,663                  | -0,014 | 0,0001 |
|                | Слабое                | ш             | -0,439  | 0,124                  | -0,0024 | —      | -1,331               | 0,586                  | -0,007 | —      |
|                |                       | с             | -0,048  | 0,021                  | -0,0002 | —      | -7,299               | 1,809                  | -0,037 | 0,0003 |
|                | Среднее               | ш             | -1,015  | 0,256                  | -0,0063 | 0,0001 | -2,566               | 1,187                  | -0,025 | 0,0002 |
|                |                       | с             | -0,166  | 0,056                  | -0,0015 | —      | -14,380              | 3,558                  | -0,089 | 0,0008 |
|                | Хорошее               | ш             | -1,600  | 0,376                  | -0,0092 | 0,0001 | -2,965               | 1,334                  | -0,016 | —      |
|                |                       | с             | -0,286  | 0,078                  | -0,0019 | —      | -18,845              | 4,873                  | -0,121 | 0,0011 |
|                | Обильное              | ш             | -1,948  | 0,479                  | -0,0117 | 0,0001 | -1,479               | 1,624                  | -0,020 | —      |
|                |                       | с             | -0,472  | 0,113                  | -0,0027 | —      | -25,887              | 6,573                  | -0,166 | 0,0015 |
|                | Очень обильное        | ш             | -1,741  | 0,539                  | -0,0132 | 0,0001 | -3,109               | 2,030                  | -0,025 | —      |
|                |                       | с             | 0,289   | 0,045                  | -0,0002 | —      | -32,192              | 8,373                  | -0,217 | 0,002  |
| Зеравшанская   | Очень слабое          | ш             | -0,303  | 0,069                  | -0,0008 | —      | -0,590               | 0,168                  | -0,002 | —      |
|                |                       | с             | -0,048  | 0,021                  | -0,0002 | —      | -2,268               | 0,519                  | -0,009 | —      |
|                | Слабое                | ш             | -1,254  | 0,266                  | -0,0057 | —      | -1,569               | 0,480                  | -0,005 | —      |
|                |                       | с             | -0,346  | 0,075                  | -0,001  | —      | -6,883               | 1,566                  | -0,028 | 0,0002 |

## Туркестанская

|                |   |        |       |         |        |         |       |         |         |
|----------------|---|--------|-------|---------|--------|---------|-------|---------|---------|
| Среднее        | ш | -1,486 | 0,356 | -0,0057 | —      | -3,086  | 0,841 | -0,009  | —       |
|                | с | -0,342 | 0,105 | -0,0015 | —      | -11,656 | 2,616 | -0,046  | 0,0003  |
| Хорошее        | ш | -2,899 | 0,638 | -0,0156 | 0,0001 | -7,909  | 1,527 | -0,027  | 0,0002  |
|                | с | -1,002 | 0,206 | -0,0037 | —      | -15,434 | 3,529 | -0,059  | 0,0003  |
| Обильное       | ш | -1,615 | 0,487 | -0,0042 | —      | -6,276  | 1,561 | -0,018  | —       |
|                | с | -1,117 | 0,256 | -0,0045 | —      | -22,177 | 5,085 | -0,101  | 0,0007  |
| Очень обильное | ш | -2,944 | 0,727 | -0,011  | —      | -12,568 | 2,653 | -0,053  | 0,0004  |
|                | с | -2,233 | 0,429 | -0,0097 | 0,0001 | -26,307 | 5,529 | -0,088  | 0,0004  |
| Очень слабое   | ш | -0,278 | 0,056 | -0,0013 | —      | -0,141  | 0,054 | -0,0007 | —       |
|                | с | -0,113 | 0,037 | -0,0014 | —      | -0,506  | 0,147 | -0,004  | —       |
| Слабое         | ш | -0,829 | 0,169 | -0,0042 | —      | -0,649  | 0,096 | -0,0002 | —       |
|                | с | -0,484 | 0,100 | -0,003  | —      | -0,583  | 0,296 | -0,006  | —       |
| Среднее        | ш | -0,766 | 0,233 | -0,0057 | —      | -0,754  | 0,365 | -0,006  | —       |
|                | с | -0,074 | 0,065 | -0,001  | —      | -0,711  | 0,458 | -0,008  | —       |
| Хорошее        | ш | -1,303 | 0,344 | -0,0083 | —      | -1,261  | 0,575 | -0,012  | 0,0001  |
|                | с | -0,248 | 0,024 | -0,001  | —      | -1,021  | 0,664 | -0,012  | 0,0001  |
| Обильное       | ш | -1,414 | 0,400 | -0,009  | 0,0001 | -2,024  | 0,802 | -0,018  | 0,0001  |
|                | с | 0,261  | 0,041 | 0,001   | —      | 0,871   | 0,427 | 0,002   | -0,0001 |
| Очень обильное | ш | -0,752 | 0,379 | -0,0072 | —      | -2,431  | 0,946 | -0,022  | 0,0002  |
|                | с | -0,365 | 0,169 | -0,0034 | —      | -0,632  | 0,863 | -0,013  | 0,0001  |

\* Для всех формул связи парный коэффициент корреляции высокий и варьирует от 0,796 до 0,989.

Количество плодоносящих деревьев колеблется от 11 до 404 шт. Максимальный урожай отмечен в типе леса можжевельник затененных румбов (7 Мж. выс 3 Мж. тяж ед. Д+Яс), сомкнутость крон 0,7. Количество плодоносящих деревьев 310 шт. Урожай шишкочкогод в этом насаждении составил 750,8 тыс. шт/га, или 302 кг/га. У можжевельника тяжелопыхучего в этом же типе леса урожай шишкочкогод был более 300 тыс. шт/га, или 110—169 кг/га.

У можжевельника красного урожай ниже — 56—220 тыс. шишкочкогод на 1 га, или 4—61 кг/га. Число плодоносящих деревьев колебалось от 14 до 172 шт/га [20]. Можжевельник твердый в семенные годы на одно дерево продуцирует 0,15 кг, или 1,5 тыс. шт. шишкочкогод, т. е. до 20 кг/га.

Весьма важным является вопрос о классификации деревьев в натуре по категориям плодоношения и определение их урожая. Данный вопрос решается с учетом распределения шишкочкогод по кроне арчи и коэффициента вариации. На западной стороне средней части кроны концентрируется среднее количество шишкочкогод всей кроны. Поэтому именно в этой части кроны подсчитывают количество шишкочкогод на двух-трех 1-метровых квадратах и усредненные данные сопоставляются с показателями табл. 16, в которой приводится среднее количество шишкочкогод на 1 м<sup>2</sup> кроны в зависимости от вида арчи и категории плодоношения.

16. Количество шишкочкогод различных видов арчи на 1 м<sup>2</sup> поверхности кроны по категориям плодоношения

| Плодоношение             | Крона арчи     |              |               |
|--------------------------|----------------|--------------|---------------|
|                          | полушаровидной | зеравшанской | туркестанской |
| Очень слабое . . . . .   | 0—80           | 0—70         | 0—60          |
| Слабое . . . . .         | 81—160         | 71—140       | 61—120        |
| Среднее . . . . .        | 161—240        | 141—210      | 121—180       |
| Хорошее . . . . .        | 241—320        | 211—280      | 181—240       |
| Обильное . . . . .       | 321—400        | 281—350      | 241—300       |
| Очень обильное . . . . . | >400           | >350         | >300          |

Измерив диаметр ствола и определив категорию плодоношения, находим количество и массу шишкочкогод и семян деревьев со средней по размерам кроной (см. табл. 15). Показатели урожая деревьев первой и третьей категорий по размерам кроны определяют по формулам

$$P_I = P_{II} + \frac{P_v - P_{II}}{2}; \quad P_{III} = P_{II} - \frac{P_v - P_{II}}{2},$$

где  $P_I$ ,  $P_{II}$  и  $P_{III}$  — количество (масса) шишкочкогод, семян для деревьев первой, второй и третьей категорий по размерам кро-

ны;  $P_n$  — количество (масса) шишкочког, семян последующей более высокой категории плодоношения.

Между диаметром стволов на высоте груди и количественной продуктивностью деревьев различных видов арчи по каждой категории плодоношения наблюдается положительная высокая тесная связь. Коэффициент корреляции колеблется от  $0,86 \pm 0,002$  до  $0,99 \pm 0,003$ .

Плодоношение насаждений арчи зависит от распределения плодоносящих деревьев по категории плодоношения. Для всех насаждений арчи полушаровидной общей закономерностью является резкое уменьшение количества шишкочког на второй год. Это явление связано в основном с опадением части зараженных вредителями и недоразвитых шишкочког в первый год. К осени второго года у арчи полушаровидной в среднем сохраняется от завязи 15%, а у туркестанской 24% шишкочког.

Урожайность насаждений арчи полушаровидной коррелирует с быстротой роста деревьев, богатством и влажностью почвы. В одних и тех же насаждениях в различные годы наблюдается разное сочетание деревьев по категориям плодоношения. По данным В. Г. Шевченко [47], за 17 лет в насаждениях арчи полушаровидной обильное плодоношение наблюдалось 4 раза (24% случаев), среднее 5 раз (29%) и слабое 8 (47%), у арчи зеравшанской вспышки плодоношения были в 1961, 1965 и 1974 гг., т. е. они наступали на 1—2 (3) года позже, чем у предыдущего вида.

Если на богатых почвах южных склонов в теплых, хорошо освещенных местообитаниях в течение 1959—1975 гг. хороший урожай повторился на третий год, то на богатых влажных почвах в холодных, слабее освещенных местах северных склонов высокоурожайный год повторился только через 7 лет. При этом урожайные годы на южных и северных склонах в первом случае совпали, во втором нет. Следовательно, цикличность урожайных лет в разных типах леса разная, и вследствие этого годы обильных урожаев по типам леса могут не совпадать. При этом в более богатых, хорошо освещенных местообитаниях урожайные годы бывают чаще, а на более бедных, плохо освещенных — значительно реже. На очень крутых северных склонах с бедными маломощными каменистыми почвами обильных урожаев вообще не наблюдалось. Это связано с тем, что в оптимальных для роста и развития лесорастительных условиях растения могут в короткий период восполнять затраченное на плодоношение огромное количество питательных веществ, в то время как в жестких условиях на это требуется больший промежуток времени.

На процессы закладки генеративных почек и плодоношение арчи в целом на пологих склонах положительное влияние оказывает, вероятно, кроме общей освещенности, увеличение ультрафиолетовой радиации. Значительный теоретический интерес



представляет совпадение года закладки генеративных органов очень обильного повсеместного урожая арчи с максимумом солнечной активности 11-летнего цикла 1957 и 1969 гг. Активизация процессов плодоношения арчи на Тянь-Шане в период максимального подъема солнечной активности — вполне закономерное явление, обусловленное, видимо, воздействием усиленных ультрафиолетовых, радиоактивных и корпускулярных излучений и опосредствованным влиянием через изменение климатических факторов.

В плодоношении можжевельниковых лесов наблюдаются как общие депрессии и экспрессии, охватывающие весь пояс арчевников, так и частные — распространяющиеся лишь на отдельные районы, формации и типы леса.

В насаждениях арчи туркестанской наибольшее количество деревьев высоких классов плодоношения во все годы наблюдалось на южных и близких к ним склонах. Они преобладали на денудационных террасах, пологих склонах и западинах, ориентированных на юг и восток, с богатыми мощными почвами. На крутых северных склонах, особенно в высокополотных насаждениях, плодоношение было слабым. Покатые склоны и поймы рек в этом отношении занимали среднее положение.

В субальпийском подпоясе у стланиковой и полустланиковой форм арчи туркестанской (криволесье) плодоношение хуже, чем на более низких высотах, однако в защищенных от ветра местах у скал южной ориентации еще встречаются хорошо развитые, обильно плодоносящие растения без признаков угнетения. Данное природное явление названо нами скальным эффектом. Оно объясняется следующими причинами. Скалы, выполняя роль экрана, предохраняют растения от ветра и тем самым от зимнего высухания и обмерзания. Стекающая с них вода, обогащенная минеральными и органическими частицами местного и эолового происхождения, повышает влажность и богатство почвы. Нагреваясь, скалы создают около себя более благоприятный тепловой режим в холодных условиях высокогорья, а отраженные от них лучи, в том числе и ультрафиолетовые, увеличивают световой эффект.

У арчи зеравшанской плодоношение по типам леса несколько иное, чем у предыдущих видов. Наибольшее количество деревьев высоких классов плодоношения встречается в арчевнике нижнегорном прирусловом и несколько меньше — на террасах, пологих и нижних частях покатых склонов, т. е. в лесорастительных условиях с лучшим режимом увлажнения.

В плодоношении древостоев всех видов арчи как по годам, так и в зависимости от типов леса наблюдается сильная вариация, поэтому они разделены нами в зависимости от количества шишковых почек на шесть категорий: насаждения с очень слабым, слабым, средним, хорошим, обильным и очень обильным плодоношением. Модели количественных показателей плодоношения

по видам арчи и категории плодоношения представлены в табл. 17. По моделям, составленным для арчи полушаровидной, могут быть проведены приближенные расчеты урожая крымских и кавказских можжевельников, а по моделям арчи зеравшанской — можжевельника туркменского.

По количеству шишкочегод и семян на 1 га насаждений наиболее продуктивным видом является арча полушаровидная, затем зеравшанская и на последнем месте находится арча туркестанская. В то же время по массе шишкочегод и семян на 1 га древостоев наибольшей семенной продуктивностью отличается арча туркестанская, что связано с большой массой шишкочегод и семян этого вида. На втором месте находится арча зеравшанская и на третьем — полушаровидная.

Для выбора семенных участков необходимо знать возраст максимального плодоношения насаждений. Для решения этого вопроса графическим методом проанализированы данные по плодоношению всех пробных площадей. Наиболее рано (70—100 лет) максимальное плодоношение наступает у арчи зеравшанской в арчевнике нижнегорном прирусловом, у арчи полушаровидной (80—100 лет) в арчевнике среднегорном пологих южных склонов и у туркестанской (140—160 лет) в арчевнике высокогорном пологих южных склонов. Наиболее позднее максимальное плодоношение наблюдается у всех видов арчи в арчевниках скальных (240—280 лет). Арче полушаровидной, зеравшанской и туркестанской присуща единая закономерность: чем лучше лесорастительные условия, тем раньше наступает максимальное плодоношение. В лучших же лесорастительных условиях наблюдается наилучшее и более частое плодоношение.

Наибольшее количество шишкочегод и семян всех видов арчи с 1 га отмечается в насаждениях с сомкнутостью крон 0,4—0,5. На отдельно стоящих деревьях и редирах плодоношение хорошее, однако в связи с уменьшением количества деревьев урожай с 1 га снижается. Кроме того, в редирах несколько ухудшаются условия для опыления, в результате чего увеличивается пустозерность семян. При выборе семенных участков необходимо учитывать возраст, полноту и тип леса. При этом количество и массу шишкочегод можно определять по разработанным моделям (см. табл. 17), установив сначала средний диаметр и категорию плодоношения древостоя.

Категорию плодоношения насаждения устанавливают следующим образом. В естественных ступенях толщины 0,7—1,4, где сконцентрировано более половины урожая семян, определяют среднее количество шишкочегод на 1 м<sup>2</sup> поверхности кроны нескольких учетных деревьев, взятых статистическим методом (каждое третье плодоносящее дерево). Необходимое количество учетных деревьев рассчитывают исходя из среднего коэффициента вариации шишкочегод в естественных ступенях 0,7—1,4, равного 32,0%. Для практических целей при оценке урожая с

17. Изменения количества и массы шишкоягод (ш) и семян (с) арчевников со средним диаметром насаждений  $D$  в зависимости от категории плодоношения \*

| Вид арчи            | Плодоношение насаждений | $\frac{\text{ш}}{\text{с}}$ | Масса, кг                                |                        |        |         | Количество, тыс. шт. |                        |         |       |
|---------------------|-------------------------|-----------------------------|--|------------------------|--------|---------|----------------------|------------------------|---------|-------|
|                     |                         |                             | Формула связи $M = a + bD + cD^2 + dD^3$ |                        |        |         |                      |                        |         |       |
|                     |                         |                             | свободный член $a$                       | коэффициенты $b, c, d$ |        |         | свободный член $a$   | коэффициенты $b, c, d$ |         |       |
| $D$                 | $D^2$                   | $D^3$                       |  | $D$                    | $D^2$  | $D^3$   |                      |                        |         |       |
| Полушаро-<br>видная | Очень слабое            | ш                           | -7,123                                   | 3,914                  | -0,087 | 0,0005  | -52,405              | 21,541                 | -0,357  | —     |
|                     |                         | с                           | -0,981                                   | 0,748                  | -0,018 | 0,0002  | -264,646             | 78,839                 | -2,618  | 0,032 |
|                     | Слабое                  | ш                           | -86,972                                  | 22,097                 | -0,808 | 0,0105  | -150,942             | 64,623                 | -1,081  | —     |
|                     |                         | с                           | -28,617                                  | 5,916                  | -0,211 | 0,0026  | -886,998             | 250,004                | -8,459  | 0,103 |
|                     | Среднее                 | ш                           | -133,103                                 | 33,551                 | -1,135 | 0,0136  | -283,425             | 112,213                | -1,909  | —     |
|                     |                         | с                           | -24,911                                  | 7,110                  | -0,241 | 0,0029  | -1788,414            | 462,902                | -16,479 | 0,211 |
|                     | Хорошее                 | ш                           | -128,116                                 | 38,828                 | -1,230 | 0,014   | -392,074             | 155,278                | -2,607  | —     |
|                     |                         | с                           | -31,099                                  | 8,417                  | -0,237 | 0,0023  | -3357,832            | 847,563                | -35,996 | 0,553 |
|                     | Обильное                | ш                           | -226,444                                 | 56,859                 | -1,833 | 0,021   | -583,716             | 209,578                | -3,600  | —     |
|                     |                         | с                           | -58,166                                  | 14,672                 | -0,520 | 0,0066  | -3608,414            | 898,313                | -32,422 | 0,415 |
|                     | Очень обильное          | ш                           | -339,765                                 | 78,129                 | -2,609 | 0,030   | 1188,102             | 52,724                 | 0,411   | —     |
|                     |                         | с                           | -83,703                                  | 18,743                 | -0,632 | 0,0074  | -4751,000            | 1211,250               | -46,070 | 0,593 |
| Зеравшан-<br>ская   | Очень слабое            | ш                           | 0,985                                    | 2,488                  | 0,007  | -0,0012 | -151,964             | 29,257                 | -1,069  | 0,014 |
|                     |                         | с                           | -5,459                                   | 1,617                  | -0,027 | —       | -223,744             | 51,453                 | -1,577  | 0,016 |
|                     | Слабое                  | ш                           | -74,740                                  | 19,856                 | -0,606 | 0,0064  | -464,484             | 110,066                | -5,435  | 0,097 |
|                     |                         | с                           | -31,126                                  | 7,731                  | -0,249 | 0,0029  | -963,728             | 231,156                | -10,821 | 0,190 |

Туркестан-  
ская

|                |   |          |        |        |         |           |         |         |         |
|----------------|---|----------|--------|--------|---------|-----------|---------|---------|---------|
| Среднее        | ш | -134,598 | 35,004 | -1,146 | 0,0134  | -509,350  | 114,637 | -3,972  | 0,049   |
|                | с | -14,080  | 5,691  | -0,033 | -0,0011 | -763,906  | 199,316 | -5,287  | 0,042   |
| Хорошее        | ш | -182,457 | 45,570 | -1,360 | 0,014   | -479,448  | 125,188 | -3,905  | 0,044   |
|                | с | 15,268   | 1,607  | 0,224  | -0,0054 | -1179,982 | 316,949 | -10,223 | 0,117   |
| Обильное       | ш | -266,167 | 65,941 | -2,204 | 0,026   | -699,707  | 172,773 | -5,527  | 0,063   |
|                | с | -81,432  | 21,444 | -0,669 | 0,0073  | -1696,105 | 416,742 | -12,876 | 0,137   |
| Очень обильное | ш | -272,092 | 70,555 | -2,116 | 0,022   | -1020,129 | 246,242 | -8,551  | 0,103   |
|                | с | -91,651  | 24,303 | -0,702 | 0,0069  | -1857,258 | 497,688 | -17,445 | 0,279   |
| Очень слабое   | ш | -19,398  | 6,542  | -0,197 | 0,0021  | -6,785    | 7,875   | -0,104  | -0,0006 |
|                | с | -3,549   | 1,689  | -0,017 | 0,0003  | -89,507   | 23,015  | -0,737  | 0,008   |
| Слабое         | ш | -58,737  | 17,457 | -0,448 | 0,0038  | -196,349  | 49,836  | -1,615  | 0,019   |
|                | с | -23,693  | 7,695  | -0,216 | 0,0021  | 317,067   | -35,025 | 3,142   | -0,060  |
| Среднее        | ш | -85,215  | 31,777 | -0,926 | 0,0102  | -475,757  | 113,547 | -4,614  | 0,066   |
|                | с | -58,612  | 14,816 | -0,424 | 0,0041  | -488,063  | 115,816 | -3,821  | 0,045   |
| Хорошее        | ш | -232,443 | 55,145 | -1,742 | 0,019   | -429,186  | 109,656 | -3,369  | 0,036   |
|                | с | -90,249  | 22,507 | -0,697 | 0,0075  | -561,791  | 143,563 | -4,498  | 0,050   |
| Обильное       | ш | -223,932 | 59,793 | -1,732 | 0,017   | -466,992  | 122,188 | -3,237  | 0,028   |
|                | с | -119,834 | 27,879 | -0,808 | 0,0081  | -711,212  | 185,016 | -5,829  | 0,065   |
| Очень обильное | ш | -265,339 | 71,867 | -2,073 | 0,021   | -618,617  | 166,429 | -5,293  | 0,061   |
|                | с | -119,440 | 32,191 | -0,986 | 0,0108  | -556,199  | 163,719 | -3,546  | 0,019   |

\* Для всех формул связи парный коэффициент корреляции высокий. Он варьирует от 0,768 до 0,976.

точностью до 10% необходимо определить категорию плодоношения у 10 деревьев. При научных работах, требующих точности не ниже 5%, учет необходимо произвести на 40 деревьях.

Прогноз урожая на следующий год составляют по количеству шишкоягод первого года с учетом процента зараженности и пустозерности семян. У всех видов арчи процент здоровых семян весьма незначителен. Он составляет в среднем всего 10—20%. Причем в годы обильных урожаев доброкачественность семян значительно повышается и достигает 60%, в то время как в неурожайные годы количество здоровых семян составляет всего 1—10%.

При планировании заготовки семян исходя из необходимого количества сеянцев следует предварительно провести обследование насаждений на зараженность шишкоягод вредителями, определив выход здоровых семян и их массу. При этом учитывается выход семян из шишкоягод, составляющий (%): у арчи туркестанской 35, полушаровидной 25—30 и у зеравшанской 15—20, у можжевельников красного 25—27, высокого и тяжелопахучего 20—22.

Для механизированной обработки шишкоягод рекомендуется машина конструкции Ф. И. Сергеевкова [20]. За 7 ч она перерабатывает 220 кг шишкоягод. Экономическая эффективность при этом повышается в 10 раз.

### Естественное возобновление арчи

Характер возобновительного процесса в различных формациях арчи и экологических условиях протекает неодинаково. У можжевельников зеравшанского, полушаровидного, туркменского, высокого, тяжелопахучего, красного многоплодного и твердого наблюдается только семенное возобновление; в насаждениях древовидной формы арчи туркестанской в высокогорных условиях Тянь-Шаня происходит как семенное, так и вегетативное. В стланиковых зарослях можжевельников туркестанского, ложноказацкого, казацкого, сибирского, прибрежного, даурского и китайского превалирует отводковое. Некоторые исследователи указывают на порослевое возобновление арчи от пня. За пневую поросль принимают оставшиеся ветви.

Шишкоягоды арчи при осыпании в основном остаются на почве в пределах проекции крон, и лишь небольшая часть их скатывается вниз, разносится тальми водами, животными и птицами. В связи с этим основная масса всходов и самосева концентрируется под кронами женских деревьев, в результате чего распределение подроста по площади весьма неравномерное. Поэтому при исследовании естественного возобновления арчи выборочным методом на площадках различной величины лучшие (более точные) результаты получены нами при учете самосева на

площадках размером 600 м<sup>2</sup>. Учет самосева удобнее проводить на удлинённых учетных площадках размером 60×10 м, располагая их длинной стороной по горизонтам склона. Количество площадок при этом должно быть не менее трех.

Опавшие на землю шишкоягоды концентрируются в основном под материнскими и рядом с материнскими деревьями или, скатываясь вниз по склону, задерживаются в микропонижениях, у камней, пней и т. д. Немногие из них попадают в благоприятные для прорастания условия, такие, как влажная лесная подстилка или мох. Здесь в летний период смолистый околоплодник шишкоягод разрушается и семена проходят подготовку к прорастанию. В этот период они набухают, в твердой оболочке образуется трещина и семена наклеиваются. Для дальнейшего роста наклюнувшиеся семена нуждаются в пониженных температурах (около +5° С). Этот холодный период должен длиться 80—90 дней. После этого семена арчи начинают прорастать. Второй этап подготовки семян к прорастанию заканчивается весной.

В зависимости от района, специфики погодных условий года, высоты над уровнем моря и экспозиции склона всходы арчи появляются в мае — июле. Раньше они прорастают в южных районах, на небольших высотах, хорошо прогреваемых склонах. В редицах всходы концентрируются в местах, защищенных кронами арчи и кустарников, у пней, валежника и валунов. В высокополнотных насаждениях они распределяются по площади более равномерно. В случае сочетания всех благоприятных факторов период от заложения генеративных почек до появления всходов в естественных условиях у арчи составляет около 4 лет.

Количество всходов зависит от многих факторов. В первую очередь естественное возобновление арчи, так же как и у других древесных пород, зависит от экологических условий и полноты насаждений. Основное количество всходов лесообразующих видов можжевельников появляется в наиболее сомкнутых древостоях и достигает в отдельные годы значительной величины (до 15 тыс. шт/га). В среднем количество их насчитывает 3—4 тыс. шт/га. Количество подроста в насаждениях можжевельника высокого варьирует от 0,1 до 4,7 тыс. шт/га, можжевельника красного от 0,1 до 8,0 тыс. шт/га и острошешуйчатого от 0,1 до 0,8 тыс. шт/га [20, 22]. Снижение полноты насаждения отрицательно сказывается на возобновлении этих видов можжевельника.

В связи с недостатком влаги, значительной солнечной инсоляцией, световым «голоданием», поражением всходов фузариозом и можжевельоядником [20, 22], конкуренцией травянистой растительности происходит отпад самосева. Интенсивность и характер его зависят от биологических особенностей растений и комплекса экологических факторов. Всходы арчи представляют собой нежные, травянистые растеньица с одной парой зеленых

семядолей и несколькими игловидными хвоинками. Семядоли имеют линейную форму 15—20 мм длины и 2,0—2,5 мм ширины. Первые хвоинки игловидные, 6—8 мм длины и 1,0—1,5 мм ширины.

В первый год всходы вырастают до 2—3 см высоты. Корневая система их достигает 10—15 см. В первый год состояние всходов целиком зависит от осадков вегетационного периода. В поясе распространения арчевников в июле—августе наступает засушливый период, продолжающийся до октября. Во время засухи обычно погибает 80—90% всходов. Лишь в годы с влажным летом отпад всходов снижается до 40—50%. Этот процесс продолжается и на второй год. Здоровый самосев может считаться вполне жизнестойким, способным в конечном итоге заменить старый древостой, т. е. перейти в категорию подроста (по определению лесоводов) после того, как достигнет высоты 20 см и более. Поэтому при лесоустройстве учитывается и принимается в различного рода расчеты только подрост арчи, достигший высоты 20 см и более. Возраст таких экземпляров различных видов арчи в зависимости от экологических условий колеблется от 5 до 25 лет.

В жизни подроста арчи наблюдаются два периода развития: теневой и световой. Причем у можжевельников зеравшанского, туркменского теневой период продолжается до 3—5 лет, у полушаровидного, красного, высокого и тяжелопахучего до 12—15 лет и туркестанского и ложноказацкого до 20—25 лет. После окончания теневого периода подрост арчи под материнским пологом испытывает угнетение, приобретает вид «торчков» и постепенно погибает. В теневом же периоде растения весьма чувствительны к влажности воздуха и почвы. В годы с повышенным количеством осадков, в остепненных арчевниках количество погибших всходов составляет около 40%, а в засушливые — до 90% и более. В высокогорном и субальпийском подпоясе, а также на затененных влажных северных склонах среднегорного подпояса определяющая роль осадков несколько снижается. Вышеперечисленные факторы определяют количество и различную возрастную структуру подроста арчи по типам леса.

Сравнительно небольшой отпад и в связи с этим значительное количество подроста более старшего возраста наблюдаются в насаждениях можжевельника красного и высокого на Кавказе, а в Средней Азии у арчи туркестанской. На Кавказе в арчевниках южных склонов в среднем на возрастную группу до 5 лет приходится 44% общего количества самосева, а по затененным склонам к этой же группе относится 60%; в отдельных группах насчитывается в среднем 1 тыс. экземпляров подроста.

В средне- и нижнегорном подпоясах Тянь-Шаня и Памира в высокополнотных насаждениях I—II бонитетов арчевников террас, пологих и нижних частей покатых склонов под пологом леса наблюдается большое количество самосева в возрасте 2—

5 лет, однако к 6—10-летнему возрасту остается лишь незначительное число растений. На основании обобщения полученной информации по возобновлению арчи с учетом естественной редкостойности для арчевников Тянь-Шаня нами разработана шкала по оценке возобновления: до 500 шт/га — возобновление отсутствует; 501—1000 шт/га — слабое; 1001—2000 шт/га — удовлетворительное и более 2000 шт/га — хорошее. Для оценки учитывается только жизнеспособный подрост высотой более 20 см. От угнетенного подростка к жизнеспособному относится 50%.

В 1965 г. при лесоустройстве основного массива арчевников северного склона Туркестанского хребта на площади 164,8 тыс. га насаждения различных видов арчи распределились по этой шкале следующим образом (табл. 18).

18. Возобновление лесобразующих видов арчи под пологом леса

| Группа сомкнутости крон | Вид арчи       | Обследованная площадь, га | Возобновление |        |                    |         |
|-------------------------|----------------|---------------------------|---------------|--------|--------------------|---------|
|                         |                |                           | отсутствует   | слабое | удовлетворительное | хорошее |
| 0,3—0,5                 | Полушаровидная | 23127                     | 14321*        | 7677   | 1116               | 13      |
|                         |                |                           | 62,0          | 33,2   | 4,7                | 0,1     |
|                         | Туркестанская  | 35057                     | 26754         | 7264   | 964                | 75      |
|                         |                |                           | 76,0          | 21,0   | 2,8                | 0,2     |
|                         | Зеравшанская   | 4687                      | 3829          | 638    | 193                | 27      |
|                         |                |                           | 81,7          | 13,6   | 4,1                | 0,6     |
| Итого                   | 62871          | 44904                     | 15579         | 2273   | 115                |         |
|                         |                | 71,3                      | 24,9          | 3,6    | 0,2                |         |
| 0,6—0,7                 | Полушаровидная | 5762                      | 2778          | 2456   | 522                | 6       |
|                         |                |                           | 48,4          | 42,5   | 9,0                | 0,1     |
|                         | Туркестанская  | 7435                      | 4723          | 2243   | 462                | 7       |
|                         |                |                           | 63,2          | 30,5   | 6,2                | 0,1     |
|                         | Зеравшанская   | 831                       | 510           | 286    | 35                 | —       |
|                         |                |                           | 61,3          | 34,5   | 4,2                | —       |
| Итого                   | 14028          | 8011                      | 4985          | 1029   | 13                 |         |
|                         |                | 57,4                      | 35,2          | 7,3    | 0,1                |         |
| 0,8—1,0                 | Полушаровидная | 2815                      | 1670          | 693    | 422                | 30      |
|                         |                |                           | 59,4          | 24,6   | 15,0               | 1,0     |
|                         | Туркестанская  | 2915                      | 1712          | 874    | 321                | 8       |
|                         |                |                           | 58,7          | 30,0   | 11,0               | 0,3     |
|                         | Зеравшанская   | 135                       | 82            | 53     | —                  | —       |
|                         |                |                           | 62,0          | 38,0   | —                  | —       |
| Итого                   | 5865           | 3464                      | 1620          | 743    | 38                 |         |
|                         |                | 58,9                      | 27,7          | 12,7   | 0,7                |         |



| Группа сомкнутости крон | Вид арчи       | Обследованная площадь, га | Возобновление |        |                    |         |
|-------------------------|----------------|---------------------------|---------------|--------|--------------------|---------|
|                         |                |                           | отсутствует   | слабое | удовлетворительное | хорошее |
| В целом по району       | Полушаровидная | 31704                     | 18769         | 10826  | 2060               | 49      |
|                         |                |                           | 58,9          | 34,4   | 6,5                | 0,2     |
|                         | Туркестанская  | 45407                     | 33189         | 10381  | 1747               | 90      |
|                         |                |                           | 73,3          | 22,8   | 3,7                | 0,2     |
|                         | Зеравшанская   | 5653                      | 4421          | 977    | 228                | 27      |
|                         |                |                           | 78,0          | 17,2   | 4,2                | 0,5     |
|                         | Всего          | 82764                     | 56379         | 22184  | 4035               | 166     |
|                         |                |                           | 68,0          | 26,8   | 4,9                | 0,3     |

Примечание. В числителе — площадь, га, в знаменателе — то же, %.

У всех лесобразующих видов арчи в Южном Тянь-Шане возобновление улучшается в более высокополнотных насаждениях (см. табл. 18). Так, если в арчевниках сомкнутостью крон 0,3—0,5 площадь с удовлетворительным возобновлением в среднем составляет всего 3,6%, то при полноте 0,6—0,7 — 7,3%, а при сомкнутости крон 0,8—1,0 увеличивается до 12,7%. У более засухоустойчивой и теплолюбивой арчи зеравшанской, образующей, как правило, редкостойные насаждения, в высокополнотных древостоях при сомкнутости крон 0,8—1,0 естественное возобновление резко ухудшается. Это связано прежде всего с высоким светолюбием подроста арчи зеравшанской, который с 3—5-летнего возраста не выносит затенения и погибает от светового голодания. Это же наблюдается и у арчи туркменской в Копетдаге. Особенно резко увеличивается количество подроста в арчевниках при увеличении сомкнутости крон в пределах от 10 до 40% (табл. 19).

19. Среднее количество жизнеспособного подроста лесобразующих видов арчи в насаждениях с разной сомкнутостью полога, шт/га (северный склон Туркестанского хребта)

| Сомкнутость полога, % | Экспозиция склонов |     |     |     |     | Сомкнутость полога, % | Экспозиция склонов |     |     |     |     |
|-----------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|
|                       | С                  | СЗ  | СВ  | З   | В   |                       | С                  | СЗ  | СВ  | З   | В   |
| 10                    | 100                | —   | —   | —   | —   | 30                    | 600                | 570 | 450 | 400 | 350 |
| 15                    | 150                | 50  | —   | —   | —   | 35                    | 800                | 700 | 600 | 550 | 480 |
| 20                    | 200                | 175 | 125 | 200 | 50  | 40                    | 1000               | 900 | 800 | 670 | —   |
| 25                    | 400                | 350 | 300 | 250 | 200 |                       |                    |     |     |     |     |

В целом в редицах и низкополотных насаждениях арчи на северных склонах подроста больше, чем на других. С увеличением крутизны склонов северной, северо-западной, северо-восточной и западной экспозиций количество жизнеспособного подроста арчи зеравшанской, полушаровидной и туркестанской на Туркестанском хребте уменьшается [7]. При крутизне склона  $25^{\circ}$  количество подроста составило в среднем 650 шт/га, при  $30^{\circ}$  550 шт/га, при  $35^{\circ}$  400 шт/га и при  $40^{\circ}$  300 шт/га. Это обусловлено тем, что на крутых склонах формируется маломощная бедная почва.

На возобновительный процесс в арчевниках сильное отрицательное влияние оказывает нерегулируемая пастьба скота. Скот вытаптывает и объедает самосев арчи. Кроме того, при большой пастбищной нагрузке почва уплотняется до 2,5 раза, уменьшаются ее порозность, влагоемкость и фильтрационные свойства. Подстилка и травяной покров уничтожаются, дерновый горизонт разрушается. Это вызывает поверхностный сток и смыв почвы в арчевниках, что подтверждается опытами, проведенными на северном склоне Южного Тянь-Шаня на высоте 2600—2700 м над ур. м. (табл. 20).

20. Влияние интенсивного выпаса скота на водно-физические свойства горно-лесной коричнево-бурой почвы арчевников

| Режим                | Крутизна склона, град. | Объемная масса почвы, г/см <sup>3</sup> , слой 0—10 см | Поверхностный сток, мм | Инфильтрация, мм/мин | Смыв почвы, т/га |
|----------------------|------------------------|--|------------------------|----------------------|------------------|
| Без выпаса . . . . . | 8—12                   | 0,62   | 11,8                   | 2,76                 | 0,060            |
|                      | 8—12                   | 0,27   | 20,3                   | 2,36                 | 0,074            |
|                      | 28                     | 0,56   | 19,2                   | 2,13                 | 0,135            |
| С выпасом . . . . .  | 8—10                   | 0,86   | 59,0                   | 1,13                 | 0,291            |
|                      | 8—12                   | 0,60   | 52,1                   | 1,25                 | 0,096            |
|                      | 28                     | 0,83   | 76,2                   | 0,43                 | 10,23            |

На сильно эродированных крутых склонах смыв почвы достигает 210—250 т/га. В арчевниках с интенсивным выпасом скота количество самосева сокращается в 2—4 раза (табл. 21). Поверхностная корневая система арчи повреждается, и подрост погибает, происходит изреживание, а в конечном итоге и гибель насаждений. Нередко естественное возобновление вообще отсутствует.

В табл. 21 приводятся средние данные для арчевников с сомкнутостью полога 0,2—0,3 по восточной части Туркестанского хребта. Однако эта информация характерна для можжевельных лесов в целом. Аналогичные данные были получены В. М. Жириным [13] при лесоустройстве арчевников Копетдага.

Из среднеазиатских видов лучшее возобновление в редицах, на вырубках, прогалинах и гарях наблюдается у арчи полуша-

21. Влияние интенсивного выпаса скота на естественное возобновление арчи на склонах различной экспозиции [7]

| Режим                           | Количество жизнеспособного подроста, шт/га, на склонах |      |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                 | С  | СЗ   | СВ  | З   | В   | ЮЗ  | ЮВ  | Ю   |
| Без выпаса . . . . .            | 1500   | 1000 | 700 | 500 | 400 | 350 | 325 | 300 |
| С интенсивным выпасом . . . . . | 400  | 350  | 300 | 250 | 200 | 175 | 150 | 130 |

ровидной, худшее у арчи зеравшанской и туркменской (табл. 22). Значительное количество подроста арчи полушаровидной и туркестанской на вырубках обусловлено главным образом предварительным возобновлением.

22. Естественное возобновление арчи в редицах, на вырубках, прогалинах и гарях  
(данные лесоустройства, северный склон Туркестанского хребта)

| Категория площадей | Вид арчи       | Обследованная площадь, га | Ход возобновления |        |                    |         |
|--------------------|----------------|---------------------------|-------------------|--------|--------------------|---------|
|                    |                |                           | отсутствует       | слабое | удовлетворительное | хорошее |
| Редины             | Полушаровидная | 21284                     | 15371             | 5542   | 338                | 33      |
|                    |                |                           | 32,0              | 26,0   | 1,6                | 0,4     |
|                    | Туркестанская  | 27674                     | 22501             | 4866   | 278                | 29      |
|                    |                |                           | 81,5              | 17,5   | 1,0                | 0,01    |
|                    | Зеравшанская   | 9691                      | 9015              | 602    | 74                 | —       |
|                    |                |                           | 93,1              | 6,1    | 0,8                | —       |
| Итого              | 58649          | 46887                     | 11010             | 690    | 62                 |         |
|                    |                | 80,0                      | 18,8              | 1,1    | 0,1                |         |
| Гари               | Полушаровидная | 115                       | 34                | 37     | 44                 | —       |
|                    |                |                           | 29,5              | 32,2   | 38,3               | —       |
|                    | Туркестанская  | 33                        | 19                | 12     | —                  | 2       |
|                    |                |                           | 57,4              | 36,6   | —                  | 6,0     |
|                    | Зеравшанская   | —                         | —                 | —      | —                  | —       |
|                    |                |                           | —                 | —      | —                  | —       |
| Итого              | 148            | 53                        | 49                | 44     | 2                  |         |
|                    |                | 36,3                      | 32,8              | 29,6   | 1,3                |         |
| Прогалины          | Полушаровидная | 7845                      | 5942              | 1685   | 199                | 39      |
|                    |                |                           | 75,8              | 21,2   | 2,5                | 0,5     |
|                    | Туркестанская  | 8228                      | 6503              | 1460   | 234                | 31      |
|                    |                |                           | 79,2              | 17,6   | 2,8                | 0,4     |

| Категория площадей | Вид арчи       | Обследованная площадь, тыс. га | Ход возобновления |        |                    |         |
|--------------------|----------------|--------------------------------|-------------------|--------|--------------------|---------|
|                    |                |                                | отсутствует       | слабое | удовлетворительное | хорошее |
| По всем категориям | Зеравшанская   | 4078                           | 3872              | 153    | 53                 | —       |
|                    |                |                                | 95,3              | 3,5    | 1,2                |         |
|                    | Итого          | 20151                          | 16317             | 3278   | 486                | 70      |
|                    |                |                                | 81,0              | 16,1   | 2,4                | 0,5     |
|                    | Полушаровидная | 29556                          | 21614             | 7289   | 581                | 72      |
|                    |                |                                | 73,2              | 24,5   | 2,0                | 0,2     |
|                    | Туркестанская  | 36655                          | 29643             | 6435   | 515                | 62      |
|                    |                |                                | 80,5              | 17,5   | 1,4                | 0,6     |
|                    | Зеравшанская   | 13785                          | 12887             | 771    | 127                | —       |
|                    |                |                                | 94,0              | 5,1    | 0,9                |         |
| Всего              | 79996          | 64144                          | 14495             | 1223   | 134                |         |
|                    |                | 80,0                           | 18,2              | 1,5    | 0,3                |         |

Примечания: 1. В числителе — площадь, га, в знаменателе — то же, %.

2. В таблицу включен только благонадежный подрост высотой более 20 см.

## 5. ДОЛГОЛЕТИЕ, ВОЗРАСТНАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРЫ И СТРОЕНИЕ ДРЕВОСТОЕВ АРЧИ

Данные по распределению 7840 деревьев по возрастам на 209 пробных площадях, заложенных в различных районах и типах леса, позволили выявить возрастную и пространственную структуры и строение древостоев арчи.

Характерная особенность лесообразующих видов можжевельников — медленный рост и долголетие, что выделяет их из числа всех древесных пород СССР. Вместе с тем долголетие арчи сильно варьирует, изменяясь в зависимости от вида, индивидуальных особенностей и экологических условий от 200 до 2000 лет и более. При этом наблюдается ярко выраженная закономерность — долголетие можжевельников увеличивается с нарастанием абсолютной высоты до верхнего предела произрастания древовидной формы арчи. Так, у крымских и кавказских можжевельников, произрастающих на более низких гипсометрических уровнях, максимальное долголетие значительно ниже (до 300—500 лет), чем у среднеазиатских (до 2000 лет). Особое ме-

сто в этом отношении занимает арча туркестанская, являющаяся одним из самых долголетних растений Советского Союза. Наиболее долголетние экземпляры этого вида можжевельников встречаются в верхней границы высокогорных арчевников Тянь-Шаня и Памира.

В субальпийском поясе у верхней границы леса стланиковая форма арчи туркестанской отличается некоторым снижением долголетия. Это связано с циклическим понижением температуры в отдельные годы и периоды, достигающим летального предела и вызывающим массовую гибель стлаников. В эти периоды происходит снижение альпийской границы леса. Таким образом, наиболее долголетние деревья встречаются ниже пояса стлаников, но у самой верхней границы распространения древовидной формы арчи (в криволесье).

На одной и той же высоте долговечность всех видов можжевельников зависит от почвенно-грунтовых условий. Наиболее долголетние деревья встречаются в арчевниках гребней, крутых склонов и скальных, наименее долголетние — в арчевниках прирусловых, террас, пологих и нижних частей покатых склонов. В жестких лесорастительных условиях рост, развитие, отмирание деревьев происходят замедленными темпами, в связи с чем резко возрастает их долголетие. Однако необходимо отметить, что в местообитаниях с предельно жесткими почвенно-грунтовыми условиями (скалах) в аномально неблагоприятные годы, когда растения не обеспечиваются даже жизненно необходимым количеством влаги, тепла или питания, деревья погибают. Чаще это происходит в период жердняка.

Таким образом, наиболее долголетние деревья арчи встречаются в условиях высокогорий, в жестких, но не предельно жестких климатических и почвенно-грунтовых условиях. При этом экологический оптимум для роста и развития древесной и кустарниковой растительности не совпадает с оптимальными условиями для их долголетия. Из всех исследованных видов можжевельников наиболее долголетним является туркестанский (до 2000 лет и более), затем полушаровидный (до 1500 лет), зеравшанский (до 1000 лет), туркменский (до 700 лет), высокий (до 600 лет), красный и тяжелопахучий (до 400 лет).

В связи с долголетием лесообразующих видов можжевельников основные массивы арчевников представлены сильно разновозрастными древостоями. По амплитуде колебания возраста деревьев, составляющих древостой, характеру распределения их по группам и коэффициенту изменчивости данного признака в арчевниках выделено пять типов возрастной структуры насаждений: относительно одновозрастные, относительно разновозрастные, циклично разновозрастные, ступенчато разновозрастные и абсолютно разновозрастные.

Относительно одновозрастные древостои характеризуются колебанием возрастов деревьев в насаждении в пределах 20—

40 лет, одновершинной кривой их распределения и коэффициентом вариации до 8—10%. Относительно разновозрастные древостои отличаются одновершинной кривой распределения деревьев в насаждении, амплитудой колебания возрастов более 40 лет и коэффициентом изменчивости до 36%.

Циклично разновозрастные древостои характеризуются многовершинной кривой распределения деревьев по возрастным группам, колебаниям возрастов в пределах от 200 до 420 лет и коэффициентом изменчивости от 34 до 38%. Они представлены несколькими 20—50-летними возрастными поколениями, включающими 10—25% деревьев насаждения, коэффициент изменчивости возраста в которых составляет 10—18%.

Абсолютно разновозрастные древостои характеризуются сильной растянутостью возрастных рядов (до 300—700 лет и более) и наличием коротких 5—11-летних циклов. Ряды распределения деревьев имеют вид плавной, сильно асимметричной кривой. Ясно выраженных границ между возрастными поколениями не наблюдается. Коэффициент изменчивости взрослых деревьев достигает 69%.

Ступенчато разновозрастные древостои представлены двумя обособленными, ясно выраженными относительно разновозрастными или относительно разновозрастными поколениями, образующими самостоятельные ярусы, средний возраст которых отличается до 240 лет. Коэффициент изменчивости возраста деревьев всего древостоя достигает 53%, а отдельных поколений 9—30%.

В формациях можжевельников полушаровидного, зеравшанского, туркестанского, высокого и красного на пологих и нижних частях покатых северных склонов, поймах рек, денудационных террасах с влажными богатыми почвами формируются менее долголетние относительно разновозрастные, относительно разновозрастные и ступенчато разновозрастные двухъярусные наиболее продуктивные древостои. Между ними имеется генетическая связь. Вследствие влияния всего природно-климатического комплекса со временем один тип возрастной структуры древостоя может переходить в другой.

В средних и верхних частях покатых склонов со среднебогатыми свежими почвами формируются, как правило, относительно разновозрастные древостои, а на гребнях и крутых склонах с бедными сухими маломощными каменистыми почвами — циклично разновозрастные. В нижнегорном и среднегорном подпоясах Тянь-Шаня и Памира, а также в арчевниках Крыма и Кавказа абсолютно разновозрастные древостои не встречаются. В Крыму и на Кавказе в насаждениях можжевельников высокого, тяжелоярусного и красного наиболее часто встречаются циклично разновозрастные древостои. Причем большая разновозрастность присуща насаждениям можжевельника высокого.

В подпоясе арчи туркестанской с более прохладным и влажным климатом, чем в нижнегорном и среднегорном подпоясах, на пологих и нижних частях покатых склонов с мощными богатыми почвами формируются относительно разновозрастные древостои. Крайне холодные и влажные лесорастительные условия северных склонов высокогорного подпояса и все субальпийские арчевники представлены абсолютно разновозрастными насаждениями. Гребни, южные, восточные и западные склоны заняты, как правило, циклично разновозрастными древостоями. Этот тип возрастной структуры характерен для зарослей арчи сибирской и казацкой. Ступенчато разновозрастные насаждения в высокогорном подпоясе формируются лишь под воздействием выборочных рубок.

В можжевеловых лесах наиболее распространенными являются относительно разновозрастные, циклично разновозрастные и абсолютно разновозрастные насаждения. Относительно одновозрастные и ступенчато разновозрастные древостои, рассматриваемые нами как стадии возрастных смен арчевников нижнеили среднегорных прирусловых, террас, пологих и нижних частей покатых склонов, встречаются значительно реже. Так, из 15 пробных площадей, заложенных в можжевеловых лесах Черноморского побережья Кавказа, только на одной древостой может быть отнесен к относительно одновозрастному типу возрастной структуры.

Дендроклиматические исследования свидетельствуют о том, что возрастная структура относительно одновозрастных и ступенчато разновозрастных древостоев Тянь-Шаня тесно связана с вековым понижением солнечной активности, ибо основное количество деревьев этих насаждений появилось в период резкого понижения количества солнечных пятен (рис. 11). Сказанное подтверждается корреляционным отношением, которое для всех этих случаев имеет отрицательное значение и находится в пределах от  $-0,796 \pm 0,110$  до  $-0,539 \pm 0,031$ .

Относительно разновозрастные древостои вследствие воздействия на них, кроме вековых, 11-летних климатических циклов, имеют более низкую отрицательную связь с вековой солнечной активностью. Корреляционное отношение составляет  $-0,563 \pm 0,108$ , т. е. связь значительная.

Кривая распределения деревьев циклично разновозрастных насаждений имеет более тесную связь с кривой 11-летних и 30—40-летних циклов солнечной активности, заметно удаляясь от таковой 80-летних солнечных пятен. Корреляционное отношение в данном случае варьирует от  $-0,396 \pm 0,078$  до  $-0,512 \pm 0,103$ . Корреляция отрицательная, большей частью значительная.

В абсолютно разновозрастных древостоях формирование насаждений происходит в течение очень длительного периода. Молодое поколение, содержащее 30—50% стволов, формируется в течение 60—100 лет, остальная часть — в течение 300—600 лет

и более. Семенное и отводковое возобновления в них относительно хорошие и происходят непрерывно под воздействием 3—11-летних климатических циклов.

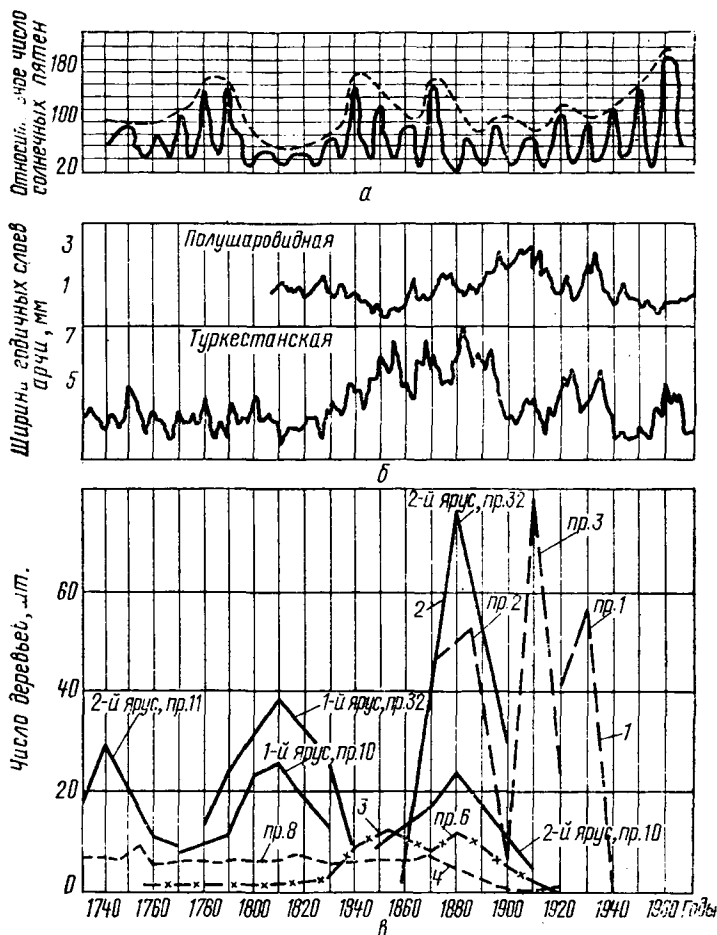


Рис. 11. Связь прироста и возрастной структуры древостоев арчи с солнечной активностью:

а — кривая солнечных пятен; б — кривая динамики прироста арчи; в — распределение деревьев в насаждениях:

1 — относительно одновозрастных; 2 — ступенчато разновозрастных; 3 — относительно разновозрастных; 4 — циклично разновозрастных

Насаждения, произрастающие в различных типах лесорастительных условий, формируются под воздействием климатических колебаний различной продолжительности и силы. В поймах рек, на пологих и нижних частях покатых склонов, денудационных террасах с богатыми влажными почвами и мощной травянистой



растительностью формирование относительно одновозрастных и каждого поколения ступенчато разновозрастных древостоев происходит в короткое время под воздействием мощных вековых, реже брикнеровских колебаний климата, обусловленных солнечной активностью. В этих условиях незначительное улучшение возобновительного процесса, вызванное 11-летними климатическими циклами, не приводит к положительному результату, ибо небольшие группы самосева не выносят конкуренции с мощной травянистой растительностью и гибнут. На гребнях и крутых склонах с бедными сухими маломощными каменистыми почвами, где отсутствует острая конкуренция между самосевом арчи и травянистой растительностью формирование циклично разновозрастных насаждений происходит под воздействием 30—40- и 11-летних климатических циклов средней мощности.

В можжевеловых лесах Черноморского побережья Кавказа насаждения представлены несколькими поколениями [22]. При закладке пробных площадей древостой условно разделен на три поколения. В первую возрастную группу отнесены экземпляры в возрасте 180—250 лет, во вторую 100—170 лет, а в третью 50—100 лет. Разница между средними возрастами поколений варьирует от 50 до 160 лет, однако чаще эта величина близка к вековой цикличности (80—110 лет), что, возможно, обусловлено влиянием на возобновительный процесс и формирование возрастной структуры насаждений можжевельников высокого, красного и тяжелопахучего вековых колебаний климата.

Строение насаждений лесообразующих видов арчи существенно не зависит от возрастной структуры и яруса древостоев. Различия в рядах распределения по типам возрастной структуры не выходят за пределы значительного варьирования числа деревьев по относительным ступеням одного типа возрастной структуры.

По строению древостоев арча туркестанская существенно отличается от полушаровидной, зеравшанской и туркменской, показатели которых близки. Наименьшей естественной ступенью для насаждений арчи полушаровидной и зеравшанской является ступень 0,3, наибольшей — 2,9; для древостоев арчи туркестанской наименьшая ступень 0,2, наибольшая 2,6.

Среднее дерево насаждений арчи полушаровидной и зеравшанской находится на 59,3% от самого тонкого и на 40,7% от самого толстого дерева, а арчи туркестанской — на 62,7% от самого тонкого и на 37,3% от самого толстого ствола.

Насаждениям всех типов возрастной структуры присуща единая закономерность: с увеличением среднего диаметра древостоя укорачиваются естественные ряды, однако в основных ступенях толщины существенной разницы в распределении деревьев не наблюдается. Максимальное количество деревьев в насаждениях всех видов арчи приходится на ступень 0,7. Основное количе-

ство их (90—91%) сконцентрировано в естественных ступенях 0,4—1,7.

Изменчивость диаметра, высоты и возраста деревьев в арчевых насаждениях зависит от возрастной структуры и типов леса. Средний коэффициент вариации по диаметру находится в пределах от 33,4 до 68,0%, по высоте от 20,8 до 36,0%, по диаметру кроны от 37,3 до 44,6%, по возрасту от 9 до 54%. Средний коэффициент изменчивости по видовому числу составляет 18,8%.

Для арчевников Копетдага были вычислены уравнения корреляционных связей между высотой  $h$ , диаметром ствола  $D$  и диаметром кроны  $D_k$  по каждой пробной площади, которые затем объединены по типам леса. Уравнения приведены в табл. 23.

23. Уравнения корреляционных связей между таксационными показателями арчи туркменской

| Тип арчевников                       | Уравнение связи      | Показатель тесноты связи | Уравнение связи     | Показатель тесноты связи |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| Разнотравный<br>Злаково-разнотравный | $h=2,40 D_k^{1/04}$  | 0,60                     | $D_k=2,35h^{0/30}$  | 0,68                     |
|                                      | $h=2,68 D_k^{0/60}$  | 0,60                     | $D_k=2,23 h^{0/40}$ | 0,61                     |
| Типчаково-по-лынный                  | $h=3,39 D_k^{0/68}$  | 0,75                     | $D_k=0,92 h^{0/06}$ | 0,74                     |
| Разнотравный<br>Злаково-разнотравный | $h=5,24 D^{0/10}$    | 0,81                     | $D=0,018 h^{4/73}$  | 0,79                     |
|                                      | $h=3,98 D^{0/07}$    | 0,73                     | $D=0,009 h^{5/15}$  | 0,67                     |
| Типчаково-по-лынный                  | $h=3,60 D^{0/06}$    | 0,76                     | $D=0,002 h^{6/55}$  | 0,72                     |
| Разнотравный<br>Злаково-разнотравный | $D=0,015 D_k^{6/31}$ | 0,73                     | $D_k=2,87 D^{0/06}$ | 0,80                     |
|                                      | $D=0,024 D_k^{7/32}$ | 0,74                     | $D_k=1,90 D^{0/06}$ | 0,76                     |
| Типчаково-по-лынный                  | $D=0,017 D_k^{7/52}$ | 0,82                     | $D_k=2,24 D^{0/07}$ | 0,81                     |

Зависимость связей в основном сильная при существенности 0,99. Варьирование таксационных элементов деревьев в арчевниках в 3—5 раз выше, чем в одновозрастных древостоях первой величины. Однако насаждения лесообразующих видов можжевельников не являются механическим смешением деревьев различных параметров и возрастов, а представляют определенное единство растений, развивающихся во взаимодействии между собой и окружающей средой. Строение их подчиняется вполне определенным, характерным для лесных биогеоценозов закономерностям, выражается числовыми величинами и изменяется во времени. Арчевникам свойственны все признаки леса, в том числе и по строению древостоев, что подтверждает правомочность выделения на Тянь-Шане, Памире, в Копетдаге, Крыму и аридных районах Кавказа пояса можжевельниковых лесов.

Закономерности строения арчевых лесов по объемообразующим элементам стволов позволяют распространить теорию среднего дерева на каждый ярус ступенчато разновозрастных насаждений и древостой в целом остальных типов возрастной структуры. В значение средних показателей по диаметру, высоте и видовому числу вкладывается вполне определенный смысл, ибо по ним с достаточной достоверностью можно определять параметры для любой ступени.

В насаждениях арчи во всех типах возрастной структуры древостоев между высотой, диаметром и возрастом существует корреляционная связь от значительной до очень высокой. При этом более высокая корреляция наблюдается в относительно одновозрастных и относительно разновозрастных насаждениях I—III бонитетов. Установленная закономерность является предпосылкой для суждения о возрасте деревьев по диаметру на высоте груди и по высоте.

Возраст  $A$  деревьев арчи туркменской может быть определен по диаметру ствола  $D$  и высоте  $h$  с помощью множественных корреляционных уравнений [13]. В арчевнике злаково-разнотравном  $A = 3,38 D + 0,5 h + 18,5$ ; коэффициент корреляции равен 0,614. В арчевнике типчаково-полынным  $A = 4,94 D + 0,8 h + 18,7$ ; коэффициент корреляции равен 0,537.

Закономерности строения можжевельников Тянь-Шаня по толщине позволяют произвести расчет величины пробных площадей по количеству деревьев, исходя из необходимой точности исследований (табл. 24).

**24. Необходимое число измерений для определения среднего диаметра древостоя с заданной точностью**

| Древостой                      | Коэффициент вариации, % | Необходимое число измерений при точности, % |     |     |    |
|--------------------------------|-------------------------|---|-----|-----|----|
|                                |                         | 2   | 3   | 5   | 10 |
| Относительно одновозрастный    | 36,5                    | 333   | 148 | 53  | 13 |
| Циклично разновозрастный       | 53,1                    | 705   | 313 | 113 | 28 |
| Относительно разновозрастный   | 58,0                    | 841   | 374 | 134 | 34 |
| Абсолютно разновозрастный      | 68,0                    | 1156  | 513 | 185 | 46 |
| Ступенчато разнотравный яруса: |                         |   |     |     |    |
| 1-го                           | 33,4                    | 279   | 124 | 45  | 11 |
| 2-го                           | 48,0                    | 576   | 256 | 92  | 28 |

Для практических целей достаточно определить средний диаметр с точностью  $\pm 3\%$ . Из этого положения и необходимо исходить при лесоустройстве арчевых лесов. В связи с вертикальной сомкнутостью крон разделение циклично разновозрастных и абсолютно разновозрастных древостоев на два-три поколения но-

сит до некоторой степени искусственный характер. При этом коэффициент изменчивости диаметров в каждом из них составляет в среднем 35—40%. В случае необходимости аналитической таксации этих древостоев размер пробных площадей следует рассчитывать исходя из указанных значений коэффициента вариации диаметров и количества поколений.

Однако более целесообразна синтетическая таксация циклично и абсолютно разновозрастных древостоев с последующим камеральным разделением их в случае необходимости на любые возрастные категории, используя при этом выявленные нами закономерности. Исходя из коэффициента вариации, для определения средней высоты арчевых древостоев с точностью  $\pm 0,3—0,5$  м (3—5%) по способу случайной выборки необходимо измерить высоту 30—50 деревьев.

По среднему коэффициенту изменчивости произведем расчет необходимого числа измерений для определения среднего возраста древостоев арчи различной возрастной структуры с заданной точностью (табл. 25). Точность в 5%, необходимая для практических целей, достигается в зависимости от возрастной структуры древостоя при обмере 4—116 деревьев. При камеральном разделении циклично разновозрастных и абсолютно разновозрастных древостоев на два-три поколения коэффициент вариации в каждом из них составляет 18—30%. Следовательно, для достижения точности в 5% в каждом поколении необходимо определить возраст 13—36 деревьев.

25. Необходимое число измерений для определения среднего возраста древостоя с заданной точностью

| Древостой                        | Средний коэффициент изменчивости, % | Необходимое число измерений при точности, % |     |     |    |
|----------------------------------|-------------------------------------|---|-----|-----|----|
|                                  |                                     | 2   | 3   | 5   | 10 |
| Относительно одновозрастный      | 9                                   | 20  | 9   | 4   | 2  |
| Относительно разновозрастный     | 28                                  | 196   | 87  | 31  | 8  |
| Циклично разновозрастный         | 36                                  | 324   | 144 | 52  | 13 |
| Абсолютно разновозрастный        | 54                                  | 729   | 324 | 116 | 29 |
| Ступенчато разновозрастный ярус: |                                     |   |     |     |    |
| 1-го . . . . .                   | 11                                  | 30  | 13  | 5   | 1  |
| 2-го . . . . .                   | 24                                  | 144   | 64  | 23  | 6  |

## 6. ФОРМА СТВОЛА

### И КАЧЕСТВО ДРЕВЕСИНЫ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ

В книге приводятся данные авторов по форме ствола 1930 экземпляров среднеазиатских можжевельников и дается сравнительная характеристика крымских и кавказских видов. В основу

исследования формы стволов арчи положена методика проф. В. К. Захарова [16]. Кроме того, проведен анализ изменения коэффициентов формы  $q_2$  и видовых чисел  $f$  в зависимости от таксационных элементов и типов леса. У всех видов арчи (зеравшанской, полушаровидной и туркестанской) с увеличением высоты диаметра и возраста коэффициент формы и видовые числа, как и у других древесных пород, уменьшаются.

В связи со значительной вариацией коэффициентов формы и видовых чисел, достигающих у деревьев с одинаковыми параметрами 60%, все деревья были разбиты нами на три группы полндревесности: мало-, средне- и сильноосбежистые. Виды арчи по коэффициентам формы и видовым числам не имеют существенного различия, в связи с чем приводятся единые данные по всем видам (табл. 26, 27).

26. Изменение коэффициента формы и видовых чисел арчи в зависимости от высоты и группы полндревесности ствола

| Высота<br>ствола, м                      | Коэффициент формы стволов $q_2$ |                      |                      | Видовые числа стволов |                      |                      |
|--|---------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|  | малосбе-<br>жистых              | среднесбе-<br>жистых | сильносбе-<br>жистых | малосбе-<br>жистых    | среднесбе-<br>жистых | сильносбе-<br>жистых |
| 4  | 0,146                           | 0,937                | 0,766                | 0,940                 | 0,768                | 0,636                |
| 5  | 0,922                           | 0,780                | 0,661                | 0,756                 | 0,640                | 0,542                |
| 6  | 0,805                           | 0,693                | 0,586                | 0,660                 | 0,568                | 0,480                |
| 7  | 0,732                           | 0,637                | 0,541                | 0,600                 | 0,522                | 0,444                |
| 8  | 0,695                           | 0,598                | 0,495                | 0,570                 | 0,490                | 0,406                |
| 9  | 0,665                           | 0,566                | 0,463                | 0,546                 | 0,464                | 0,380                |
| 10                                       | 0,642                           | 0,541                | 0,439                | 0,526                 | 0,444                | 0,360                |
| 11                                       | 0,622                           | 0,524                | 0,427                | 0,510                 | 0,430                | 0,350                |
| 12                                       | 0,598                           | 0,502                | 0,426                | 0,490                 | 0,412                | 0,349                |
| 13                                       | 0,560                           | 0,466                | 0,372                | 0,476                 | 0,396                | 0,316                |
| 14                                       | 0,541                           | 0,447                | 0,353                | 0,460                 | 0,380                | 0,300                |
| 15                                       | 0,522                           | 0,428                | 0,336                | 0,444                 | 0,364                | 0,286                |
| 16                                       | 0,504                           | 0,409                | 0,320                | 0,428                 | 0,348                | 0,272                |
| Коэффи-<br>циент ре-<br>грессии<br>$R^*$ | 0,054                           | 0,044                | 0,037                | 0,043                 | 0,035                | 0,030                |

\* Коэффициент регрессии — показатель среднего изменения одного признака по отношению к другому на какую-либо единицу меры.

Между коэффициентом формы  $q_2$ , высотой и диаметром ствола существует высокая тесная отрицательная связь. Корреляционное отношение  $\eta \pm m_\eta$  варьирует в зависимости от полндревесности ствола в пределах от  $0,801 \pm 0,021$  до  $0,920 \pm 0,120$ . Еще более тесная отрицательная связь наблюдается между видовым числом  $f$ , высотой и диаметром деревьев. Корреляционное отношение для этих связей колеблется от  $0,880 \pm 0,020$  до  $0,950 \pm 0,060$ .

27. Изменение коэффициентов формы и видовых чисел арчи в зависимости от диаметра и группы полндревесности ствола

| Диаметр<br>ствола,<br>см                 | Коэффициент формы стволов |                      |                      | Видовые числа стволов |                      |                      |
|--|---------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|  | малосбе-<br>жистых        | среднесбе-<br>жистых | сильносбе-<br>жистых | малосбе-<br>жистых    | среднесбе-<br>жистых | сильносбе-<br>жистых |
| 4  | 1,134                     | 1,012                | 0,856                | 0,980                 | 0,860                | 0,728                |
| 8  | 0,946                     | 0,814                | 0,701                | 0,840                 | 0,692                | 0,596                |
| 12                                       | 0,836                     | 0,708                | 0,595                | 0,710                 | 0,602                | 0,506                |
| 16                                       | 0,748                     | 0,631                | 0,518                | 0,636                 | 0,536                | 0,440                |
| 20                                       | 0,683                     | 0,576                | 0,466                | 0,580                 | 0,490                | 0,396                |
| 24                                       | 0,641                     | 0,536                | 0,431                | 0,544                 | 0,456                | 0,366                |
| 28                                       | 0,621                     | 0,518                | 0,414                | 0,528                 | 0,440                | 0,352                |
| 32                                       | 0,602                     | 0,506                | 0,409                | 0,512                 | 0,430                | 0,348                |
| 36                                       | 0,600                     | 0,501                | 0,405                | 0,510                 | 0,426                | 0,344                |
| 40                                       | 0,595                     | 0,500                | 0,404                | 0,506                 | 0,424                | 0,343                |
| Коэффи-<br>циент ре-<br>грессии <i>R</i> | 0,015                     | 0,014                | 0,013                | 0,013                 | 0,012                | 0,011                |

Кривая связи коэффициента формы с высотой для стволов выражается следующими формулами гиперболы:  
малосбежистых

$$H = \frac{7,9}{q_2} - 2,78 \text{ при } r=0,970, q_2 = \frac{7,9}{H + 2,78};$$

среднесбежистых

$$H = \frac{7,8}{q_2} - 4,49 \text{ при } r=0,971, q_2 = \frac{7,8}{H + 4,49};$$

сильносбежистых

$$H = \frac{6,1}{q_2} - 3,77 \text{ при } r=0,980; q_2 = \frac{6,1}{H + 3,77};$$

Связь между диаметром и коэффициентом формы стволов выражается следующими формулами:

для малосбежистых  $q_2 = \frac{2,55}{1,3} + 0,556 \text{ при } r=0,983;$

» среднесбежистых  $q_2 = \frac{2,39}{1,3} + 0,455 \text{ при } r=0,982;$

» сильносбежистых  $q_2 = \frac{1,69}{1,3} + 0,396 \text{ при } r=0,974.$

Ниже приводятся формулы связи между высотой и видовым числом стволов:

$$\text{для малосбежистых } H = \frac{7,19}{f} - 3,92 \text{ при } r = 0,970;$$

$$\text{» среднесбежистых } H = \frac{6,31}{f} - 4,33 \text{ при } r = 0,981;$$

$$\text{» сильносбежистых } H = \frac{4,92}{f} - 3,62 \text{ при } r = 0,980.$$

Связь между диаметром и видовым числом стволов выражается следующими формулами:

$$\text{для малосбежистых } f = \frac{2,20}{D_{1,3}} + 0,471 \text{ при } r = 0,976;$$

$$\text{» среднесбежистых } f = \frac{1,97}{D_{1,3}} + 0,396 \text{ при } r = 0,981.$$

$$\text{» сильносбежистых } f = \frac{1,80}{D_{1,3}} + 0,311 \text{ при } r = 0,982.$$

Во всех случаях связь характеризуется высоким коэффициентом корреляции  $r$ , колеблющимся в пределах 0,970—0,983.

В связи со сложностью определения коэффициента формы и видового числа деревьев мы предлагаем пользоваться в полевых условиях более простым методом для отнесения их к той или иной группе полндревесности. В процессе исследования установлено, что полндревесность имеет тесную связь с отношением диаметра ствола к его высоте. Оба эти таксационных показателя легко определяются в полевых условиях, и по их соотношению деревья классифицируются по группам полндревесности (табл. 28).

По соотношению диаметра и высоты кавказские можжевельники красный, высокий и тяжелопахучий, а также арча туркменская относятся в основном (80%) к группе с низкой и реже (20%) средней полндревесностью [22].

У всех видов арчи во всех типах леса видовое число и коэффициент формы  $q_2$  с увеличением возраста уменьшаются. При этом для каждого типа леса характер гиперболической кривой имеет специфику. В одном и том же возрасте больший сбег стволов отмечается в лучших лесорастительных условиях. Это связано с тем, что в жестких экологических условиях деревья растут и развиваются очень медленно и достигают размеров и формы одинаковых с растениями, произрастающими во влажных, богатых местообитаниях, значительно позже. По этой же причине сбег стволов арчи туркестанской выше, чем полушаровидной.

28. Соотношение диаметра и высоты арчи  
в зависимости от группы полндревесности

| Высота, м | Диаметр, см, и отношение диаметра<br>к высоте по группам полндревесности |          |          |
|-----------|--|----------|----------|
|           | низкой   | средней  | высокой  |
| 3         | 10,5/3,5   | 7,6/2,5  | 3,4/1,1  |
| 4         | 14,0/3,5   | 10,8/2,7 | 6,2/1,6  |
| 5         | 18,0/3,6   | 14,2/2,8 | 9,0/1,8  |
| 6         | 21,6/3,6   | 17,4/2,9 | 11,6/1,9 |
| 7         | 26,2/3,7   | 20,5/2,9 | 14,4/2,1 |
| 8         | 29,8/3,7   | 23,7/2,9 | 17,1/2,1 |
| 9         | 33,4/3,7   | 26,8/2,9 | 19,8/2,2 |
| 10        | 37,0/3,7   | 30,0/3,0 | 22,5/2,3 |
| 11        | 40,4/3,7   | 33,1/3,0 | 25,4/2,3 |
| 12        | 44,0/3,7   | 36,2/3,0 | 28,0/2,3 |
| 13        | 47,6/3,7   | 39,4/3,0 | 30,6/2,3 |
| 14        | 51,1/3,7   | 42,6/3,0 | 33,4/2,4 |
| 15        | 57,0/3,8   | 45,6/3,0 | 36,0/2,4 |
| 16        | 60,0/3,8   | 48,8/3,1 | 38,6/2,4 |

Примечание. В числителе — диаметр, см,  
в знаменателе — отношение диаметра к высоте.

Видовые числа стволов арчи при вычислении по формуле Шиффеля сильно занижаются (до 50%), причем среднее отклонение по арче полушаровидной и зеравшанской составляет 8,3%, а по туркестанской 9,5%.

Для арчи не подходит упрощенная формула  $f = 2q^2$ , а также уравнения, предложенные различными авторами для других пород. Это обусловлено значительной разницей в размерах и форме ствола можжевельников и деревьев первой величины. Отсюда видовые числа арчи должны определяться по иным формулам. Для всех видов арчи между коэффициентом формы и видовым числом существует единая прямолинейная связь, выражающаяся уравнением  $f = 0,82q^2$ .

Средняя форма ствола, выраженная в относительных величинах, вычислялась нами в зависимости от вида арчи и бонитета древостоя. Полученные данные свидетельствуют о том, что средние значения относительного сбega у всех лесообразующих видов можжевельников существенно не зависят от бонитета. Для всех относительных высот критерий надежности различия между средними показателями сбega стволов оказался меньше 3. Следовательно, каждому виду арчи свойствен единый относительный сбег стволов, не зависящий от условий местопроизрастания. Комплекс экологических факторов влияет в основном на рост, развитие и размеры деревьев.

Средние значения относительного сбega стволов лесообразующих видов арчи на всех относительных высотах отличаются незначительно. В связи с этим нами вычислены средние пока-



затели относительного сбега стволов для всех видов арчи (табл. 29).

29. Средний относительный сбег стволов арчи по относительной высоте

| Относительная высота | Относительный сбег: %, и статистические показатели |          |      |       |       |
|----------------------|--|----------|------|-------|-------|
|                      | $M \pm m$  | $\sigma$ | $P$  | $C_v$ | $t$   |
| 0,0                  | 128,9±0,66   | 13,4     | 0,51 | 10,4  | 195,3 |
| 0,1                  | 100  | —        | —    | —     | —     |
| 0,2                  | 85,8±0,61  | 13,3     | 0,66 | 14,3  | 141,0 |
| 0,3                  | 74,3±0,36  | 7,4      | 0,48 | 10,0  | 207,0 |
| 0,4                  | 64,0±0,43  | 8,7      | 0,67 | 13,6  | 149,0 |
| 0,5                  | 54,7±0,50  | 10,2     | 0,91 | 18,7  | 109,4 |
| 0,6                  | 43,5±0,41  | 9,4      | 0,94 | 21,6  | 101,2 |
| 0,7                  | 31,6±0,30  | 6,1      | 0,95 | 19,3  | 105,3 |
| 0,8                  | 21,3±0,29  | 6,3      | 1,36 | 29,6  | 73,4  |
| 0,9                  | 9,2±0,44   | 4,1      | 4,79 | 45,1  | 20,0  |

Выявленные закономерности являются теоретической основой таксации древостоев можжевельников различного состава, бонитета и типа леса по единым объемным таблицам. Следует подчеркнуть, что стланиковая форма арчи туркестанской не отличается по относительному сбегу от древовидной. Нашими данными подтверждается гипотеза проф. В. К. Захарова [16] о единстве формы стволов одной породы. В. К. Захаров [16] приводит среднюю форму стволов в относительных величинах по относительным высотам для березы, дуба, ясеня, сосны, ольхи черной, осины и ели обыкновенной. Для Средней Азии такие данные имеются по ели тяньшанской, клену туркестанскому, тополям густолиственному и тяньшанскому. Из деревьев первой величины наиболее сбежистая форма ствола наблюдается у березы и ели тяньшанской, однако полнодревесность стволов у них значительно выше, чем у можжевельников. У березы на всех относительных высотах, а у ели в 5 случаях из 8 критерий различия между средним относительным сбегом имеет существенное различие с арчой.

Деревья второй-третьей величины (клен туркестанский, тополь густолиственный и тяньшанский), особенно тополь тяньшанский, во многих вариантах имеют близкий к арче относительный сбег. У большинства древесных пород Тянь-Шаня, включая деревья первой величины (ель тяньшанскую), стволы отличаются малой полнодревесностью по сравнению с равнинными лесами, что связано с увеличенным приростом по диаметру при сокращенном по высоте.

Низкая полнодревесность стволов древесных пород Тянь-Шаня является не только их биологической особенностью, но связана главным образом со спецификой природных условий высоко-

когорных районов. Сокращенный прирост по высоте и увеличенный по диаметру у древесных пород в высокогорных условиях Тянь-Шаня и Памира обусловлен прежде всего повышенной солнечной радиацией, в том числе и ультрафиолетовой; хорошей индивидуальной освещенностью и подверженностью деревьев воздействию ветра в связи со ступенчатым — ярусным расположением их по склонам гор и разреженностью лесов. Эти же факторы являются причиной сильной суковатости и большого процента кроновой массы всех видов арчи.

Учитывая разбег высот в каждой ступени толщины, достигающей 5—7 м, мы приняли для арчи два разряда высот (табл. 30). Связь между диаметром  $D_{1,3}$  и высотой  $H$  деревьев высокая, тесная. Корреляционное отношение  $\eta \pm m_\eta$  для первого разряда высот равно  $0,926 \pm 0,032$ , для второго —  $0,948 \pm 0,016$ . Связь выражается логарифмической кривой. Для первого разряда  $H = 2,6 + 11,51 \lg D_{1,3}$  при  $r = 0,976$ . Для второго разряда  $H = \pm 1,0 + 9,41 \lg D_{1,3}$  при  $r = 0,977$ .

### 30. Соотношение между высотой и диаметром арчи по разрядам высот

| Разряд высоты | Высота деревьев, м, при диаметре ствола, см |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               | 4   | 8   | 12  | 16  | 20  | 24   | 28   | 32   | 36   | 40   | 44   | 48   | 52   |
| Первый . .    | 4,2   | 6,2 | 7,5 | 8,8 | 9,9 | 10,8 | 11,6 | 12,4 | 13,2 | 14,0 | 14,9 | 15,7 | 16,5 |
| Второй . .    | 2,7   | 3,8 | 4,8 | 5,8 | 6,6 | 7,4  | 8,2  | 9,0  | 9,8  | 10,6 | 11,3 | 12,1 | 12,9 |

Для составления таблиц сбега и объема стволов необходимо знать связь диаметра на 1,3 м высоты ( $D_{1,3}$ ) с диаметрами на 0,1 ( $D_{0,1}$ ) и на 0,5 ( $D_{0,5}$ ) высоты, которая для арчи, как и для других древесных пород, оказалась прямолинейной, высокой, тесной. Коэффициент корреляции для первой связи равен  $0,968 \pm 0,11$ , а для второй —  $0,981 \pm 0,014$ . Аналогичная связь наблюдается также и на других относительных высотах.

Вычисленные методом наименьших квадратов уравнения между диаметрами составляют:  $D_{0,1} = D_{1,3} + 2,5$  при  $r = 0,996$ ;  $D_{0,5} = 0,51 D_{1,3} + 1,6$  при  $r = 0,998$ . Умножая вычисленные по первой формуле диаметры 0,1 высоты деревьев на показатели относительного сбега, можно получить данные абсолютного сбега стволов. Средний сбег стволов всех видов арчи составляет больше 2 см на 1 м высоты. При таком сбеге деревья считаются сильно сбежистыми.

Закономерности строения можжевеловых лесов по объемобразующим элементам стволов позволяют применять теорию среднего дерева для каждого яруса ступенчато разновозрастных насаждений и для древостоев в целом по остальным типам возрастной структуры. При установлении типов возрастной структуры в полевых условиях необходимо учитывать выявленные связи возрастного и таксационного строения древостоев с типами леса.

Для полного представления о выходе деловой древесины, современном состоянии насаждений и комплексного решения арчевой проблемы весьма важны сведения о качестве древесины, которое в значительной степени зависит от грибных болезней, степени пораженности деревьев гнилями и характера распространения их по стволу. Отсутствие достаточно полных сведений о гнилях арчи и вызывающих ее причинах создало мнение, что среднеазиатские можжевельники не подвержены гниению, а ксилофильные грибы на их древесине не растут. Кавказские можжевельники в этом отношении изучены лучше [10].

В результате обследования только в поясе арчевых лесов Алайского и Киргизского хребтов выявлено 58 макромицетов, из которых 25 являются ксилофильными видами. На древесине арчи найдено 12 видов, из которых 4 зарегистрированы на живых стволах.

Количество пораженных гнилью деревьев у всех лесобразующих видов арчи зависит от экологических условий. В благоприятных для роста арчи лесорастительных условиях пойм рек, денудационных террас, пологих и нижних частей покатых склонов с богатыми влажными почвами количество пораженных гнилью деревьев в одном и том же возрасте значительно больше (9—11), чем в жестких экологических условиях скал, гребней и крутых склонов (1—2%).

Запас древесины пораженных гнилью деревьев в жестких лесорастительных условиях составляет 1—3 м<sup>3</sup>/га, а в оптимальных для вида достигает 20 м<sup>3</sup>/га. Для всех видов арчи характерно раннее появление гнили в оптимальных экологических условиях и позднее—в жестких. У арчи полушаровидной в первом случае гниль появляется в среднем в 50-летнем возрасте, во втором в 130 лет. У арчи туркестанской во влажных лесорастительных условиях пойм гниль возникает обычно в 80 лет, а в жестких в 280—300 лет. Появление и распространение гнили у арчи коррелирует с быстротой роста деревьев. Чем лучше рост, тем быстрее появляется и распространяется гниль. У более быстрорастущих видов арчи (полушаровидной и зеравшанской) гниль появляется раньше, чем у медленно растущих (туркестанской).

Гнилообразование у арчи имеет определенную связь с физико-механическими свойствами древесины. Арча туркестанская, имеющая твердую древесину, более устойчива против появления и распространения гнилей по сравнению с полушаровидной. С увеличением диаметра гнили высота распространения ее по стволу прямо пропорционально увеличивается. Связь между этими величинами прямолинейная, очень высокая и тесная. Высоту распространения гнили  $h_{гн}$  следует определять по предложенной нами формуле, исходя из диаметра гнили у корневой шейки  $D_{гн}$ : для арчи зеравшанской  $h_{гн} = 20 \text{ см} + 14,3 \text{ см } D_{гн}$ ; для полушаро-

видной  $h_{гн}=8$  см + 10,7 см  $D_{гн}$ ; для туркестанской  $h_{гн}=6$  см + 7,5 см  $D_{гн}$ .

Гниение мертвой древесины арчи в высокогорном подпоясе происходит интенсивнее, чем в среднегорном, а в каждом из них — в тенистых влажных местах северных склонов и пойм рек с богатыми почвами.

Определенная закономерность наблюдается в распространении типов гнилей. В сухих условиях южных склонов среднегорного подпояса доминирует заболонная гниль, в средних по увлажнению — заболонная и смешанная, а в избыточно увлажненных высокогорных арчевниках прирусловых — смешанная. Встречаемость пней с карпофорами ксилофильных видов возрастает от засушливых к мезофильным условиям.

На Черноморском побережье Кавказа в насаждениях можжевельника высокого встречается большое количество средневозрастных и старых деревьев, пораженных гнилью стволов, ветвей и корней. Из гнилей ствола чаще (до 53%) распространена желтовато-бурая гниль, возбудителем которой является *Fomes juniperus* Sacc. Гниль распространяется по стволу от комля до высоты 2—3 м. Она снижает качество древесины и служит причиной бурелома и наличия сухостойных и усыхающих деревьев.

Периферическую бурую гниль ствола можжевельника высокого вызывает *Armillaria mellea* Quel. Этот гриб распространен меньше предыдущего. Поражает он, кроме ствола, ветви, которые постепенно отмирают. Гниль корней можжевельников высокого, красного и тяжелопахучего вызывается настоящим опенком *Trametes heteromorpha* (Fr.) Vz. Зараженность корней достигает 25%. Пораженные деревья суховершинят и постепенно отмирают. Напочвенные шляпочные грибы в арчевниках малочисленны. Их видовой состав и обилие значительно возрастают в местах, где к арче примешиваются ель, береза, а на Кавказе — дуб, граб и другие лиственные породы.

Большой вред арчевникам в Средней Азии, Крыму и на Кавказе причиняет ржавчина и паразитирующее растение можжевелоядник. Ржавчина поражает стволы, ветви и хвою взрослых деревьев. Ее возбудитель относится к грибам рода *Gymnosporangium*. На пораженных деревьях ветви отмирают, причем на отдельных растениях усыхает до 60—96% ветвей. Такие деревья постепенно погибают. На можжевельнике красном хвоя поражается *Lophodermium juniperinum* (Fr.) Rehm., вызывая побурение и осеннее опадение хвои. Этой болезнью поражены 8—10% деревьев [10].

Можжевелоядник (омела) относится к высшим растениям семейства ремнецветниковых. В СССР этот вид паразитирует на всех среднеазиатских можжевельниках, а на Кавказе — на высоком, красном и тяжелопахучем. Можжевелоядник наносит вред лесам. В пораженных местах стволов и ветвей нарушается соко-

движение, жизнедеятельность деревьев ослабляется, постепенно отмирают отдельные ветви, а затем и все дерево. Можжевельники паразитируют как на взрослых деревьях, так и на молодых растениях, включая самосев. На одном дереве иногда развивается до 100—150 и более кустиков паразита. Зараженность можжевельником снижается в смешанных насаждениях.

Учитывая подверженность древесины арчи гниению, характер распространения ксилофильных грибов, пораженность ржавчиной и можжевельником, в можжевеловых лесах и редколесьях необходимо проводить комплекс оздоровительных лесохозяйственных мероприятий и химические способы борьбы.

Проведение лесохозяйственных мероприятий обеспечит также санитарный минимум по предупреждению массового размножения вредителей стволов и ветвей, которых насчитывается в арчевниках 7 видов. Основные из них арчевый лубоед, заселяющий насаждения до 20%, арчевая златка и златка пожарищ, арчевый усач Семенова и арчевый рокохвост.

Хвоя лесообразующих видов арчи повреждается можжевеловой галлицей и молью. Степень повреждения хвои арчи полусаровидной галлицей достигает местами 100%. Моль повреждает в основном можжевеловый высокий. Менее вредоносен можжевеловый клоп.

В заключение следует отметить, что санитарное состояние арчевников зависит от комплекса вредителей и болезней, поэтому они и рассматриваются нами вместе.

## **7. ДИНАМИКА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

Детальные исследования по изучению надземной фитомассы древовидных можжевеловых проводились на 12, а стлаников на 60 пробных площадях, заложенных в наиболее распространенных типах леса арчи туркестанской, полусаровидной, зервашанской, казацкой и сибирской.

На пробных площадях производили пересчет деревьев с измерением всех диаметров и высот ствола, параметров кроны, и из каждой 2-сантиметровой ступени толщины вырубали 10% модельных деревьев разного класса развития, произрастающих как в биогруппах, так и отдельно стоящих. Всего срублено 364 дерева. В стланиковых зарослях на пробных площадях вырубалось по 3 куртины с максимальным средним и минимальным диаметром, в каждой из которых насчитывалось от 8 до 32 растений. На каждой из 10 пробных площадей вырубали по 9 куртин и обмерили 105—246 экземпляров стлаников (всего 1809).

Модельные деревья тщательно описывали до рубки с указанием параметров и формы кроны, класса развития, охвоенности и т. д. После этого обрубали все сучья и раскладывали в зависимости от расположения их в кроне. Полный анализ ствола производили на 1-метровых отрубках, диаметры обмеряли по 10-летним периодам.

От сучьев всех анализируемых деревьев отделяли побеги с своей толщиной менее 0,8 см, называемые древесной зеленью. После взвешивания сучьев и древесной зелени отделяли хвою, взвешивали и для дальнейших измерений брали среднюю навеску 50—100 г.

На всех моделях определяли процент световой, теневой и промежуточной хвои. Объемная, или удельная, масса древесины ветвей, древесной зелени и хвои вычислялась для каждого дерева в 3-кратной повторности двумя методами: измерительно и ксилметрически. Объем всех частей дерева, за исключением ствола, определяли путем умножения их массы на средневзвешенную объемную массу, объем ствола — по сложной формуле срединных сечений. Объемная масса свежесрубленной древесины арчи полшаровидной и зеравшанской равна 0,86, а туркестанской — 0,93. Поверхность и объем хвои вычисляли по формуле усеченного конуса. По вышеописанной методике, кроме 72 постоянных, заложено 111 временных пробных площадей, на которых объем и масса ветвей, древесной зелени и хвои, поверхность хвои определяли исходя из распределения деревьев по категориям развития, их параметров с учетом типов леса и положения деревьев в насаждении. Всего проанализировано 1580 деревьев и 1809 стлаников.

Учитывая относительную легкость определения массы  $P$  свежесрубленной хвои, древесной зелени, сучьев и ствола и сложность вычисления их поверхности  $S$  и объема  $V$ , нами способом наименьших квадратов выведены уравнения связи между этими показателями. Для всех видов арчи соотношения оказались одинаковыми. Зависимости носят прямолинейный характер, причем корреляция очень высокая, приближается к функциональной. Коэффициент корреляции находится в пределах от  $0,81 \pm 0,01$  до  $0,98 \pm 0,03$ .

$$S_x = 0,65 P_x; S_x = 0,48 P_{д.з}; V_x = 0,00126 P_x; V_{д.з} = 0,00126 P_{д.з}; P_x = 0,73 P_{д.з}; V_o = 0,0012 P_c.$$

В формулах приняты следующие обозначения:  $S$  — поверхность,  $m^2$ ;  $P$  — масса,  $кг$ ;  $V$  — объем,  $m^3$ ;  $x$  — хвоя;  $д.з$  — древесная зелень;  $с$  — сучья.

Как видим, соотношение массы и объема у хвои и древесной зелени одинаковое. Корреляция между массой сучьев и хвои очень высокая. Коэффициент корреляции равен  $0,83 \pm 0,02$ . По строению и габитусу кроны, суковатости и охвоению все виды арчи отличаются весьма сильной вариабельностью.

Отдельно стоящие хорошо развитые деревья арчи при одном и том же диаметре и возрасте могут иметь в 3—6 раз большую биомассу кроны по сравнению с деревьями, выросшими в куртине. Исходя из этого, на основании полученного материала произведена классификация деревьев на три категории в зависимости от вида, параметров и массы кроны, возраста и диаметра арчи.

В первую категорию отнесены деревья I и II классов Крафта с хорошо развитой раскидистой, сильно суковатой кроной, во вторую — деревья III класса развития со средней, менее суковатой кроной и в третью — деревья IV—V классов развития с небольшими, часто деформированными, мало суковатыми кронами. У всех видов поверхность кроны деревьев первой категории в 3—8 раз больше, а сучья толще, чем в третьей. Стланики арчи туркестанской по соотношению высоты и диаметра куртин разделены на три группы: высокие, средние и низкие.

Для каждой категории деревьев и куртин вычислены усредненные показатели массы и объема хвои, древесной зелени, сучьев, ствола, кроны, всей надземной биомассы и поверхность хвои (рис. 12).

В связи с незначительным различием объемных показателей и массы кроны арча полушаровидная и зеравшанская объединены в одну группу. Категория деревьев устанавливается путем сопоставления параметров кроны с табличными показателями (табл. 31).

Хотя и редко, но сомкнутость полога стланиковых зарослей арчи достигает 1,0. Для таких участков определена надземная фитомасса арчи, приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> площади, в зависимости от средней высоты зарослей (табл. 32).

Связь между диаметром ствола на высоте груди и массой

сучьев у всех видов арчи выражается логарифмической кривой. Для арчи полушаровидной и зеравшанской формулы имеют следующий вид: для деревьев первой категории  $D_{ст} = 13,93 + 25,36 \lg(P_c : 50)$ ; второй категории  $D_{ст} = 13,65 + 28,05 \lg(P_c :$

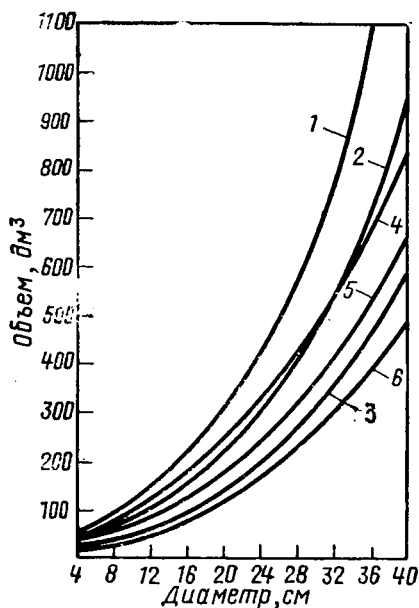


Рис. 12. Кривые объема надземной биомассы различных видов арчи в зависимости от диаметра стволов и категории деревьев:

1, 2, 3 — полушаровидной I, II и III категорий; 4, 5, 6 — туркестанской тех же категорий

### 31. Соотношение диаметров ствола и кроны арчи в зависимости от категории развития деревьев

| Диаметр<br>ствола, м | Диаметр кроны арчи по категориям деревьев, м |     |     |               |     |     |
|----------------------|--|-----|-----|---------------|-----|-----|
|                      | зеравшанской и полушаровидной                |     |     | туркестанской |     |     |
|                      | I  | II  | III | I             | II  | III |
| 4                    | 3,1  | 2,0 | 0,8 | 1,4           | 0,9 | 0,6 |
| 8                    | 4,0  | 2,7 | 1,2 | 2,5           | 1,8 | 1,0 |
| 12                   | 4,7  | 3,4 | 1,7 | 3,5           | 2,4 | 1,4 |
| 16                   | 5,6  | 4,1 | 2,2 | 4,5           | 3,1 | 1,8 |
| 20                   | 6,6  | 4,7 | 2,7 | 4,9           | 3,8 | 2,2 |
| 24                   | 7,6  | 5,4 | 3,2 | 5,5           | 4,4 | 2,6 |
| 28                   | 8,4  | 6,1 | 3,6 | 6,4           | 5,0 | 2,9 |
| 32                   | 9,0  | 6,7 | 4,1 | 7,1           | 5,6 | 3,2 |
| 36                   | 9,6  | 7,4 | 4,6 | 7,8           | 6,2 | 3,6 |
| 40                   | 10,4   | 8,0 | 5,0 | 8,5           | 6,6 | 4,0 |
| 44                   | 11,2   | 8,8 | 5,5 | 9,1           | 7,1 | 4,4 |

: 30); третьей категории  $D_{ст} = 11,82 + 24,88 \lg(P_c : 10)$ . Для арчи туркестанской формула имеет несколько иной вид: для деревьев первой категории  $D_{ст} = 9,94 + 30,40 \lg(P_c : 30)$ ; второй категории  $D_{ст} = 12,83 + 28,27 \lg(P_c : 20)$ ; третьей категории  $D_{ст} = 14,26 + 26,27 \lg(P_c : 10)$ .

Связь между объемом ствола, массой сучьев и древесной зелени имеет прямолинейный характер. Для арчи полушаровидной и зеравшанской она выражается следующими формулами: для деревьев первой категории  $P_c = 755 V_{ст} - 1,0$ ,  $P_{д.з} = 300 V_{ст} + 22,0$ ; второй категории  $P_c = 450 V_{ст} - 20,0$ ,  $P_{д.з} = 150 V_{ст} + 14,0$ ; третьей категории  $P_c = 260 V_{ст} - 3,0$ ,  $P_{д.з} = 60 V_{ст} + 7,0$ . Для арчи туркестанской формулы имеют несколько иной вид: для деревьев первой категории  $P_c = 715 V_{ст} - 10,0$ ,  $P_{д.з} = 250 V_{ст} + 18,0$ ; второй категории  $P_c = 430 V_{ст} - 5,0$ ,  $P_{д.з} = 150 V_{ст} + 9,0$ ; третьей категории  $P_c = 250 V_{ст} - 4,0$ ,  $P_{д.з} = 60 V_{ст} + 5,0$ .

В приведенных и последующих формулах  $D_{ст}$  обозначает диаметр дерева на высоте груди, см;  $V_{ст}$  — объем ствола, м<sup>3</sup>;  $P_c$  — масса сучьев, кг;  $P_{д.з}$  — масса древесной зелени, кг.

Между диаметром кроны и массой хвон, древесной зелени, сучьев, всей кроны, а также надземной биомассой у всех видов арчи существует тесная корреляционная связь, имеющая характер логарифмической кривой. Она выражается следующими

### 32. Надземная фитомасса стланиковой арчи при полноте 1,0

| средняя высота зарослей, м | Фитомасса, кг на 1 м <sup>2</sup> | Запас фитомассы на 1 га зарослей, т |
|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|

#### Арча туркестанская

|     |      |     |
|-----|------|-----|
| 0,5 | 3,2  | 32  |
| 1,0 | 6,3  | 63  |
| 1,5 | 9,5  | 95  |
| 2,0 | 12,7 | 127 |

#### Арчи казацкая и сибирская

|     |     |    |
|-----|-----|----|
| 0,5 | 2,2 | 22 |
| 1,0 | 4,3 | 43 |
| 1,5 | 6,5 | 65 |



формулами:  $D_{кр} = 1,79 + 7,24 \lg(P_x : 10)$ ;  $D_{кр} = 2,90 + 7,24 \lg(P_{д.з.} : 20)$ ;  $D_{кр} = 4,53 + 5,58 \lg(P_c : 50)$ ;  $D_{кр} = 3,01 + 6,34 \lg(P_{кр} : 50)$ ;  $D_{кр} = 2,27 + 6,34 \lg(P_6 : 100)$ , где  $D_{кр}$  — диаметр кроны, м;  $P_6$  — надземная биомасса, кг, включая массу кроны и ствола;  $P_{кр}$  — масса кроны, кг.

Связь между диаметром куртин и различными элементами фитомассы стланиковой арчи выражается параболической кривой второго порядка, параметры которой меняются в зависимости от вида можжевельника и группы высот.

Для стланиковой арчи туркестанской формулы имеют следующий вид:

для высоких куртин  $P_{д.з.} = 0,5 D_k^2 + 23,9 D_k - 17,4$ ,  $P_{ст} = 2,0 D_k^2 + 41,4 D_k - 75$ ,  $P_{у.в} = 1,5 D_k^2 + 9,3 D_k - 16,3$ ,  $P_c = 3,13 D_k^2 + 14,64 D_k - 18,2$ ,  $P_x = 0,17 D_k^2 + 11,5 D_k - 9,13$ ,  $P_6 = 2,5 D_k^2 + 148,1 D_k - 269$ ;

для средних куртин  $P_{д.з.} = 0,8 D_k^2 + 16,1 D_k - 13,1$ ,  $P_{ст} = 2,1 D_k^2 + 81 D_k - 16,3$ ;  $P_{у.в} = 0,86 D_k^2 + 2,8 D_k - 5$ ,  $P_c = 2,75 D_k^2 + 15,3 D_k - 22,53$ ,  $P_x = 0,17 D_k^2 + 11,6 D_k - 9,68$ ,  $P_6 = 3,0 D_k^2 + 86,8 D_k - 161,6$ ;

для низких куртин  $P_{д.з.} = 0,89 D_k^2 + 6,18 D_k - 5,16$ ,  $P_{ст} = 1,1 D_k^2 + 1,5 D_k - 16$ ,  $P_{у.в} = 0,3 D_k^2 + 0,6 D_k - 2,1$ ,  $P_c = 2,6 D_k^2 + 2,9 D_k - 5,25$ ,  $P_x = 0,17 D_k^2 + 7,8 D_k - 9,71$ ,  $P_6 = 4,6 D_k^2 + 10,6 D_k - 15,8$ .

Для арчи казацкой  $P_{д.з.} = 1,2 D_k^2 - 0,7 D_k - 2$ ,  $P_x = 0,5 D_k^2 - 0,18 D_k + 0,56$ ,  $P_6 = 4,1 D_k^2 - 12,2 D_k + 14,7$ ,  $P_c = 1,8 D_k^2 - 4,6 D_k - 0,05$ ,  $P_{ст} = 1,3 D_k^2 - 8 D_k + 11$ ,  $P_{у.в} = 0,3 D_k^2 + 2,8 D_k - 11,8$ ;

для арчи сибирской  $P_6 = 0,75 D_k^2 + 3,6 D_k + 1,1$ ,  $P_c = 0,25 D_k^2 + 2,3 D_k - 3$ ,  $P_{у.в} = 0,25 D_k^2 - 0,13 D_k + 0,6$ ,  $P_{д.з.} = -0,25 D_k^2 + 3,5 D_k - 2,8$ ,  $P_x = -0,4 D_k^2 + 3,6 D_k - 2,4$ ,  $P_{ст} = -0,25 D_k^2 + 6,7 D_k - 12,5$ .

В приведенных формулах  $D_k$  — диаметр куртин, м; у.в. — усохшие ветви.

Все формулы характеризуются высоким корреляционным отношением, колеблющимся между значениями 0,999—0,889. Это свидетельствует о соответствии опытных данных значениям, вычисленным по формулам. Применяя приведенные формулы, можно, определив в природе категорию и диаметр деревьев, вычислить все показатели надземной биомассы арчи, непосредственное измерение которых в природе связано с большими трудностями и финансовыми затратами.

Группы высоты куртин арчи туркестанской определяют по табл. 33.

В арчевых насаждениях встречаются деревья всех категорий, однако процентное соотношение их зависит от полноты и типа леса. Наибольшее количество деревьев первой категории арчи (до 50%) отмечено в редицах и низкополнотных насаждениях по хорошо освещенным пологим склонам и поймам рек с бога-

### 33. Соотношение высоты и диаметра стланиковой арчи туркестанской по высотным группам куртин

| Диаметр, м | Высота куртин, м |         |         |
|------------|------------------|---------|---------|
|            | высоких          | средних | низких  |
| 2          | 2,9—2,0          | 2,0—1,0 | 1,0—0,3 |
| 4          | 4,3—3,0          | 3,0—1,7 | 1,7—0,4 |
| 6          | 5,1—3,6          | 3,6—2,0 | 2,0—0,5 |
| 8          | 5,6—3,9          | 3,9—2,2 | 2,2—0,5 |
| 10         | 6,0—4,2          | 4,2—2,4 | 2,4—0,6 |
| 12         | 6,2—4,3          | 4,3—2,5 | 2,5—0,7 |

тыми почвами, наименьшее (2,5%) в высокополнотных насаждениях, а также на скалах и гребнях с бедными каменистыми почвами. Для всех арчевников характерно преобладание деревьев третьей категории. Деревья первой категории составляют в среднем 19,2%, второй 35,3% и третьей 45,5%.

Значительный интерес представляет вопрос о соотношении различных частей биомассы арчи в зависимости от диаметра (рис. 13). У всех видов исследованных можжевельников с увеличением диаметра и возраста объем ствола и сучьев в надземной биомассе дерева увеличивается, а процент объема хвои и древесной зелени уменьшается.

Между диаметром ствола на высоте груди и процентным содержанием объема хвои и древесной зелени всех видов и категорий деревьев арчи существует высокая отрицательная корреляционная связь, а между диаметром ствола и процентом объема ствола и ветвей — высокая и очень высокая положительная корреляция. Таким образом, формирование надземной биомассы деревьев всех видов и категорий, хотя и подчиняется единой закономерности, но в каждой категории оно имеет свою специфику.

Общей закономерностью для всех видов арчи и категорий деревьев, как и для других пород, является уменьшение процента объема сучьев с увеличением коэффициента формы  $q_2$ . При этом наибольший коэффициент регрессии  $R$ , показывающий уменьшение процента сучьев при увеличении коэффициента формы  $q_2$  на 0,1, присущ деревьям первой категории. Аналогичная закономерность наблюдается и по зависимости процента сучьев от формы ствола, выраженной через отношение диаметра к высоте. У арчи полушаровидной и зеравшанской для деревьев первой категории коэффициент регрессии равен 5,60%, а для третьей 3,29%. Более существенная разница наблюдается у арчи туркестанской, для которой у деревьев первой категории коэффициент регрессии равен 4,91%, а для третьей всего 1,86%.

Таким образом, соотношение различных частей надземной биомассы арчи зависит от вида, параметров и формы ствола и

кроны. При этом деловые качества ствола (малый сбег, прямоствольность, небольшая суковатость) обратно пропорциональны развитию кроны деревьев.

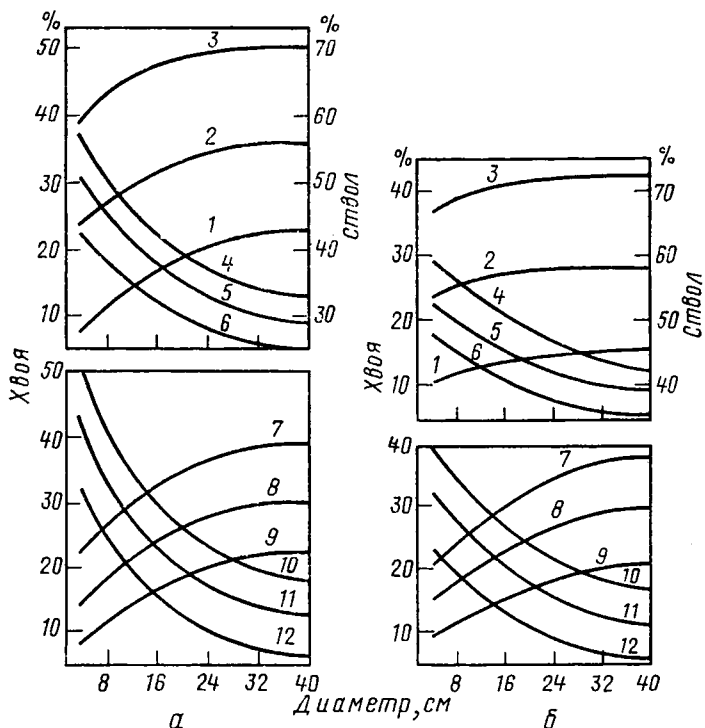


Рис. 13. Соотношение элементов надземной биомассы арчи в зависимости от вида, диаметра и категории деревьев:

*a* — полушаровидной и зеравшанской: 1, 2, 3 — стволы деревьев I, II и III категорий; 4, 5, 6 — хвои деревьев тех же категорий; 7, 8, 9 — сучьев деревьев тех же категорий; 10, 11, 12 — древесной зелени деревьев тех же категорий; *b* — туркестанской: 1, 2, 3 — стволы деревьев I, II и III категорий; 4, 5, 6 — хвои деревьев тех же категорий; 7, 8, 9 — сучьев деревьев тех же категорий; 10, 11, 12 — древесной зелени деревьев тех же категорий

Процентное распределение надземной фитомассы стлаников зависит от группы высот и диаметра куртин. В куртинах любого диаметра наибольший процент хвои, древесной зелени и сучьев отмечается у низких стлаников (третьей группы), наименьший — у высоких (первой группы). Максимальный процент стволовой древесины и усохших ветвей наблюдается в первой группе, а минимальный — в третьей.

У всех видов стланиковой арчи при увеличении диаметра куртин увеличивается процентное содержание ствола, сучьев, усохших ветвей, в то время как процент древесной зелени и хвои уменьшается. У всех видов арчи толщина коры и процент ее от объема ствола сильно варьируют, в связи с чем все деревья ме-

тодом графического анализа разбиты нами на три категории: тонко-, средне- и толстокорые (табл. 34).

### 34. Изменение толщины коры арчи в зависимости от диаметра ствола и категории деревьев

| Категория деревьев | Толщина коры, мм, у деревьев с диаметром, см |     |     |      |      |      |
|--------------------|--|-----|-----|------|------|------|
|                    | 2  | 8   | 16  | 24   | 32   | 50   |
| Тонкокорые . . .   | 2,4  | 3,5 | 5,1 | 6,7  | 8,3  | 9,9  |
| Среднекорые . . .  | 3,2  | 5,0 | 7,5 | 10,0 | 12,5 | 14,8 |
| Толстокорые . . .  | 4,1  | 6,6 | 9,9 | 13,3 | 16,6 | 20,0 |

У деревьев арчи всех категорий связь между диаметром ствола на высоте груди  $D_{1,3}$  и объемом коры  $V_k$  выражается формулой параболы второго порядка.

Для тонкокорых деревьев  $V_k=0,0435 D_{1,3}^2-0,082 D_{1,3}-0,95$ ; для среднекорых  $V_k=0,0435 D_{1,3}^2+0,267 D_{1,3}-0,77$ ; для толстокорых  $V_k=0,058 D_{1,3}^2+0,218 D_{1,3}-0,94$ .

Для стланиковой формы арчи туркестанской формулы имеют свои параметры.

Для тонкокорых экземпляров  $V_k=0,09 D_0^2-0,1 D_0+0,6$ ; для среднекорых  $V_k=0,09 D_0^2+0,1 D_0-0,3$ ; для толстокорых  $V_k=0,005 D_0^2+0,41 D_0-0,98$ , где  $D_0$  — диаметр у шейки корня.

В то же время с увеличением диаметра, высоты и возраста процент коры от объема ствола уменьшается. Связь между диаметром, высотой деревьев и процентом коры от объема ствола высокая, тесная. Корреляционное отношение  $\eta \pm m_r$  варьирует от  $0,741 \pm 0,040$  до  $0,896 \pm 0,020$ . Во всех случаях связь выражается гиперболической кривой. Коэффициент регрессии по диаметру составляет 0,34%, а по высоте 0,83%.

Рост надземной биомассы по объему и массе у всех видов арчи зависит от типов леса. У арчи туркестанской лучшее накопление хвои, древесной зелени, сучь

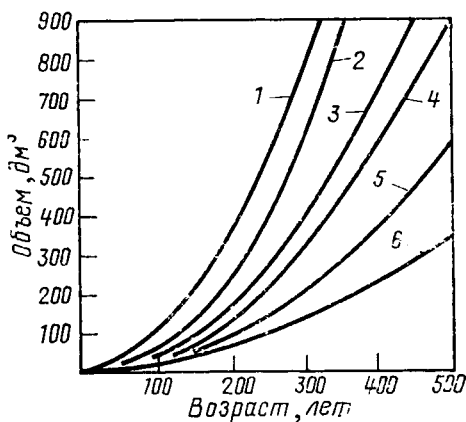


Рис. 14. Ход роста надземной биомассы арчи туркестанской по типам леса арчевников высокогорных:

1 — террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов; 2 — арчевник высокогорный пологих и нижних частей покатых северных склонов; 3 — прирусловый; 4 — средних и верхних частей покатых южных склонов; 5 — гребней и крутых северных склонов; 6 — скальный

ев, ствола и всей надземной биомассы наблюдается в арчевниках высокогорных террас, пологих и нижних частей покатых северных (АВПл) и южных склонов (АВЮПл), худшее — в арчевниках высокогорных скальных (АВСк), гребней и крутых склонов (АВГК) с мощными бедными лесными оторфованными почвами (рис. 14). В арчевниках скальных накопление всех компонентов биомассы происходит по сравнению с лучшими условиями на 80—320 лет позже (табл. 35).

35. Модели динамики надземной биомассы  $P$ , кг, различных видов арчи в зависимости от возраста  $A$ , лет, по типам леса

| Вид арчи       | Индекс типов леса | Формула связи $P=a+bA+cA^2$ |                         |        |
|----------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|--------|
|                |                   | свободный член $a$          | коэффициенты $b, c$ при |        |
|                |                   |                             | $A$                     | $A^2$  |
| Туркестанская  | АВПл              | 29,273                      | 0,009                   | 0,007  |
|                | АВЮПл             | 28,694                      | -0,377                  | 0,007  |
|                | АВПр              | -9,559                      | 0,546                   | 0,0009 |
|                | АВПк              | 9,476                       | -0,118                  | 0,004  |
|                | АВГК              | -4,378                      | 0,112                   | 0,002  |
|                | АВСк              | -8,737                      | 0,226                   | 0,0008 |
| Полушаровидная | АСЮК              | 30,344                      | 0,187                   | 0,002  |
|                | АСЮПл             | -140,274                    | 7,269                   | 0,009  |
|                | АСПл              | 154,506                     | -3,175                  | 0,038  |
|                | АСПр              | 15,191                      | 0,748                   | 0,008  |
|                | АСПк              | 18,914                      | -0,215                  | 0,006  |
|                | АСГК              | 14,129                      | -0,294                  | 0,007  |
|                | АССк              | 0,774                       | 0,175                   | 0,0004 |
| Зеравшанская   | АНПр              | 101,607                     | -4,726                  | 0,083  |
|                | АНПл              | 61,968                      | -1,993                  | 0,057  |
|                | АЮПл              | 49,655                      | -1,957                  | 0,034  |
|                | АНПк              | 80,637                      | -2,364                  | 0,030  |
|                | АНГК              | 125,436                     | -3,919                  | 0,035  |
|                | АНКВ              | 127,519                     | -3,954                  | 0,034  |
|                | АНСк              | 37,821                      | -1,115                  | 0,021  |

Примечание. Расшифровка индексов и полная характеристика типов леса дана в главе III. Коэффициент парной корреляции варьирует от 0,689 до 0,996.

Лучший рост арчи полушаровидной по биомассе наблюдается в арчевниках среднегорных пологих южных склонов (см. табл. 35). На пологих северных склонах и террасах нарастание биомассы происходит медленнее, чем на аналогичных склонах южной ориентации, что объясняется, видимо, менее благоприятными световыми и тепловыми условиями северных склонов, ибо по мощности, богатству и влажности почвы они не уступают южным. В этой связи необходимо подчеркнуть, что в западинах, котлообразных понижениях, на террасах и пологих южных склонах рост арчи по биомассе резко отличается от роста ее на крутых южных склонах с маломощными, часто эродированными,

бедными сухими почвами. Следовательно, на южных склонах даже незначительное увеличение степени увлажнения влечет за собой резкую разницу в росте деревьев (рис. 15).

В нижнегорном подпоясе типы леса по скорости роста арчи зеравшанской располагаются несколько в ином порядке (см. табл. 35, рис. 16). Максимальная биомасса деревьев арчи зеравшанской производится в арчевниках нижнегорных прирусловых и арчевниках террас, пологих и нижних частей покатых склонов,

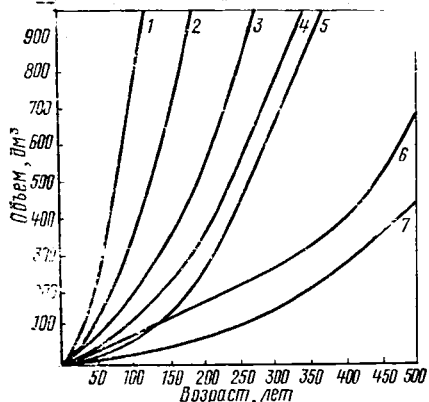


Рис. 15. Ход роста надземной биомассы арчи полушаровидной по типам леса арчевников среднегорных:

1 — пологих и нижних частей покатых южных склонов; 2 — террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов; 3 — прирусловый; 4 — средних и верхних частей покатых северных склонов; 5 — гребней и крутых северных склонов; 6 — крутых южных склонов; 7 — скальный

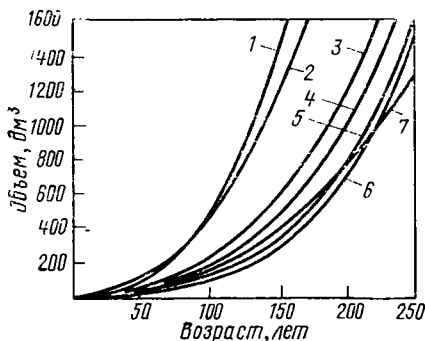


Рис. 16. Ход роста надземной биомассы арчи зеравшанской по типам леса арчевников нижнегорных:

1 — прирусловый; 2 — террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов; 3 — пологих и нижних частей покатых южных склонов; 4 — средних и верхних частей покатых северных склонов; 5 — гребней и крутых северных склонов; 6 — конусов выноса; 7 — скальный

т. е. в типах лесорастительных условий с наиболее влажными богатыми почвами. Худший рост по биомассе наблюдается в арчевниках конусов выноса, арчевниках скальных и арчевниках гребней и крутых склонов. На скалах с фрагментарными периодически свежими почвами довольно длительное время сохраняются относительно благоприятные условия для роста и развития растений. Однако постепенно с развитием деревьев они начинают испытывать механическое угнетение, недостаток во влаге и элементах питания в связи с развитием их в стесненных «горшочных» условиях выемок и трещин скал. Этим и объясняется резкое падение прироста по всем элементам биомассы в арчевниках скальных, начиная с 80—140-летнего возраста. Следует отметить, что на скалах наблюдается огромная переменчивость роста, развития и долговечности арчи, являющаяся следствием большого разнообразия почвенно-грунтовых, световых и темпе-

ратурных условий. На скалах деревья растут на фрагментарных почвах, заполняющих углубления, выемки и трещины различной формы и размеров с различной водосборной площадью. В связи с этим для каждого дерева или биогруппы создаются свои специфические почвенно-грунтовые, а также световые и температурные условия. Это и вызывает существенные различия в индивидуальном развитии отдельных деревьев и биогрупп.

У всех трех видов арчи увеличение поверхности хвои деревьев с возрастом, так же как и ее массы, зависит от типов леса (рис. 17). Для всех подпоясов характерна единая закономер-

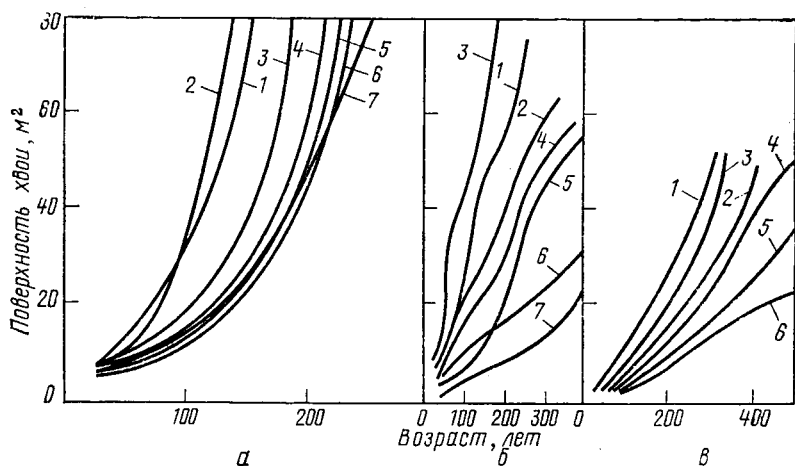


Рис. 17. Изменение поверхности хвои различных видов арчи с возрастом по типам леса арчевников:

а — зеравшанской; б — полушаровидной; в — туркестанской; 1 — террас пологих и нижних частей покатых северных склонов; 2 — прирусловый; 3 — пологих и нижних частей покатых южных склонов; 4 — средних и верхних частей покатых северных склонов; 5 — гребней и крутых северных склонов; 6 — крутых южных склонов; 7 — скальный

ность — наибольшая поверхность хвои присуща деревьям, произрастающим в оптимальных экологических условиях, наименьшая — в наиболее жестких. У стланиковой арчи туркестанской лучший рост по высоте и биомассе проявляется в арчевниках субальпийских южных склонов (рис. 18). Здесь же наблюдаются лучшее плодоношение и семенное возобновление. Это обусловлено благоприятным тепловым и световым режимами, которые в условиях сурового климата высокогорья являются определяющими. В холодных и влажных условиях северных склонов (АСубС) наблюдается более медленный рост. Различие при этом существенное.

В субальпийском подпоясе прирост арчи туркестанской определяется главным образом температурным режимом июня — июля, т. е. периода интенсивного роста стлаников. Повышение температуры воздуха в указанные месяцы приводит к значи-

тельному увеличению прироста деревьев. Корреляция при этом высокая. Более высокая связь между приростом арчи и среднемесячной температурой июня и июля происходит в арчевниках субальпийских северных склонов, скальных и прирусловых ( $r$  колеблется от  $0,81 \pm 0,12$  до  $0,88 \pm 0,13$ ), а наименьшая — в арчев-

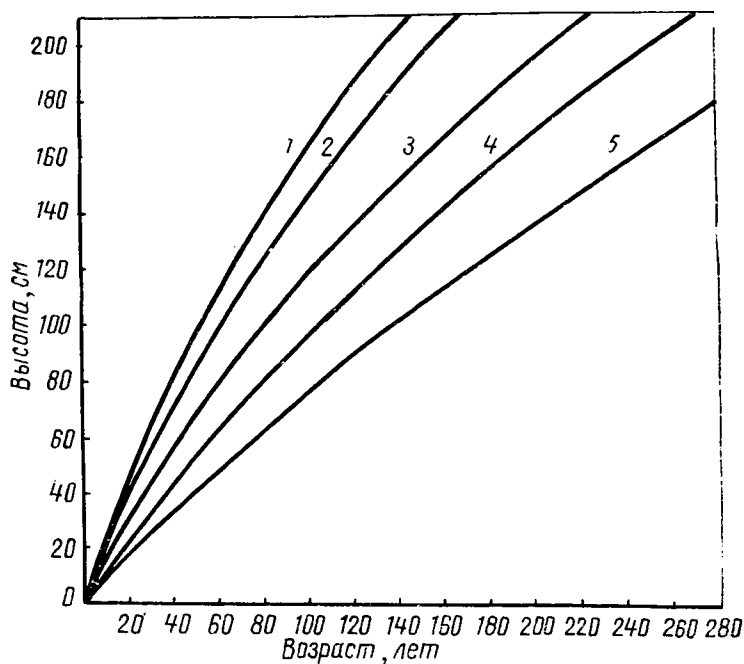


Рис. 18. Ход роста стланиковой арчи туркестанской по типам леса арчевников субальпийских:

1 — южных склонов; 2 — прирусловый; 3 — северных склонов; 4 — по осыпям; 5 — скальный

никах субальпийских южных склонов ( $r$  находится в пределах от  $0,54 \pm 0,09$  до  $0,76 \pm 0,12$ ). При этом на южных склонах на более низких гипсометрических уровнях (АСубВ) более высокая корреляция наблюдается в июне, а в арчевниках субальпийских северных склонов, особенно у альпийской границы, — в июле.

Лучший рост арчи сибирской и казацкой наблюдается в относительно влажных условиях северных склонов и пойм рек, худший — по осыпям и скалам. На южных склонах рост средний. В аридных условиях пояса распространения арчи казацкой и сибирской определяющее значение на рост и развитие растений оказывает степень увлажнения. Наблюдается значительная отрицательная корреляция прироста со среднемесячной температурой июня — июля. В арчевниках южных склонов и осыпей коэффициент корреляции выше.



Наиболее продуктивные насаждения можжевельников туркменского, высокого, красного, тяжелопахучего и многоплодного также расположены на затененных склонах с мощными богатыми влажными почвами, низкобонитетные на скалах, гребнях и осыпях.

Таким образом, рост различных видов арчи по биомассе зависит от мощности, богатства и влажности почвы, светового и температурного режимов, однако в каждом подпоясе для каждого вида арчи один фактор (или комплекс их) является определяющим. Так, в наиболее ксерофитных условиях нижнегорного подпояса лучший рост арчи зеравшанской по всем элементам биомассы наблюдается в наиболее влажных условиях арчевников прирусловых и арчевников террас, пологих и нижних частей покатых склонов. В более холодных условиях среднегорного и особенно высокогорного и субальпийского подпоясов, где определяющим фактором является температурный и световой режимы, арча лучше растет не в арчевниках прирусловых, а в арчевниках террас, пологих и нижних частей покатых южных склонов.

Для всех видов арчи, независимо от экологических условий, характерна единая закономерность: с увеличением возраста процентное содержание хвои и древесной зелени в общей биомассе уменьшается, а процент сучьев и ствола увеличивается. Однако для каждого вида и типа леса процентное соотношение хвои, древесной зелени, сучьев и ствола в общей биомассе имеет свое выражение. При этом в лучших экологических условиях в одном и том же возрасте процент хвои и древесной зелени составляет значительно меньшую величину, а сучья и ствол — большую по сравнению с жесткими экологическими условиями.

Таким образом для продуцирования древесной массы ствола и сучьев в оптимальных для вида экологических условиях необходим меньший процент хвои и древесной зелени по сравнению с жесткими. Следовательно, в оптимальных для вида условиях наблюдается более интенсивная ассимиляционная деятельность хвои, обеспечивающая лучший рост, быстрое развитие и формирование деревьев. В жестких экологических условиях у всех видов арчи, в связи с медленным ростом и развитием, формирование деревьев по распространению биомассы в процентном отношении по элементам происходит на 100—400 лет позже, чем в оптимальных.

У всех видов арчи в одном и том же возрасте наибольшее количество хвои и древесной зелени на единицу объема ствола отмечается в наиболее жестких экологических условиях и наименьшее — в оптимальных. В соотношении массы сучьев и единицы объема ствола наблюдается обратная закономерность.

На основании данных по запасу биомассы на 1 га и закономерностей распределения ее по элементам нами типологическим методом составлены модели, отражающие динамику модальных

насаждений арчи туркестанской и полушаровидной по объему и массе хвои, древесной зелени, сучьев, ствола и всей надземной биомассы по типам леса (табл. 36 и рис. 19, 20).

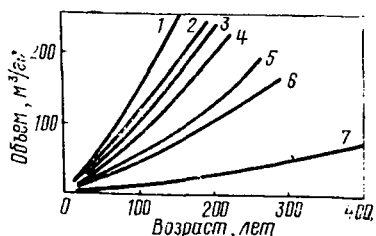
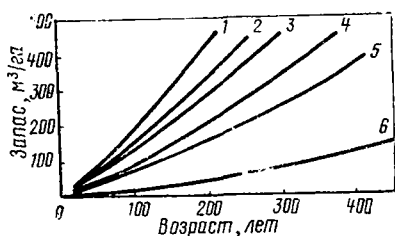


Рис. 19. Изменение надземной биомассы насаждений арчи туркестанской с возрастом по типам леса арчевников высокогорных:

1 — террас и нижних частей покатых северных склонов; 2 — средних и верхних частей покатых северных склонов; 3 — пологих и нижних частей покатых южных склонов; 4 — гребней и крутых северных склонов; 5 — прирусловый; 6 — скальный

Рис. 20. Изменение надземной биомассы насаждений арчи полушаровидной с возрастом по типам леса арчевников среднегорных:

1 — террас, пологих и нижних частей покатых северных склонов; 2 — прирусловый; 3 — пологих и нижних частей покатых южных склонов; 4 — средних и верхних частей покатых северных склонов; 5 — гребней и крутых северных склонов; 6 — крутых южных склонов; 7 — скальный

Следует отметить, что арчевники среднегорные пологих и нижних частей покатых южных склонов по росту биомассы деревьев арчи полушаровидной занимают первое место. Этот тип леса является экологическим оптимумом для роста и развития отдельных деревьев арчи полушаровидной. Однако здесь встречаются в основном редкостойные и среднеполнотные насаждения, в связи с чем по запасу биомассы на 1 га они занимают лишь третье место. Этим же объясняется большая продуктивность биомассы более высокополнотных древостоев арчи туркестанской, значительно уступающей арче полушаровидной по росту биомассы отдельных деревьев.

Таким образом, комплекс экологических условий для роста отдельных деревьев арчи по биомассе может не совпадать с условиями для роста биомассы насаждений в целом.

Динамика влажности хвои, побегов и древесины различных видов арчи в каждом типе леса имеет свою специфику. У всех видов арчи во всех типах леса минимальное значение влажности однолетней хвои наблюдается в январе, когда все физиологические процессы растений подавлены. С февраля содержание влаги в хвое во всех типах леса начинает увеличиваться, однако в различных лесорастительных условиях характер кривых неодинаков. У арчи полушаровидной в январе и феврале максимальная влажность хвои наблюдается в хорошо освещенных теплых условиях арчевников среднегорных крутых южных склонов, а минимальная — на затененных крутых северных склонах. Начиная с марта по август включительно наибольшее количество

36. Модели динамики надземной биомассы  $B$ , т/га, ствола  $Ст$ , т/га, и поверхности хвои  $П$ , т/га, различных видов арчи в зависимости от возраста  $A$ , лет, по типам леса

| Вид арчи       | Индекс типов леса | Элемент фитомассы | Форма связи $B = a + bA + cA^2$ |                         |         |
|----------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------|---------|
|                |                   |                   | свободный член $a$              | коэффициенты $b, c$ при |         |
|                |                   |                   |                                 | $A$                     | $A^2$   |
| Туркестанская  | АВПл              | $B$               | 9,718                           | 0,862                   | 0,007   |
|                |                   | $Ст$              | 6,130                           | 0,423                   | 0,006   |
|                |                   | $П$               | 0,708                           | 0,205                   | -0,0004 |
|                | АВПк              | $B$               | -0,755                          | 1,216                   | 0,001   |
|                |                   | $Ст$              | -0,785                          | 0,649                   | 0,002   |
|                |                   | $П$               | -0,582                          | 0,234                   | -0,0007 |
|                | АВЮПл             | $B$               | -1,976                          | 1,129                   | 0,0002  |
|                |                   | $Ст$              | -9,542                          | 0,835                   | -0,0004 |
|                |                   | $П$               | -0,693                          | 0,211                   | -0,0006 |
|                | АВГК              | $B$               | 1,067                           | 0,719                   | 0,001   |
|                |                   | $Ст$              | -2,222                          | 0,478                   | 0,0009  |
|                |                   | $П$               | 0,002                           | 0,134                   | -0,0002 |
|                | АВПр              | $B$               | 0,212                           | 0,571                   | 0,0004  |
|                |                   | $Ст$              | 0,079                           | 0,319                   | 0,0004  |
|                |                   | $П$               | 0,076                           | 0,095                   | -0,0001 |
|                | АВСк              | $B$               | 0,453                           | 0,195                   | 0,0001  |
|                |                   | $Ст$              | 0,207                           | 0,106                   | 0,0001  |
|                |                   | $П$               | 0,125                           | 0,029                   | -       |
| Полушаровидная | АСПл              | $B$               | -0,282                          | 1,194                   | 0,0007  |
|                |                   | $Ст$              | -0,896                          | 0,498                   | 0,003   |
|                |                   | $П$               | 0,851                           | 0,240                   | -0,001  |
|                | АСПр              | $B$               | 5,953                           | 0,642                   | 0,004   |
|                |                   | $Ст$              | 1,486                           | 0,342                   | 0,002   |
|                |                   | $П$               | 0,753                           | 0,189                   | -0,0009 |
|                | АСЮПл             | $B$               | 0,801                           | 0,807                   | -0,001  |
|                |                   | $Ст$              | -1,203                          | 0,413                   | 0,001   |
|                |                   | $П$               | 1,480                           | 0,114                   | 0,0009  |
|                | АСПк              | $B$               | 1,577                           | 0,534                   | 0,001   |
|                |                   | $Ст$              | -0,886                          | 0,267                   | 0,0009  |
|                |                   | $П$               | 2,760                           | 0,016                   | 0,0008  |
|                | АСГК              | $B$               | 2,602                           | 0,306                   | 0,001   |
|                |                   | $Ст$              | 0,739                           | 0,129                   | 0,0008  |
|                |                   | $П$               | 0,364                           | 0,086                   | -0,0002 |
|                | АСЮК              | $B$               | 1,405                           | 0,318                   | 0,0007  |
|                |                   | $Ст$              | -0,058                          | 0,139                   | 0,0006  |
|                |                   | $П$               | 1,157                           | 0,046                   | -       |
| АССк           | $B$               | 0,511             | 0,131                           | -0,0001                 |         |
|                | $Ст$              | -0,239            | 0,060                           | 0,0001                  |         |
|                | $П$               | 0,249             | 0,028                           | -0,0001                 |         |

Примечание. Значения индексов типов леса те же, что и в табл. 35. Парный коэффициент корреляции находится в пределах от 0,672 до 0,987. Модели получены с помощью программы на ЭВМ «Ряд-1030» методом множественного регрессионного анализа переменных.

во влаги содержится в хвое деревьев, произрастающих на террасах, пологих и нижних частях покатых склонов с влажными богатыми почвами. Причем максимальная величина влажности хвои наблюдается в разрезе типов леса в разные месяцы. В арчевниках среднегорных крутых южных склонов, арчевниках гребней и крутых склонов и арчевниках средних и верхних частей покатых склонов максимальное содержание влаги в хвое наступает в мае, а в арчевниках террас, пологих и нижних частей покатых склонов — в июне. В последующие месяцы влажность ее резко уменьшается и лишь в ноябре — декабре несколько увеличивается.

Характер кривых изменения влажности хвои арчи туркестанской близок вышеописанному. Однако у нее осенью и зимой почти во всех типах леса наблюдается более резкое увеличение влаги в хвое. В высокогорном подпоясе на сухих южных склонах максимальная влажность хвои арчи туркестанской наблюдается в апреле, в средних по увлажнению в мае, а в наиболее увлажненных — в июне. В июне же отмечается максимальное содержание влаги в однолетней хвое стланиковой формы арчи туркестанской.

Следовательно, чем суше и теплее условия, тем в более ранний период начинается нарастание влажности хвои арчи и наступает ее максимальное значение. Это связано с более ранним началом вегетации растений на сухих теплых склонах [32].

## **8. ДИНАМИКА ПРИРОСТА АРЧИ ПО ДИАМЕТРУ (ДЕНДРОИНДИКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)**

Одним из наиболее точных методов реконструкции многих астрофизических и земных явлений в настоящее время считается дендрохронология, позволяющая датировать эти явления с точностью до 1 года, причем значимость дендрохронологического материала возрастает с увеличением его временной протяженности.

Методика дендрохронологии и дендроклиматологии для различных древесных и кустарниковых пород с более или менее равномерными отложениями годичных колец по стволу достаточно хорошо изучена. Рост долголетних старовозрастных деревьев среднеазиатских можжевельников, произрастающих в экстремально неблагоприятных экологических условиях высокогорий, настолько специфичен, что возникла необходимость ввести в методику дендроиндикационных исследований ряд уточнений, которые подробно изложены ниже. Кроме того, описаны некоторые связи прироста арчи с экологическими факторами и солнечной активностью, сделана попытка реконструировать климат Средней Азии за последнее тысячелетие голоцена и приведена дендрохронологическая шкала по арче туркестанской за 1230 лет.

Для дендрохронологического анализа использованы отдельно стоящие модельные деревья можжевельников, не подверженные влиянию соседних. Чтобы избежать корневых наплывов, у 16 деревьев срезы выпилены с высоты 0,5 м от шейки корня, а у 19 на высотах 0,0; 0,5; 1,3; 2,0; 3,0 м и т. д. Ширина годичных колец измерялась с точностью до 0,01 мм в 2—5 направлениях. Кроме того, по вышеописанной схеме проанализировано строение стволов по 10-летним периодам у 1580 деревьев и 1809 стланников.

Путем подсчета годичных колец у растений с точно известным возрастом установлено, что все среднеазиатские виды арчи ежегодно, хотя и неравномерно, откладывают древесину; поэтому могут быть объектом дендрохронологических и дендроклиматических исследований. Долгожители обычно фантастически изогнуты, многовершинны, с толстыми, часто усохшими ветвями. Стволы их в большинстве случаев имеют асимметричное строение, обусловленное весьма неравномерным отмиранием камбиального слоя в различных частях боковой поверхности. Радиальный прирост древесины у некоторых старовозрастных экземпляров наблюдается лишь вдоль узких полос, составляющих 5—10% поверхности среза. В жестких экологических условиях разница в количестве годичных слоев арчи на одном спиле часто достигает 500—800 лет. По некоторым направлениям прирост прекращается в первые же 10 лет жизни растения.

Следует подчеркнуть, что при сегментном росте поддерживается вполне определенное соотношение между ассимилирующей поверхностью долгожителей арчи и приростом древесины. При усыхании ветвей объем живых тканей уменьшается. При этом закономерности в соотношении элементов биомассы, установленные нами для нормальных деревьев насаждений I—V бонитетов, присущи также долголетним, постепенно усыхающим экземплярам.

Специфика обработки образцов старовозрастных деревьев обусловлена своеобразным сегментным ростом и заключается в выборе максимального радиального направления с наибольшим для данного среза количеством колец. Хронология каждой отдельной модели корректировалась нами методом перекрестного датирования, т. е. графического сопоставления ширины годичных колец исходного спила с шириной годичных колец спилов, взятых выше по стволу. Для нормально развитых деревьев арчи, произрастающих в оптимальных экологических условиях, нами применялась обычная методика измерения прироста в четырех направлениях с последующим его усреднением.

Для решения ряда методических вопросов данные измерений ширины годичных колец каждого старовозрастного дерева арчи были проанализированы с помощью средних 3, 5, 7, 11, 35 и 101-летних скользящих. Ни одна из полученных кривых не выявила возрастного влияния на прирост, а лишь определила циклы

различной продолжительности. При этом длина шага скольжения сказалась на величине циклов. Так, 101- и 35-летнее скольжение позволило заметить многовековые и вековые колебания прироста, 7-, 22-летние циклы и т. д.

На гипсометрических отметках 2900—3500 м северного склона Алайского хребта в арчевнике высокогорном скальном было отобрано 18 модельных деревьев можжевельника туркестанского в возрасте от 452 до 1230 лет. У каждого из них измерение годичных колец проводили на 5—10 срезах. По степени синхронности кривых прироста судили о верности выбранных направлений и исключали возможные ошибки.

Анализ полученной информации свидетельствует о том, что у можжевельника туркестанского, как у сосны и других пород, прирост деревьев, произрастающих в одном типе леса и на одном гипсометрическом уровне, сильно варьирует. Это, видимо, предопределено, в основном, генетическими особенностями вида и в меньшей мере вариацией микроэкологических условий. С учетом величины прироста все модели разделены нами на три группы.

К первой группе отнесены три относительно быстрорастущих дерева в возрасте 778, 788 и 819 лет. Максимальная ширина годичных слоев 0,88 мм, минимальная 0,26 мм и средняя 0,50 мм. Максимальное плюсовое отклонение прироста от среднего 76%, минусовое 48, а сумма отклонений составляет 124%. Сходство годичных слоев объединенных деревьев (двух-трех) равно 74,9%.

Во вторую группу вошли 11 моделей в возрасте от 579 до 1230 лет. Максимальный прирост по радиусу составляет 0,68 мм, или 134,5% среднего, минимальный 0,05 мм, или 82,8% среднего; средняя ширина годичных слоев 0,29 мм. Размах экстремальных отклонений ширины годичных колец от среднего значения 217,3%. Сходство годичных слоев моделей данной группы равно 73,7%.

В третью группу вошли четыре модели в возрасте 453, 491, 583 и 733 лет. Максимальная ширина годичных слоев 0,22 мм, или 46,7% средней, минимальная 0,05 мм, или 66,7%; средний прирост 0,15 мм. Сумма отклонений ширины годичных колец от среднего значения составляет 113,4%.

Кривые прироста деревьев арчи трех групп показывают сходство в изменении ширины годичных колец. Между ними наблюдается высокая синхронность; коэффициент верификации, вычисленный по методике Т. Т. Битвинскаса [6], равен 90,6%. Отличаются они лишь по абсолютной величине прироста, а также по отклонениям экстремальных значений ширины годичных слоев от средних величин. Следовательно, любая из этих кривых может быть сопоставлена с климатическими элементами, т. е. может служить целям дендроиндикации геофизических явлений.

Для выявления закономерностей абсолютного и относитель-

ного прироста арчи и связи его с климатическими элементами нами использовалась дендрошкала, составленная для второй группы деревьев, так как она наиболее представительна по количеству долголетних моделей, отличающихся высокой чувствительностью к комплексу экологических факторов. Показателем чувствительности долголетних медленно растущих пород из-за отсутствия биологически обусловленной кривой «большого роста», на наш взгляд, может служить и процент отклонений максимального и минимального приростов от среднего за всю хронологию.

Для большей наглядности на рис. 21, кроме абсолютного значения ширины годичных колец, нанесена прямая среднего прироста за 1230 лет, равного 0,29 мм. Получены также индексы годичного прироста арчи, вычисленные по средним 35-летним величинам (рис. 22). У долголетних деревьев в жестких условиях биологический процесс роста выражен слабо, поэтому индексы

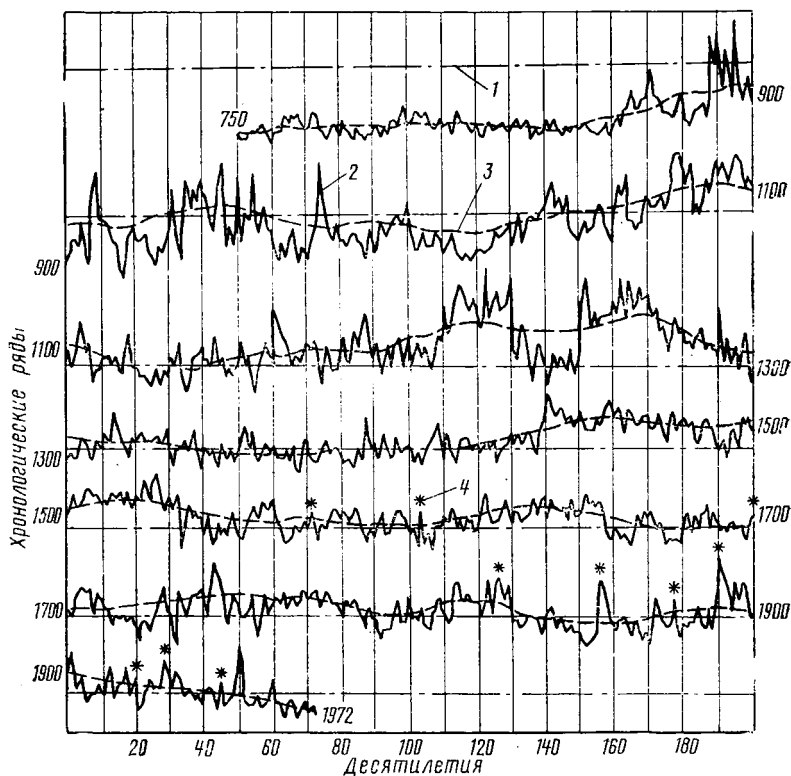


Рис. 21. Динамика ширины годичных колец, мм, арчи туркестанской:

1 — линия среднего прироста за 1230 лет 0,29 см; 2 — ширина годичных колец; 3 — 35-летняя скользящая; 4 — годы звездной активности

годового прироста близки к показателям ширины годовых колец. Это позволяет при дендроклиматическом анализе в зависимости от цели оперировать как абсолютными, так и относительными величинами. Индексы ширины годовых колец использовались нами при сравнении и усреднении показателей прироста

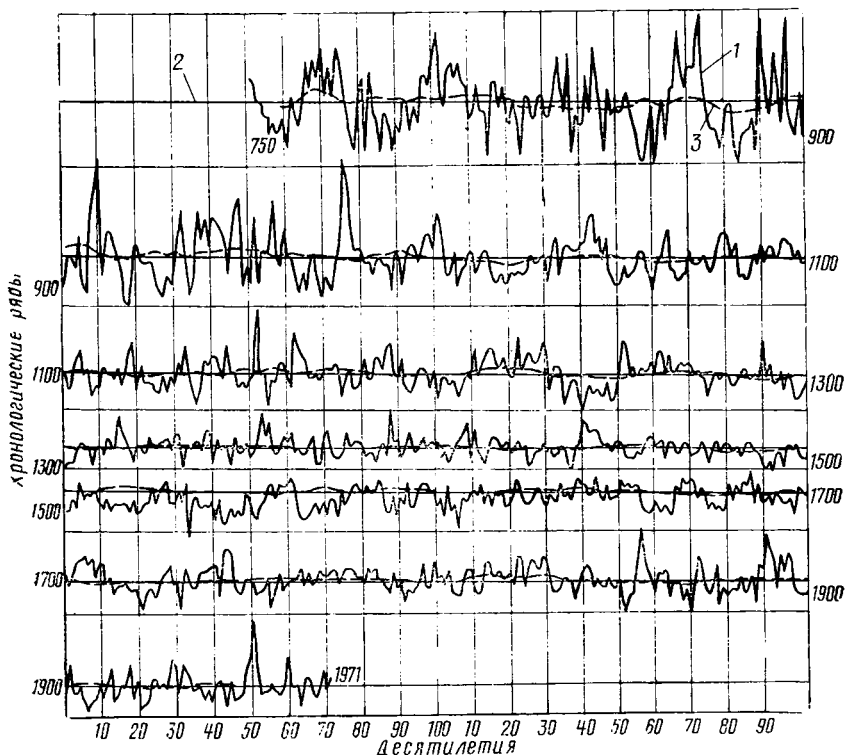


Рис. 22. Динамика индексов прироста арчи туркестанской:  
1 — индексы прироста, %; 2 — линия 100%; 3 — 35-летняя скользящая

различных групп деревьев, а также при сравнении периодов оптимальных условий с экстремальными и при выделении внутривековых циклических колебаний. Выделение многовековых циклов возможно лишь при анализе абсолютных значений ширины годовых колец, ибо скольжение средней при определении индексов сглаживает флуктуации многовекового порядка. По кривой изменения ширины годовых колец второй группы деревьев арчи туркестанской (см. рис. 21) выделено 22 цикла, отличающихся по величине прироста (табл. 37). Продолжительность циклов от 19 до 135 лет; самыми короткими являются ритмы с максимальным приростом, наиболее продолжительными — с минимальной и средней шириной годовых колец.



### 37. Средняя ширина годичных колец арчи туркестанской по циклам

| Годы (циклы) | Продолжи-<br>тельность<br>цикла, лет | Средняя ши-<br>рина годич-<br>ных колец, мм | Прирост за цикл |
|--------------|--------------------------------------|---|-----------------|
| 750—885      | 135                                  | 0,08  | Очень низкий    |
| 886—930      | 44                                   | 0,21  | Низкий          |
| 931—980      | 49                                   | 0,27  | Средний         |
| 981—1040     | 59                                   | 0,21  | Низкий          |
| 1041—1120    | 79                                   | 0,34  | Высокий         |
| 1121—1160    | 39                                   | 0,29  | Средний         |
| 1161—1210    | 49                                   | 0,35  | Высокий         |
| 1211—1230    | 19                                   | 0,52  | Очень высокий   |
| 1231—1250    | 19                                   | 0,34  | Высокий         |
| 1251—1275    | 24                                   | 0,53  | Очень высокий   |
| 1276—1300    | 24                                   | 0,37  | Высокий         |
| 1301—1430    | 129                                  | 0,29  | Средний         |
| 1431—1540    | 109                                  | 0,38  | Высокий         |
| 1541—1620    | 79                                   | 0,31  | Средний         |
| 1621—1660    | 39                                   | 0,36  | Высокий         |
| 1661—1725    | 64                                   | 0,31  | Средний         |
| 1726—1780    | 54                                   | 0,36  | Высокий         |
| 1781—1810    | 29                                   | 0,30  | Средний         |
| 1811—1830    | 19                                   | 0,37  | Высокий         |
| 1831—1890    | 59                                   | 0,27  | Средний         |
| 1891—1935    | 44                                   | 0,33  | Высокий         |
| 1936—1972    | 36                                   | 0,22  | Низкий          |

Аналогичная цикличность выявлена нами и при автоковариационном анализе на ЭВМ. Четко зафиксированы при этом 6—7-летние, 13- и 33-летние циклы. За последние 12 столетий самый низкий относительно стабильный прирост деревьев наблюдался в VII и IX вв., а самый высокий — с середины XII до конца XIII в., а также с 30-х годов XV в. до середины XVI в. Средняя ширина годичных слоев за период с 1160 по 1300 г. составила 0,52, максимальная 0,68 мм.

Дендроиндикационный анализ полученной информации свидетельствует о том, что в холодных и относительно влажных условиях высокогорного и субальпийского подпояссов Тянь-Шаня прирост арчи туркестанской определяется температурным режимом вегетационного периода и слабо лимитируется осадками. При сопоставлении 15-летних данных метеостанций Карагой, расположенной на абсолютной высоте 2500 м, и наших материалов видно, что повышение температуры воздуха в июне — июле по сравнению с нормой приводит к существенному увеличению прироста деревьев. Корреляция при этом высокая — от  $0,61 \pm \pm 0,11$  до  $0,87 \pm 0,14$ .

Нами установлена также связь между приростом можжевельника туркестанского и количеством осадков (метеостанция Хайдаркан, высота 1970 м над ур. м.) за 40-летний период. Анализ материалов проводился по микроциклам и рассчитанным для них метеоданным (табл. 38, 39).

### 38. Прирост можжевельника туркестанского по микроциклам

| Показатели                          | Годы (циклы) |           |           |           |           |           |
|-------------------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                     | 1932—1934    | 1935—1947 | 1948—1951 | 1952—1957 | 1958—1961 | 1962—1972 |
| Ширина годичных колец, мм . . . . . | 0,29         | 0,23      | 0,32      | 0,20      | 0,23      | 0,12      |
| Индекс прироста, % . . . . .        | 117,3        | 90,8      | 141,0     | 90,9      | 108,2     | 100,1     |

### 39. Корреляционная связь прироста можжевельника туркестанского с количеством осадков, мм

| Статистические показатели | Гидрологический год | Коэффициент корреляции |        |      |      |      |        |          |
|---------------------------|---------------------|------------------------|--------|------|------|------|--------|----------|
|                           |                     | Месяцы                 |        |      |      |      |        |          |
|                           |                     | март                   | апрель | май  | июнь | июль | август | сентябрь |
| $r$                       | -0,68               | -0,48                  | -0,92  | 0,74 | 0,56 | 0,69 | 0,72   | 0,02     |
| $r_m$                     | 0,20                | 0,22                   | 0,06   | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,20   | 0,41     |

Следует отметить, что сопоставление прироста различных древесных пород и геофизических явлений с метеоданными по циклам довольно широко применяется в дендроклиматологии [9, 49, 52]. Более низкой оказалась корреляция величин прироста с осадками за каждый год и с их экстремальными значениями. Это обусловлено тем, что при усреднении информации по циклам сглаживаются отклонения в величинах как прироста, так и осадков.

Большой интерес представляет сопоставление прироста по годам с данными метеостанций, расположенных на разных гипсометрических уровнях. В характере корреляционных связей между приростом арчи и показателями метеостанций Карагой и Хайдаркан различий нет, они проявляются лишь в абсолютных значениях. Такая же закономерность выявлена при сравнении данных метеостанции Ташкент, расположенной на абсолютной высоте 479 м, с материалами по приросту арчи туркестанской.

Найденная закономерность позволяет по динамике прироста арчи судить об изменениях климата Тянь-Шаня и в целом Средней Азии, который на протяжении многих лет как на пустынных, степных, так и на высокогорных лесных территориях изменяется синхронно.

Анализ полученной информации свидетельствует о том, что в Средней Азии за последнее тысячелетие голоцена климат подвергался постоянным циклическим колебаниям. При этом хорошо прослеживаются как кратковременные (продолжительностью 2—5, 11—20 лет и брикнеровские 30—40-летние), так и более длительные и мощные (от 70—130 лет до многовековых) колебания. К многовековому циклу с относительно высоким приростом, обусловленным теплым сухим вегетационным периодом, можно отнести отрезок времени с середины XI до конца XIII в. За 250 лет наблюдалось лишь незначительное понижение прироста, не опускавшегося в 20—30-е годы XII в. ниже его среднего значения.

Эти данные согласуются с выводами А. В. Шнитникова [49], который писал, что, судя по многовековой изменчивости общей увлажненности мате-

риков северного полушария, период с начала текущего тысячелетия до XIV—XV вв. (по нашим данным — до XIV в.) характеризуется теплым сухим климатом и повышенной континентальностью. По материалам Э. Шульмана [52] и Г. Фритса [44], в Северной Америке сильные засухи на большой территории наблюдались в 1215—1299 гг. Теплый сухой климат в XIII в. был, видимо, на всей планете.

Холодным влажным вегетационным периодом, судя по наиболее низкому приросту за все годы наблюдений, отличались VIII и IX вв. Следующий длительный период с пониженным приростом приходится на конец XIII в. — первую половину XV в., с минимумом в 70-е годы XIV в. Таким образом, хотя и весьма условно, можно выделить многовековой цикл с холодным влажным климатом продолжительностью около 600 лет (речь идет лишь об условной схеме многовековых циклов, ибо эти колебания могут носить характер однократных многолетних возмущений).

В XIV в. климат на западе США, как и в Средней Азии, отличался повышенной увлажненностью [52], а жесткая засуха в последние 35 лет XVI в. была только на юго-западе Северной Америки [52]. Климат Тянь-Шаня в этот период был среднеувлажненным. Географическая дифференциация климата наблюдалась в 1972 г. и на территории СССР: жестокая летняя засуха в центральных районах России и относительно дождливое, прохладное лето в Средней Азии. Следовательно, внутривековые колебания климата часто носят локальный характер, поэтому выводы, справедливые для одних зон и территорий, нельзя распространять на другие. Этим и объясняется отчасти синхронность или метахронность в приросте древесных пород различных районов планеты.

Влияние космических процессов на земные в настоящее время широко признано. Наши материалы по плодоношению, возобновлению, возрастной структуре и приросту арчи также свидетельствуют о связях этих процессов с солнечной активностью [29, 30, 32].

Между шириной годичных колец одиночно растущих деревьев арчи шаровидной и зеравшанской связь с числами Вольфа  $W$  отрицательная, а арчи туркестанской — положительная. Однако в большинстве периодов она слабая. Коэффициент корреляции для первых видов колеблется от  $-0.18 \pm 0.063$  до  $-0.58 \pm 0.098$ , а для арчи туркестанской — от  $0.19 \pm 0.067$  до  $0.63 \pm 0.028$ . Более тесная корреляционная связь наблюдается при сопоставлении годичного прироста арчи с отношением чисел Вольфа к их средней величине для каждого 11-летнего цикла ( $W : W_{cp}$ ). Данная методика анализа солнечных и земных явлений предложена Л. А. Вительсом [9]. Он считает, что вычисленные таким образом показатели характеризуют ход солнечной активности в вековом цикле.

Коэффициент корреляции между приростом и отношением  $W : W_{cp}$  у арчи шаровидной изменяется от  $-0.23 \pm 0.077$  до  $-0.67 \pm 0.026$ , у арчи туркестанской от  $0.23 \pm 0.087$  до  $0.69 \pm 0.019$ .

Отсутствие высокой корреляционной связи между приростом и солнечной активностью мы, как и А. В. Шнитников [49], склонны объяснять некоторым запаздыванием реакции земных явлений на солнечные. Значительный интерес представляет синхронность между кривыми прироста арчи туркестанской и изменением широты полюса Земли ( $r$  от 0,32 до 0,86) и совпадение положительных экстремумов в ширине годичных колец можжевельника туркестанского со звездной активностью (см. рис. 21). Механизм воздействия указанных факторов на биогеоценозы арчи пока не ясен, однако строгая синхронность и метахронность их имеют большое значение для разработки общей теории космических и земных связей.

При сглаживании абсолютных значений прироста арчи с помощью 35-летней скользящей средней прослеживается 11 циклов, продолжительность которых равна примерно 110 годам. При обработке индексов прироста пятилетней скользящей (рис. 23) выделилось 55 циклов со средней продолжительностью 22 года, характерных для многих космических, земных и биологических процессов.

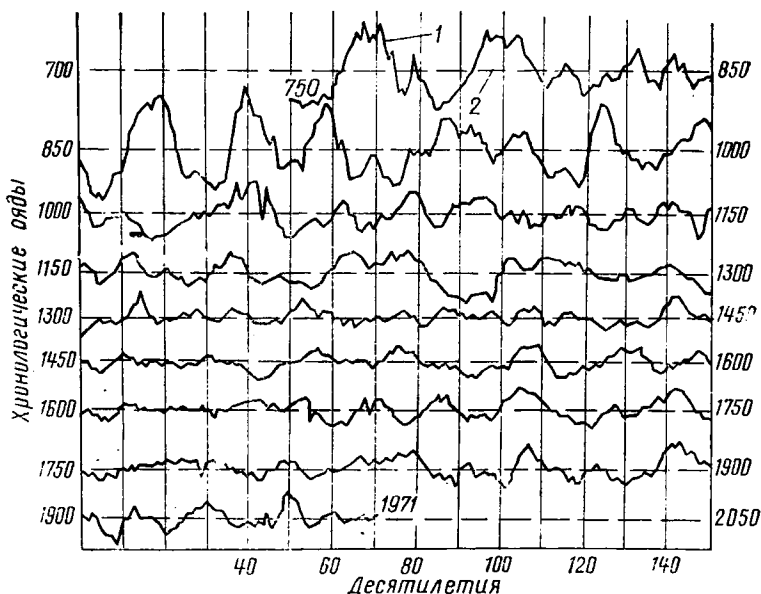


Рис. 23. Индексы прироста арчи туркестанской (пятилетние скользящие):  
1 — индексы прироста, %; 2 — линия 100%

Полученная дендрохронологическая информация согласуется с гидрологическими данными А. В. Шнитникова [49], который пишет, что 1812, 1849, 1850 гг. и конец XIX в. принадлежат к трем фазам повышенной увлажненности Средней Азии, Казахстана и Западной Сибири в процессе их внутривековой изменчивости, имевшим место в XIX в. В начале 50-х годов (по нашим данным [32] — с 1952 г.) интенсивность многолетних лет несколько возросла [49].

Последнее 20-летие текущего столетия также характеризуется падением прироста арчи в условиях высокогорья Тянь-Шаня, что обусловлено понижением температуры вегетационного периода и повышением увлажненности. Понижение влажности почвы в еловых лесах Тянь-Шаня и некоторая аридизация отдельных районов Средней Азии в этот же период связаны в основном с отрицательным антропогенным воздействием, масштабы которого нередко эквивалентны природным или даже больше их. В данном случае нерегулируемый выпас скота и пастбищная перегрузка вызывают уплотнение и смыв почвы, поверхностный сток и падение влажности, что ведет к остепнению лесов и территории в целом.

Если популяции и биогеоценозы арчи в процессе филогенеза выработали реакцию на внутривековые, вековые и многовековые колебания климата, то резкое мощное антропогенное воздействие, нарушая сложившуюся структуру архивников, вызывает серьезные необратимые процессы и в итоге разрушение и гибель биоценозов. Этот один из основных выводов современной экологии и биогеоценологии должен учитываться при разработке рекомендаций по охране и преобразованию природных ресурсов Тянь-Шаня и других горных систем.

## 9. МЕТОДЫ ЛЕСОУСТРОЙСТВА, ТАКСАЦИИ И ЛЕСОКУЛЬТУРНОГО ОСВОЕНИЯ АРЧЕВНИКОВ

**Определение таксационных показателей древостоев.** Число приростных колец у лесообразующих видов можжевельника соответствует их возрасту. Однако стволы арчи, особенно в жестких экологических условиях, в большинстве случаев имеют ассиметрическое строение. В различно ориентированных частях откладывается у них неодинаковое количество колец. Наблюдается так называемый сегментный рост. Годичные слои откладываются ежегодно только по максимальному радиусу, и подсчет колец необходимо проводить только по этому направлению. В оптимальных экологических условиях годичные слои откладываются равномерно, и для таких деревьев приемлем обычный метод анализа ствола.

Расчет необходимого числа измерений для определения среднего возраста древостоя арчи произведен исходя из среднего коэффициента изменчивости (табл. 40).

### 40. Необходимое число измерений для определения с заданной точностью среднего возраста древостоя арчи

| Древостой                         | Средний возраст, лет | Необходимое число измерений при точности, % |     |     |    |
|-----------------------------------|----------------------|---|-----|-----|----|
|                                   |                      | 2   | 3   | 4   | 10 |
| Относительно одновозрастный       | 9                    | 20  | 9   | 3   | 2  |
| Относительно разновозрастный      | 28                   | 196   | 87  | 31  | 8  |
| Циклично разновозрастный          | 36                   | 324   | 144 | 52  | 13 |
| Абсолютно разновозрастный         | 54                   | 729   | 324 | 116 | 29 |
| Ступенчато разновозрастный яруса: |                      |   |     |     |    |
| 1-го                              | 11                   | 30  | 13  | 5   | 2  |
| 2-го                              | 24                   | 144   | 64  | 23  | 6  |

Необходимое число измерений для вычисления среднего диаметра древостоя определяется по табл. 41.

Для насаждений арчи полушаровидной, зеравшанской, крымских и кавказских древовидных можжевельников средний диаметр  $D$ , м, может быть определен по средней высоте  $H_{ср}$ , м, и расстоянию между стволами  $l_{ср}$ , м, с помощью регрессионных уравнений:  $D=15,65+2,16 H$  при коэффициенте корреляции 0,617;  $D=16,077+1,284 l_{ср}$  при коэффициенте корреляции  $r=0,778$ . Среднее расстояние между стволами можно определить по количеству деревьев на 1 га  $N$ , м и сумме площадей сечений  $G$ , м<sup>2</sup>/га, по формулам:  $N=207,580-10,368 l_{ср}$  при  $r=0,826$ ;  $N=-13,104+14,919 G$  при  $r=0,637$ ;  $l_{ср}=20,886-1,3616 G$  при  $r=0,729$ .

#### 41. Необходимое число измерений для определения с заданной точностью среднего диаметра древостоев арчи

| Древостой                         | Кoeffициент изменчивости, % | Необходимое число измерений при точности, % |     |     |    |
|-----------------------------------|-----------------------------|---|-----|-----|----|
|                                   |                             | 2   | 3   | 5   | 10 |
| Относительно одновозрастный       | 36,5                        | 333   | 148 | 53  | 13 |
| Относительно разновозрастный      | 53,1                        | 705   | 313 | 113 | 28 |
| Циклично разновозрастный          | 58,0                        | 841   | 374 | 134 | 34 |
| Абсолютно разновозрастный         | 68,0                        | 1156  | 513 | 185 | 46 |
| Ступенчато разновозрастный яруса: |                             |   |     |     |    |
| 1-го                              | 33,4                        | 279   | 124 | 45  | 11 |
| 2-го                              | 48,0                        | 576   | 256 | 92  | 23 |

Для определения средней высоты арчевых древостоев с точностью  $\pm 0,3-0,5$  м (3—5%) по способу случайной выборки необходимо измерить высоту 36—50 деревьев. Возраст насаждений арчи полушаровидной и зеравшанской  $A$ , лет, можно определить по среднему диаметру  $D$ , см, и средней высоте  $H$ , м, по формулам:  $A = 45,222 + 2,821 D$  при  $r = 0,618$ ;  $A = 76,884 + 7,589 H$  при  $r = 0,475$ .

Возраст древостоев арчи туркменской  $A$ , лет, может быть определен по диаметру на высоте груди  $D$  и высоте  $H$  с помощью множественных корреляционных уравнений [13]: в арчевнике злаково-разнотравном  $A = 3,38 D + 0,5 H + 18,5$  при  $r = 0,614$ ; в арчевнике типчаково-полынным  $A = 4,94 D + 0,8 H + 18,7$  при  $r = 0,537$ . Бонитет насаждений арчи определяется по соотношению среднего возраста и высоты (табл. 42).

#### 42. Шкала распределения насаждений арчи по классам бонитета

| Средний возраст, лет | Классы бонитета   |           |          |         |         |
|----------------------|-------------------|-----------|----------|---------|---------|
|                      | I                 | II        | III      | IV      | V       |
|                      | Средняя высота, м |           |          |         |         |
| 20                   | 2,0—1,3           | 1,2—0,8   | 0,7—0,5  | 0,4—0,3 | 0,3—0,1 |
| 40                   | 5,0—4,0           | 3,9—3,0   | 2,9—2,0  | 1,9—1,0 | 0,9—0,3 |
| 60                   | 8,5—7,0           | 6,9—5,0   | 4,9—3,5  | 3,4—2,0 | 1,9—0,5 |
| 80                   | 11,0—8,5          | 8,4—6,5   | 6,4—4,5  | 4,4—2,5 | 2,4—0,7 |
| 100                  | 13,0—10,0         | 9,9—8,0   | 7,9—5,5  | 5,4—3,0 | 2,9—0,9 |
| 120                  | 14,0—11,0         | 10,9—8,8  | 8,7—6,0  | 5,9—3,5 | 3,4—1,0 |
| 140                  | 15,0—12,0         | 11,9—9,5  | 9,4—6,5  | 6,4—4,0 | 3,9—1,2 |
| 160                  | 15,5—12,8         | 12,7—10,0 | 9,9—7,0  | 6,9—4,2 | 4,1—1,4 |
| 180                  | 16,0—13,5         | 13,4—10,5 | 10,4—7,5 | 7,4—4,4 | 4,3—1,6 |
| 200                  | 16,5—14,0         | 13,9—11,0 | 10,9—7,7 | 7,6—4,6 | 4,5—1,8 |
| 220                  | 17,0—14,5         | 14,4—11,2 | 11,1—8,0 | 7,9—5,0 | 4,9—2,0 |
| 240                  | 17,3—14,7         | 14,6—11,4 | 11,3—8,2 | 8,1—5,2 | 5,1—2,2 |
| 260                  | 17,5—14,9         | 14,8—11,6 | 11,5—8,4 | 8,3—5,4 | 5,3—2,3 |
| 280                  | 17,7—15,0         | 14,9—11,8 | 11,7—8,5 | 8,4—5,5 | 5,4—2,4 |

| Средний<br>возраст, лет | Классы бонитета   |           |          |         |         |
|-------------------------|-------------------|-----------|----------|---------|---------|
|                         | I                 | II        | III      | IV      | V       |
|                         | Средняя высота, м |           |          |         |         |
| 300                     | 18,0—15,2         | 15,1—12,0 | 11,9—8,6 | 8,5—5,6 | 5,5—2,5 |
| 320                     | 18,2—15,4         | 15,3—12,2 | 12,1—8,8 | 8,7—5,8 | 5,7—2,6 |
| 340                     | 18,5—15,6         | 15,5—12,4 | 12,3—8,9 | 8,8—5,9 | 5,8—2,7 |
| 360                     | 18,6—15,8         | 15,7—12,5 | 12,4—9,0 | 8,9—6,0 | 5,9—2,8 |
| 380                     | 18,8—15,9         | 15,8—12,6 | 12,5—9,1 | 9,0—6,1 | 6,0—2,9 |
| 400                     | 19,0—16,0         | 15,9—12,8 | 12,7—9,2 | 9,1—6,2 | 6,1—3,0 |

Полноту и запас насаждений определяют с помощью стандартных таблиц (табл. 43, 44). Группу полнодревесности устанавливают по соотношению диаметров и высот (см. главу VI). Для более точного определения полноты насаждений с участием арчи туркестанской их следует таксировать аналитически по элементам леса. Сначала надо определять полноту и запас для каждого вида арчи по соответствующим таблицам, затем путем сложения вычислять полноту и запас древесины для всего древостоя. Остальные элементы надземной фитомассы арчи определяют по формулам (см. главу VII).

43. Сумма площадей сечений и запасы насаждений можжевельников полшаровидного, зеравшанского, высокого, тягелопахучего, многоплодного и туркменского на 1 га в зависимости от высоты и группы полнодревесности

| Средняя<br>высота, м | Сумма<br>площадей<br>сечений,<br>м <sup>2</sup> /га | Среднее видовое число насаж-<br>дений по группам полнодревес-<br>ности |         |         | Запас стволов насаждений<br>по группам полнодревесности,<br>м <sup>3</sup> /га |         |         |
|----------------------|---|--|---------|---------|--|---------|---------|
|                      |   | низкой   | средней | высокой | низкой   | средней | высокой |
| 3,0                  | 3,0   | 1,050  | 1,100   | 1,148   | 9,4  | 9,9     | 10,3    |
| 3,5                  | 6,0   | 0,936  | 0,998   | 1,060   | 19,6   | 21,0    | 22,3    |
| 4,0                  | 8,8   | 0,824  | 0,896   | 0,971   | 43,5   | 31,5    | 34,2    |
| 4,5                  | 11,4  | 0,725  | 0,800   | 0,833   | 37,2   | 41,0    | 42,7    |
| 5,0                  | 13,5  | 0,644  | 0,720   | 0,796   | 43,5   | 48,6    | 53,7    |
| 5,5                  | 15,4  | 0,588  | 0,660   | 0,731   | 49,8   | 55,9    | 61,9    |
| 6,0                  | 17,1  | 0,544  | 0,611   | 0,678   | 55,8   | 62,7    | 69,5    |
| 6,5                  | 19,6  | 0,510  | 0,573   | 0,634   | 61,6   | 75,9    | 84,1    |
| 7,0                  | 20,0  | 0,484  | 0,542   | 0,601   | 63,7   | 79,3    | 86,6    |
| 7,5                  | 21,4  | 0,464  | 0,517   | 0,572   | 64,5   | 83,0    | 91,8    |
| 8,0                  | 22,7  | 0,450  | 0,499   | 0,550   | 81,7   | 90,6    | 99,9    |
| 8,5                  | 23,9  | 0,439  | 0,485   | 0,532   | 89,2   | 98,5    | 108,1   |
| 9,0                  | 25,0  | 0,432  | 0,476   | 0,520   | 97,2   | 107,1   | 117,0   |
| 9,5                  | 26,2  | 0,426  | 0,468   | 0,510   | 106,0  | 116,5   | 126,9   |
| 10,0                 | 27,2  | 0,422  | 0,461   | 0,500   | 114,3  | 125,4   | 136,0   |
| 10,5                 | 28,2  | 0,420  | 0,455   | 0,491   | 124,4  | 134,7   | 145,4   |
| 11,0                 | 29,2  | 0,416  | 0,450   | 0,483   | 133,6  | 144,5   | 155,1   |
| 11,5                 | 30,1  | 0,413  | 0,444   | 0,476   | 143,0  | 153,7   | 164,8   |
| 12,0                 | 30,9  | 0,410  | 0,440   | 0,470   | 152,0  | 163,1   | 174,3   |
| 12,5                 | 31,8  | 0,406  | 0,434   | 0,465   | 161,4  | 172,5   | 184,8   |
| 13,0                 | 32,4  | 0,402  | 0,430   | 0,460   | 169,3  | 181,1   | 193,8   |
| 13,5                 | 33,2  | 0,400  | 0,426   | 0,454   | 179,3  | 190,9   | 203,5   |
| 14,0                 | 34,0  | 0,398  | 0,423   | 0,450   | 181,1  | 201,3   | 214,2   |
| 14,5                 | 34,6  | 0,396  | 0,420   | 0,448   | 198,7  | 210,7   | 224,8   |
| 15,0                 | 35,2  | 0,394  | 0,418   | 0,446   | 208,0  | 220,7   | 235,5   |

44. Сумма площадей сечений и запасы насаждений арчи туркестанской на 1 га в зависимости от высоты и группы полндревесности

| Средняя высота, м | Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га | Среднее видовое число насаждений по группам полндревесности |         |         | Запас стволов насаждений по группам полндревесности, м <sup>3</sup> /га |         |         |
|-------------------|--|---|---------|---------|---|---------|---------|
|                   |  | низкой  | средней | высокой | низкой  | средней | высокой |
| 3,0               | 7,2  | 0,960   | 1,030   | 1,090   | 20,7  | 22,2    | 23,5    |
| 3,5               | 12,0                                       | 0,874   | 0,945   | 1,010   | 36,7  | 39,7    | 42,4    |
| 4,0               | 17,0                                       | 0,794   | 0,864   | 0,936   | 54,0  | 58,7    | 63,6    |
| 4,5               | 22,0                                       | 0,724   | 0,794   | 0,866   | 71,7  | 78,6    | 85,7    |
| 5,0               | 27,4                                       | 0,666   | 0,736   | 0,807   | 91,2  | 100,8   | 105,6   |
| 5,5               | 31,4                                       | 0,622   | 0,692   | 0,761   | 107,4   | 119,5   | 131,4   |
| 6,0               | 34,4                                       | 0,585   | 0,656   | 0,730   | 120,7   | 135,4   | 150,7   |
| 6,5               | 36,8                                       | 0,556   | 0,627   | 0,700   | 133,0   | 150,0   | 167,4   |
| 7,0               | 38,6                                       | 0,534   | 0,603   | 0,673   | 144,3   | 163,0   | 182,0   |
| 7,5               | 40,4                                       | 0,517   | 0,582   | 0,648   | 156,6   | 176,3   | 196,3   |
| 8,0               | 41,8                                       | 0,502   | 0,564   | 0,626   | 167,8   | 188,6   | 209,3   |
| 8,5               | 43,1                                       | 0,486   | 0,546   | 0,608   | 178,4   | 200,0   | 222,7   |
| 9,0               | 44,3                                       | 0,473   | 0,532   | 0,592   | 188,6   | 212,1   | 236,0   |
| 9,5               | 45,4                                       | 0,458   | 0,518   | 0,576   | 197,5   | 223,4   | 248,4   |
| 10,0              | 46,4                                       | 0,448   | 0,504   | 0,562   | 207,9   | 233,8   | 260,7   |
| 10,5              | 47,2                                       | 0,440   | 0,494   | 0,548   | 218,0   | 244,8   | 271,6   |
| 11,0              | 48,0                                       | 0,432   | 0,484   | 0,536   | 228,1   | 255,5   | 283,0   |
| 11,5              | 48,8                                       | 0,426   | 0,476   | 0,526   | 239,1   | 267,1   | 295,2   |
| 12,0              | 49,4                                       | 0,422   | 0,470   | 0,518   | 250,1   | 278,6   | 307,1   |

Для насаждений арчи полушаровидной, зеравшанской, крымских и кавказских можжевельников со средней полндревесностью стволов по программе множественного регрессионного анализа на ЭВМ «Ряд-1030» нами получены полиномиальные математические модели зависимости запаса стволовой древесины  $M$ , м<sup>3</sup>/га, сырораствующей наземной фитомассы  $\Phi_0$ , т/га, фитомассы сучьев  $\Phi_c$ , т/га, хвои  $\Phi_x$ , т/га, древостоя зелени  $\Phi_3$ , т/га, и поверхности хвои  $\Pi_x$ , га/га, от средней высоты  $H$ , м, и суммы площадей сечений стволов на высоте груди,  $g$ , м<sup>2</sup>/га:

$$M = 49,041 + 0,991 H^2 - 20,436 H + 0,079 g^2 + 4,527 g;$$

$$\Phi_0 = -0,042 + 0,45 M;$$

$$\Phi_c = 21,337 + 435 H^2 - 8,75 H + 0,033 g^2 + 1,992 g;$$

$$\Phi_x = 5,651 - 0,186 H^2 - 1,859 H - 0,033 g^2 + 0,356 g + 0,220 gH;$$

$$\Phi_3 = 0,026 g^2 + 1,408 g - 2,812;$$

$$\Pi_x = 4,679 + 0,079 H^2 - 1,941 H + 0,008 g^2 + 0,376 g;$$

$$\Phi_3 = 0,150 g - 0,012;$$

$$\Phi_3 = 7,667 + 0,147 H^2 - 3,14 H + 0,013 g^2 + 0,682 g.$$

Для арчевников Копетдага получена формула многомерной связи между полнотой  $P$ , сомкнутостью полога  $C$  и средней высотой  $H$  насаждений:  $P = 1,35 H^{0,25} \cdot C^{0,53}$ . Коэффициент корреляции между истинными и расчетными значениями полноты оказался 0,676 [31]. При пользовании данной формулой получается, что нормальные насаждения арчи туркменской со средней высотой 4—7 м имеют сомкнутость полога 25—35%. И хотя при



такой сомкнутости насаждение зрительно воспринимается как редкостойное, в жестких весьма аридных экологических условиях Копетдага такая естественная сомкнутость полога оказывается максимальной. Успешность возобновления в этих условиях учитывается по специально разработанной шкале.

Для насаждений арчи полушаровидной, зеравшанской, крымских и кавказских можжевельников сомкнутость полога может быть определена по сумме площадей сечений  $G$ , количеству деревьев  $N$  и среднему расстоянию между деревьями  $l_{\text{ср}}$  по формулам:  $C=0,042+0,045 G$  при  $r=0,949$ ;  $C=0,189+0,001 N$  при  $r=0,638$ ;  $C=0,524-0,018 l_{\text{ср}}$  при  $r=0,728$ . Как видим, более точно сомкнутость крон может быть определена по  $G$ .

В арчевниках Тянь-Шаня, Крыма и Кавказа естественное возобновление оценивается по следующей шкале: до 500 шт/га — возобновление отсутствует; 501—1000 шт/га — слабое; 1001—2000 шт/га — удовлетворительное и более 2000 шт/га — хорошее. Для оценки учитывается только жизнеспособный подрост высотой более 20 см. От угнетенного подростка к жизнеспособным относятся 50% растений.

Обобщение имеющейся литературной информации и наши натурные наблюдения свидетельствуют о том, что по лесоводственно-таксационным особенностям арчевники Крыма и Кавказа ближе к насаждениям можжевельника полушаровидного и зеравшанского. Поэтому при проведении таксационных работ в насаждениях можжевельников высокого, многоплодного, тяжелопахучего и красного следует пользоваться таблицами и формулами, полученными для арчи зеравшанской и полушаровидной с соответствующей корректировкой и дальнейшими уточнениями.

При составлении плановых заданий по заготовке семян необходимо учитывать цикличность плодоношения арчи и выход здоровых семян. Под лесосеменные участки следует отводить насаждения арчевников прирусловых, террас, пологих и нижних частей покатых склонов полной 0,4—0,6; для можжевельников зеравшанского, полушаровидного, туркменского, высокого, тяжелопахучего, многоплодного и красного в возрасте 80—140 лет, а туркестанского — 140—200 лет, в которых наблюдается наиболее высокая семенная продуктивность. В обильно- и среднеурожайные годы необходимо создавать запас семенного фонда на 2—3 года.

Учитывая специфику возобновительного процесса арчи, ее долголетье, медленный рост и устойчивость против гниения, считаем, что в можжевельниковых насаждениях могут вырубаться только те деревья, под кронами которых имеется достаточное количество благонадежного подростка, способного не только заменить, но и увеличить количество деревьев в данном типе леса. Выборка спелых и перестойных деревьев, зараженных гнилями, но

обеспеченных благонадежным подростом, будет способствовать сохранению лесопокрытой площади и оздоровлению насаждений.

**Организация питомника.** При выборе участка под питомник необходимо соблюдать следующие условия:

1. Питомник должен иметь удобные подъездные пути для транспортировки посадочного материала и располагаться вблизи источника орошения.

2. Участок должен быть ровным, с общим уклоном не более 5—7°

3. Наиболее пригодными под питомники следует считать мощные и среднемощные богатые почвы с легким и средним суглинистым механическим составом глубиной не менее 50 см.

4. Питомник не должен затопляться весенними и ливневыми паводковыми водами.

5. Располагать питомник лучше на участке, защищенном от ветра. На открытых площадках следует создавать ветрозащитные полосы.

На выбранном участке следует провести съемку, детальные почвенное и энтомологическое обследования на зараженность почвенными вредителями и составить его почвенную карту. Энтомологические обследования проводят до начала пахоты, осенью или ранней весной согласно действующим правилам.

Если при почвенных раскопках обнаружены проволочники, ложнопроволочники, личинки хрущей и гусеницы подгрызающих совок (независимо от их количества на 1 га), необходимо перед вспашкой зяби или предпосевной культивацией внести в почву инсектициды.

**Посев семян в питомнике.** Нормы высева семян арчи необходимо определять в зависимости от их качества и массы, так как эти показатели очень сильно варьируют. Прежде всего следует учитывать массу 1000 шт. семян, определенную контрольно-семенной станцией, и установленный планом выход сеянцев арчи с 1 м посевной строчки. Для всех видов арчи установлен следующий выход сеянцев (шт.): в однолетнем возрасте 140, в двухлетнем 120, трехлетнем 100.

На основании имеющихся данных норма высева семян рассчитывается по формуле

$$N = \frac{A \cdot 100}{D} K,$$

где  $N$  — норма высева семян, г;  $A$  — масса 120 шт. здоровых семян;  $D$  — доброкачественность семян, %;  $K$  — коэффициент грунтовой всхожести, постоянная величина, равная 2.

Сеянцы арчи требуют тщательного ухода и хорошей аэрации почвы, поэтому лучше сеять семена на слегка повышенные гряды, которые устраивают в направлении близком к горизонталям для обеспечения полива медленной струей. Ширина гряд 70 см,

высота 10—12 см, ширина поливной борозды 30 см. Семена высевают в две широкие, 10-сантиметровые, строчки вдоль гряды на расстоянии 20 см друг от друга [46]. Дно посевных строк уплотняют. Необходимо следить за тем, чтобы семена ложились равномерно, а не отдельными кучками.

Высеянные семена немедленно заделывают рыхлой перегнойной землей. Глубина заделки их следующая: у можжевельника туркестанского 1,5—2,0 см, зеравшанского, туркменского, крымских и кавказских видов 1,0—1,5 см и арчи полушаровидной 0,5—1,0 см. Заделав семена, необходимо слегка уплотнить строчки катком для усиления капиллярного поступления к ним почвенной влаги. После этого для предохранения верхнего слоя почвы от иссушения в период прорастания семян посеы мульчируют. Применяют торф, мох и опилки. Толщина покрывки 2—3 см. Мульчу следует все время содержать в рыхлом состоянии.

Лучшие результаты по приживаемости и росту культур арчи получены при выращивании сеянцев в полиэтиленовых и бумажных стаканчиках, заполненных почвенно-торфяной смесью. Этот метод необходим при облесении сухих каменистых южных склонов и гребней, где при посадке сеянцев с открытой корневой системой наблюдается очень низкая приживаемость культур.

**Уход за посевами.** При появлении единичных всходов арчи верхнюю часть покрывки удаляют, а оставшийся незначительный нижний слой слегка рыхлят. Необходимо помнить, что при запоздалой уборке мульчи всходы сильно вытягиваются в высоту, вырастают в покрывку, искривляются и при ее снятии (особенно неосторожном) в значительной степени повреждаются. Лучше снимать покрывку в пасмурную погоду или в конце дня между 17—18 ч.

В первый год посева (до появления всходов сорняки выдергивают только руками, что одновременно заменяет рыхление не только покрывки, но и верхнего слоя почвы). С появлением всходов рыхление ведут очень осторожно на глубину не более 1—2 см. С середины лета, когда всходы несколько подрастут, рыхлить следует на глубину до 3—4 см, а к концу вегетационного периода однолетних сеянцев глубину рыхления доводят до 6 см. Всего на второй год посева (первый год жизни сеянцев) проводят 8—10 рыхлений. На третий год рыхлят 4—6 раз, но на глубину 8 см [46].

Интенсивность полива в питомниках зависит от физического свойства почвы и погодных условий. Основными способами орошения посевов в питомнике являются: полив из леек, дождеванием и подпитывающий полив (по бороздкам). Другие способы (затоплением или пуском по грядам) в горных условиях не допускаются. Полив из леек (10—12 л на 1 м<sup>2</sup> гряды) применяется до появления всходов и в первые дни (15—20 дней) после их появления. Полив дождеванием осуществляют при помощи шлангов-брандспойтов и специальными установками, которые

разбрасывают воду в виде мелких капель и увлажняют не только почву и растения, но и нижние слои воздуха. В связи с этим создаются более благоприятные условия для развития растений, чем при поливе по бороздам. Дождевание позволяет с достаточной точностью регулировать водный режим почвы, приспособлявая последний к требованиям растений. Он применяется до и после появления всходов.

К недостаткам полива дождеванием, как и других поверхностных поливов, относятся некоторое уплотнение верхнего слоя почвы и образование корки. Поэтому после каждого полива необходимо проводить рыхление. На небольших площадях лейки вполне можно заменить шлангами-брандспойтами. Для этого используют резиновый шланг с сечением в 2—3 см и водозаборный бак емкостью 1,0—1,5 м<sup>3</sup> или бетонированный отстойник. В нижней части бака или отстойника на высоте 0,3 м от его дна укрепляют водосливной кран. Самая нижняя часть бака служит для отстаивания воды. Чтобы обеспечить достаточный напор воды, бак устанавливают выше питомника на 7—10 м. К сливному крану крепится резиновый шланг, на другом конце которого имеется наконечник-распылитель. Взамен железного бака можно использовать деревянные или железные бочки и т. п. На больших площадях (1,5—3 га) полив дождеванием желательнее проводить полустационарными установками КДУ-48.

При расчетах норм бороздкового полива применяется следующая формула:  $M = 100 \frac{H}{A} (K - Ч)$ , где  $M$  — поливная норма воды на 1 га, м<sup>3</sup>;  $H$  — глубина увлажняемого слоя почвы, м;  $A$  — объемная масса почвы, г/см<sup>3</sup>;  $K$  — необходимая поливная влагоемкость почвы, %, на глубину увлажняемого слоя;  $Ч$  — исходная влажность почвы до полива, %, на глубину увлажняемого слоя. Объемную массу, полевую влагоемкость и влажность почвы устанавливают по общепринятой методике.

Сроки полива определяют состоянием почвы. В первый год посева следует провести 5—6 поливов, во второй 8—9 и в третий 10—11. Количество поливов может изменяться. Так, при сухом продолжительном ветре в ясную погоду кратность поливов следует увеличить и, наоборот, безветренная облачная погода с повышенной относительной влажностью воздуха и дождями позволяет удлинить межполивной период.

Примерные поливные нормы в зависимости от механического состава почвы и фаз при поливе дождеванием приводятся в табл. 45. При поливе по бороздкам поливные нормы увеличивают на 25—30% против приведенных в табл. 45.

**Предохранение семян арчи от выжимания.** Выжимание семян из почвы происходит главным образом весной, реже осенью, при оттаивании и замерзании воды в почве. Это явление в питомниках может сопровождаться не только разрывом корневой системы, но и полным выжиманием растений с корнями на поверхность почвы. Значительное выжимание происходит на

**45. Поливные нормы в зависимости от механического состава почвы и фенотаз**

| Фенологические периоды | Поливная норма, м <sup>3</sup> /га, на почвах |                  |                   |                   |
|------------------------|---|------------------|-------------------|-------------------|
|                        | супесчаных                                    | легкосуглинистых | среднесуглинистых | тяжелосуглинистых |
| I—II                   | 70—80   | 100—120          | 150—170           | 180—200           |
| III                    | 140—160                                       | 240—250          | 270—290           | 300—320           |
| IV                     | 220—250                                       | 340—360          | 400—430           | 450—470           |

тяжелых и средних суглинках. Для предохранения семян от этого рекомендуется осенью после прекращения ухода покрывать почву торфом, мхом и опилками, т. е. мульчировать как между строчками, так и в строчках. Толщина покрывки должна быть 3—4 см [46].

**Производство лесных культур.** Подбор лесокультурных площадей, выбор видов арчи и других древесных и кустарниковых пород для создания культур в поясе арчевников производятся с учетом высотных границ формаций лесообразующих видов по лесорастительным районам, типов лесорастительных условий, комплексных климатических показателей и опыта интродукционных работ, проводимых в поясе арчевых лесов.

В субальпийском подпоясе лесокультурные работы не проектируют. Наиболее распространенными и требующими искусственного восстановления в первую очередь являются нижне- и среднегорные арчевники на Тянь-Шане и Памире, а затем высокогорные; в Копетдаге — весь пояс арчи туркменской, а в Крыму и на Кавказе — нижняя часть можжевельников редколесий.

Скалы и осыпи с фрагментарными периодически свежими почвами, а также крутые и выпуклые покатые южные склоны с очень сухими, бедными, каменистыми почвами из лесокультурного фонда пока исключают. Остальные типы лесорастительных условий для проектирования питомников и лесных культур детализируют по глубине мелкоземного слоя до плотных пород (табл. 46). Кроме того, для выбора способа подготовки почвы все разнообразие лесорастительных условий арчевников подразделяют на нижеследующие категории лесокультурных площадей:

а) склоны до 8° с несмытыми глубокими и средними почвами, пустыри, прогалины, поляны, земли, вышедшие из-под сельскохозяйственного пользования, лесосеки и гари со сгнившими или удаленными пнями, участки, подлежащие сплошной вспашке;

б) склоны от 8 до 15° с несмытыми глубокими и средними почвами, а при меньшей крутизне — с мелкими почвами (менее 0,4 м), пустыри прогалины, поляны, лесосеки и гари с редкими пнями и валунами; участки, подлежащие полосной вспашке;

## 46. Классификация типов лесорастительных условий арчевых лесов по глубине мелкоземного слоя

| Тип лесорастительных условий   | Глубина мелкоземного слоя, м. в почвах |                            |                           |                              |
|--|--|----------------------------|---------------------------|------------------------------|
|  | более 2, А — глубоких                  | от 0,7 до 1,9, Б — средних | от 0,4 до 0,7, В — мелких | меньше 0,4, Г — очень мелких |
| 0. Гребни и крутые склоны всех экспозиций, кроме южных, с сухими небогатыми, коричневыми или высокогорными лесными оторфованными почвами                               | A <sub>0</sub>                         | B <sub>0</sub>             | B <sub>0</sub>            | Г <sub>0</sub>               |
| 1. Средние и верхние части покатых склонов всех экспозиций, кроме южных, со свежими среднебогатыми, коричневыми или высокогорными лесными оторфованными почвами        | A <sub>1</sub>                         | B <sub>1</sub>             | B <sub>1</sub>            | Г <sub>1</sub>               |
| 2. Пологие и нижние части покатых склонов всех экспозиций, кроме южных, локальные и верхние надпойменные террасы, блюдцеобразные понижения с влажными богатыми почвами | A <sub>2</sub>                         | B <sub>2</sub>             | B <sub>2</sub>            | Г <sub>2</sub>               |
| 3. Поймы рек с аллювиальными каменисто-щебенчатыми богатыми почвами с подтоком грунтовых вод   | A <sub>3</sub>                         | B <sub>3</sub>             | B <sub>3</sub>            | Г <sub>3</sub>               |
| 4. Конуса выносов с аллювиальными каменисто-щебенчатыми небогатыми почвами с периодическим подтоком грунтовых вод  | A <sub>4</sub>                         | B <sub>4</sub>             | B <sub>4</sub>            | Г <sub>4</sub>               |
| 5. Блюдцеобразные понижения, западины, террасы, пологие и нижние части покатых южных склонов с периодически свежими богатыми коричневыми почвами                       | A <sub>5</sub>                         | B <sub>5</sub>             | B <sub>5</sub>            | Г <sub>5</sub>               |

в) склоны крутизной от 15 до 30° с несмытыми глубокими почвами, смытые, сильно эродированные почвы с мощным мелкоземистым слоем при наличии на них незначительного количества пней, валунов и выходов скал; участки, подлежащие терра-сированию;

г) склоны различной крутизны, поймы рек и конуса выносов с наличием большого количества пней, валунов и выходов скал; склоны крутизной более 30° при отсутствии пней, валунов и выходов скал; участки, подлежащие частичной подготовке почвы площадками размером 2×1 м. Количество площадок на 1 га 600—800 шт., сеянцев на площадке 5—10 шт.

С учетом детализированных типов лесорастительных условий и категорий лесокультурных площадей арчевников нами составлена схема типов лесных культур для различных видов арчи [29]. При существующих экономических и организационно-хозяйственных условиях на данном этапе изученности пояса арчеви-

ков, на наш взгляд, нет оснований к пересмотру вопроса об арче как главной породе в пределах ее ареала. Лишь в некоторых типах с богатыми влажными почвами возможен ввод в культуры быстрорастущих и технически ценных пород: лиственницы, сосны, ели, березы. Однако в дальнейшем необходимо расширить интродукционные и селекционные работы с целью интенсификации ведения хозяйства в можжевеловых лесах и редколесьях СССР.

Сплошную обработку почвы, как правило, проводят осенью. Пашут поперек склона плугом на глубину 30—33 см.

При весенних посадках зябь ранней весной боронуют в два следа, а при осенних обрабатывают по системе черного пара. Обработку почвы полосами производят теми же механизмами, что и сплошную вспашку, в те же сроки, на ту же глубину. На склоне полосы располагают по горизонталям, определяемым нивелиром. Ширина распахиваемых полос должна быть не менее 3—4 м. Размещение полос зависит от крутизны склона. На склонах крутизной 8—10° ширина полос равна 6—10 м, а расстояние между полосами 2—3 м. При крутизне склонов 10—15° ширина полос составляет 3—4 м, а расстояние между ними 4—6 м.

На склонах крутизной от 15 до 30° наиболее эффективный способ механизированной подготовки почвы — устройство террас треугольного профиля (табл. 47). После устройства террас плотно их рыхлят специальными механизмами.

47. Размещение террас на склонах различной крутизны

| Крутизна склонов, град. | Ширина полотна террас, м |     |     | Максимальное расстояние между террасами, м |
|-------------------------|--------------------------|-----|-----|--|
|                         | 2,5                      | 3,0 | 3,5 |  |

*Минимальное расстояние между террасами, м*

|    |     |     |     |      |
|----|-----|-----|-----|------|
| 10 | 3,2 | 3,7 | 4,2 | 19,4 |
| 15 | 4,1 | 4,5 | 5,2 | 15,6 |
| 20 | 4,4 | 4,6 | 5,2 | 13,4 |
| 25 | 4,8 | 5,3 | 6,1 | 11,8 |
| 30 | 5,7 | 6,6 | 7,9 | 10,6 |

В ниже- и среднегорном подпоясах на сухих склонах южной экспозиции крутизной более 30° устраивают канавотеррасы шириной поверху 60 см и понизу 30 см со средней глубиной 50 см. При отсутствии щебня и гальки делают их с помощью ручного моторизованного рыхлителя РМР-1. При наличии большого количества скелета их копают вручную. Расстояние между канавотеррасами 2—3 м. Почву площадками 2×1 м подготавливают на незначительно засоренных участках осенью или ранней весной перед посадкой. На сильно заросших участках обработку почвы следует проводить по системе черного пара.

**Посадка лесных культур.** Основным способом закладки лесных насаждений арчи следует считать посадку трехлетними сеянцами. Ее необходимо проводить в основном весной в сжатые сроки, в течение 10—15 дней, которые определяются погодными условиями и местом посадки. Частично возможна также и позднеесенняя посадка перед выпадением зимних осадков. Но в этом случае есть опасность выжимания саженцев морозом, особенно на тяжелых суглинистых почвах.

На площади со сплошной обработкой почвы производят рядовую посадку лесопосадочной машиной. На 1 га высаживают от 7 до 10 тыс. шт. сеянцев. Размещают их в рядах на расстоянии 0,5—0,7 м (в зависимости от вида арчи) и между рядами — 2 м. При полосной обработке почвы посадку производят рядами с таким же размещением сеянцев в ряду. Количество рядов на полосе определяется ее шириной. На полосах шириной 2 м один ряд посадок, при 3—4 м два ряда, при 6 м три и при 10 м 5 рядов. Количество растений на 1 га определяется шириной и количеством полос на 1 га.

На террасах ведут двухрядную посадку с расположением первого ряда на откосе террасы и второго у основания вала. Расстояние в рядах между сеянцами 0,5—0,7 м. Количество растений на 1 га определяется общей площадью полотна террас. При производстве лесных культур площадками на каждую из них высаживают от 5 до 10 сеянцев в один ряд. Посадку проводят вручную под меч Колесова или лопату.

Техническую приемку работ по посадке арчи, а также инвентаризацию осуществляют в установленном порядке согласно действующему руководству по производству и учету лесных культур. Террасы нарезают террасерами и универсальными бульдозерами.

**Уход за арчой.** Уход за арчой заключается в прополке и рыхлении площади согласно положению об уходе за хвойными породами. Поливы целесообразно применять при сплошной, полосной обработке почвы и на террасах, где имеются источники орошения.

При внесении минеральных удобрений в дозах  $N_{60}P_{120}K_{20}$  кг действующего начала на 1 га прирост культур арчи увеличивается на 50—80%. Удобрения вносят ранней весной во влажную почву. В качестве азотного удобрения используют аммиачную селитру; фосфорного — суперфосфат и калийного — хлористый калий.

## **10. ВОДООХРАННО-ЗАЩИТНАЯ РОЛЬ И НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ АРЧЕВНИКОВ**

Многочисленные полезные свойства можжевельников привлекали к нему внимание человека с давних времен. Мягкая, упругая, с приятным бальзамическим запахом, весьма гнилостойкая,



с красивой текстурой древесина используется для столярных, токарных, художественных изделий, музыкальных инструментов, сувениров, резьбы по дереву. В высокогорных районах Южного Тянь-Шаня, Копетдага и Памира арча — единственный местный строительный материал. В средние века горнорудное, гончарное и кузнечное ремесла здесь базировались в основном на древесном угле арчи. В 30-е годы текущего столетия древесина арчи широко использовалась в карандашном производстве, для изготовления искусственного мрамора и художественной фанеры. Она экспортировалась за границу. Знаменитые на весь мир карандаши фирмы «Фабер» изготавливались из древесины арчи. На арчевых балках держатся перекрытия в знаменитых древних дворцах Бухары и Самарканда. Древесина ее не только устойчива против гниения, но отличается легкостью и большой прочностью. По нашим данным, средняя объемная плотность ее у арчи полушаровидной и зеравшанской составляет  $0,463 \text{ г/см}^3$ , а у туркестанской  $0,49 \text{ г/см}^3$ .

В хвое, побегах и шишкоягодах арчи содержится до 5% эфирных масел, которые находят применение в медицине как эффективное антисептическое средство. Это качество арчи использовалось и особенно большое значение имело в годы Великой Отечественной войны. В госпиталях, располагавшихся в городах Средней Азии, успешно применялся препарат из арчевого масла, добываемый из древесной зелени местных можжевельников. Цедрольная фракция эфирных масел арчи была признана одним из наиболее эффективных антисептических средств для лечения труднозаживающих гнилостных ран. Экстракты, полученные из шишкоягод можжевельника твердого, проявляют антибактериальное действие в отношении стафилококка (*Staphylococcus aureus*) при добавлении их к бульонной культуре.

Учитывая большую ценность древесины и других элементов надземной фитомассы арчи, их изучению, учету и рациональному использованию мы уделили серьезное внимание [32].

Физиологическое действие эфирного масла арчи испытывалось в Институте ботаники АН КазССР. На основе цедрола была синтезирована и испытана на ростовые свойства представителей сем. пасленовых цедренкарбоновая кислота. При предпосевной обработке раствором натриевой соли цедренкарбоновой кислоты в течение 2 ч высота опытных растений по сравнению с контролем увеличилась в 2 раза, бутонизация и цветение их наступили на 2 недели раньше [11]. Наибольший эффект наблюдался у паслена птичьего после 24-часовой обработки семян тем же раствором. При трехкратном опрыскивании кустов винограда 0,0001%-ным раствором натриевой соли цедренкарбоновой кислоты урожай увеличился на 20—30% [11].

Эфирные масла можжевельников придают особый аромат высококачественным экспортным табакам. Огромное количество шишкоягод арчи (250—300 т) используется ежегодно для получения

отечественного пряно-ароматического сырья. Для производства маринованной рыбы и консервов была разработана технология производства отечественных пряностей, в состав которых входили айрный корень, лапчатка, стебель лавра и можжевельные шишкоягоды. Эти пряности не только придают рыбе особый острый аромат и вкус, но и тормозят окисление ее жира. Было отмечено стимулирующее действие можжевельных шишкоягод на размягчение и готовность рыбы, что связано с содержанием в них сахаров и органических кислот.

Широко используются шишкоягоды и в ликеро-водочном производстве. Они входят в состав настоек «Можжевельная» и «Можжевельная любительская» в количестве 82 кг шишкоягод на 1000 декалитров настойки. Тонкий аромат и приятный привкус этим настойкам придают в основном эфирные масла арчи.

В хвое, молодых побегах и коре можжевельников содержится до 5—8% дубильных веществ, пригодных для производства дубителей [39]. Эфирные масла арчи могут использоваться в качестве пряно-ароматического продукта для парфюмерии. Юниперовая кислота, выделенная из воска казачьего можжевельника, дает ценное душистое вещество с мускусным запахом — циклогексанамид, а кислородсодержащие фракции из туркестанской арчи имеют нежный запах роз. Они могут широко использоваться в тонкой парфюмерии. Таким образом, практически все части фитомассы арчи весьма ценны для человека. Однако площади арчевников и запасы фитомассы в СССР весьма ограничены. Поэтому главной задачей лесоводов является создание в аридных горных районах страны крупных массивов арчевников, имеющих защитное и отчасти промышленное назначение.

Неоценимо санитарно-гигиеническое и лечебно-профилактическое значение арчевых лесов. По данным Б. П. Токина [43], 1 га можжевельных насаждений может выделить за 1 день в окружающую атмосферу до 30 кг летучих веществ с бактерицидными, противогрибковыми и протистоцидными свойствами, образуя своего рода «противомикробную зону». Причем он указывает, что 30 кг летучих фракций фитонцидов теоретически достаточно, чтобы простерилизовать огромный город. Кроме того, арчевники, так же как горные реки и водопады, повышают отрицательную ионизацию воздуха, оказывающую благоприятное действие на организм человека. Следовательно, можжевельные леса — наиболее благоприятные места для размещения домов отдыха и курортов. Арчевники курортных регионов Крыма и Черноморского побережья Кавказа являются своего рода «легкими» всесоюзных здравниц.

Весьма ценно в эстетическом и гигиеническом отношении создание зеленых зон вокруг городов и поселков, городских скверов, аллей и парков с участием можжевельников. Красивейшие группы арчи казачьей образуют настоящее зеленое пламя, а можжевельник обыкновенный — «кипарисовые» аллеи. К сожа-

лению, арча еще недостаточно вошла в практику лесопаркового строительства.

Весьма перспективны можжевельники для зеленого строительства в загазованных и задымленных районах, промышленных центрах и вокруг химических предприятий. По данным В. Г. Антипова [5], большинство видов можжевельников относится к устойчивым к промышленным газам древесным и кустарниковым породам. По устойчивости к газам все древесные породы разделены им на 5 градаций: I — очень устойчивые, II — устойчивые, III — относительно устойчивые, IV — малоустойчивые, V — неустойчивые. Статистически достоверно ( $P_{\Delta} > 95\%$ ) и В. Г. Антиповым установлено, что к очень устойчивым к газам относится можжевельник китайский; к устойчивым — можжевельники казацкий, виргинский, сибирский, полушаровидный, зеравшанский, туркменский; к относительно устойчивым — обыкновенный. Ни один вид арчи не отнесен к малоустойчивым и неустойчивым к газам.

Являясь хорошим убежищем и кормовой базой для диких животных и птиц (кабана, барсука, дикобраза, арчевого дубоноса и др.), арчевники, особенно субальпийские, способствуют их сохранению и умножению в высокогорных районах Тянь-Шаня, Памира и Копетдага.

Защитная и противоселевая роль древесных пород прежде всего обусловлена характером и мощностью корневой системы. Большинство видов можжевельников развивает огромную корневую систему, далеко выходящую за пределы проекции кроны, в связи с чем они в значительной степени предотвращают развитие эрозионных процессов и формирование селей. Даже при сомкнутости древесного полога 0,2—0,3 наблюдается, как правило, тесное переплетение или в крайнем случае сближение и соприкосновение корневых систем отдельных деревьев и целых биогрупп арчи. Чем суше местообитание, тем большую протяженность и разветвленность имеют корневые системы. Тонкие окончания корней сплошь пронизывают поверхностные горизонты почвы, предотвращая их смыв и размыв.

По данным В. И. Запругаевой [14], у 240-летнего можжевельника туркестанского в арчевнике типчаково-разнотравном масса корней в воздушно-сухом состоянии у ствола дерева достигает 29,75 т/га, из них 19,45 т/га, или 65%, залегает у самой поверхности, до глубины 10 см. В горизонте 10—20 см располагается 29% всей массы корней. По краю кроны количество корней в 10-сантиметровом слое почвы составляет 7,6 т/га, или 21,6% всей массы, которая равна 36,62 т/га. Здесь наибольшее количество корней (15,08 т/га, или 38,5%) сосредоточено в горизонте 20—30 см. Между кронами масса корней уменьшается, однако она составляет еще значительную величину. В 70-сантиметровом слое масса корней составляет 20,98 т/га. Из общего количества в 20-сантиметровом слое здесь залегает 44% корней. Близкие

данные получены и по арче полушаровидной. У можжевельника многоплодного основная масса корней (79,6%) также концентрируется в слое почвы до 20 см [22, 45]. Эти данные свидетельствуют о том, что арча — одна из наиболее перспективных древесных пород, пригодных для закрепления горных склонов аридных и высокогорных районов страны.

Большое противозерозионное значение имеет лесная подстилка, ее мощность и водно-физические свойства. В арчевниках высокогорных годовая масса опада в абсолютно сухом состоянии на 1 га колеблется от 815 до 1827 кг. В арчевниках среднегорных количество опада значительно меньше (от 505 до 1007 кг на 1 га). Основную часть опадающей органической массы (50—70%) составляет хвоя.

Процессы разложения в арчевниках протекают медленно, за 3 года масса опада уменьшается на 22—25%. Тип биологического круговорота в арчевниках относится к сильно заторможенному, а на больших высотах — к застойному. Подкроновые пространства арчи служат своего рода «окнами фильтрации», перехватывающими поверхностный сток талых вод и ливней, ликвидируя таким образом возникновение смыва и размыва почвы. Даже ливневые дожди интенсивностью 10—20 мм/ч свободно поглощаются подстилкой и переводятся во внутрпочвенный сток. При 10-минутном дождевании подстилка арчи удерживает количество влаги, примерно равное своей массе, а при 20- и 40-часовом намачивании — в 1,6 раза больше. При прочих равных условиях в арчевых лесах полнотой 0,5—0,6 поверхностный сток в 1,3—1,5 раза меньше, чем в редицах полнотой 0,1—0,2.

Уничтожение арчевников ведет к ухудшению водного режима горных рек и более частым случаям возникновения селевых потоков. Склонозащитная роль арчевников в значительной мере обусловлена улучшением водно-физических свойств почвы не только в высокополотных насаждениях, но даже в редицах.

Во всех типах леса объемная плотность почвы на прогалинах отличается от показателей подкронового пространства. На прогалинах она, как правило, выше, чем под кронами арчи. Особенно существенная разница, достигающая 1,5—5,0-кратной величины, наблюдается в верхнем 30-сантиметровом слое почвы.

Как известно, порозность определяет водный, воздушный режимы и влагоемкость почвы и обуславливает интенсивность поверхностного стока. Полученная информация свидетельствует о том, что наиболее высокой порозностью отличаются верхние, хорошо гумусированные горизонты почвы подкроновых пространств. Они существенно отличаются от показателей прогалин. Во всех типах леса большая разница наблюдается в предельной полевой влагоемкости почвы на прогалинах и под кронами арчи. В верхнем 20-сантиметровом слое почвы разница достигает 3—4-кратной величины.

В 10-сантиметровом слое почвы предельная полевая влагемкость под куртинами арчи достигает огромной величины (343%). Наименьшая величина предельной полевой влагемкости наблюдается в среднегорных арчевниках крутых склонов, причем малая величина характерна для всего профиля.

В соответствии с порозностью и предельной полевой влагемкостью меняются и фильтрационные свойства почвы. Фильтрационные свойства почвы подкروнового пространства в 1,5—2,0 раза выше (достигают 3,5 мм/мин), а поверхностный сток ниже, чем на задернованных прогалинах. На эродированных участках, подверженных интенсивному выпасу скота, разница достигает 5—6-кратной величины. При дождевании интенсивностью 3 мм/мин в течение 30 мин смыва мелкозема под кронами арчи не наблюдалось. Почвы подкروновых пространств способны полностью фильтровать осадки, выпадающие в поясе можжевельных лесов и редколесий, в связи с этим смыва почвы здесь практически не наблюдается. На тропах и местах отдыха скота, сильно выбитых участках поверхностный сток велик, он почти равен осадкам, коэффициент стока достигает 0,907, а смыв почвы 362 т/га.

В арчевниках Азербайджана под пологом можжевельника многоплодного 50-миллиметровый столб воды просачивался за 4 мин 45 с, а рядом на открытом месте с травянистым покровом из типчака и бородача на просачивание такого же количества воды потребовалось 8 мин 40 с, т. е. в 2 раза больше [45]. Этот же автор указывает, что можжевельные леса сохраняют структурно-агрегатный состав почв и повышают их устойчивость против эрозии. Так, количество водопрочных агрегатов более 1 мм в верхних горизонтах почвенного покрова арчевников составляло 61—64%. На прогалинах с выходом материнских пород водопрочных агрегатов более 1 мм было лишь 3%. На размывание глинистых кусочков материнской породы диаметром 3—5 мм потребовалось только 0,7—0,9 мл воды, т. е. в 250—360 раз меньше, чем на размывание такого же агрегата из верхних горизонтов почвенного покрова подкروнового пространства арчевников. Вышеприведенная информация свидетельствует об огромном противоэрозионном и противоселевом значении можжевельных лесов и редколесий.

Водоохранная и водорегулирующая роль лесных формаций зависит от перераспределения насаждениями твердых и жидких осадков, влияния их на микроклимат, испаряемость и количество транспирируемой влаги. Эти вопросы рассматриваются нами ниже с позиций гидрологического значения можжевельных лесов и редколесий.

Нами установлено, что количество задержанных пологом арчи жидких и твердых осадков зависит от плотности и размеров кроны, интенсивности и характера осадков. Жидких осадков

проникает под полог 35—70% (рис. 24), твердых (снега) — 20—30%.

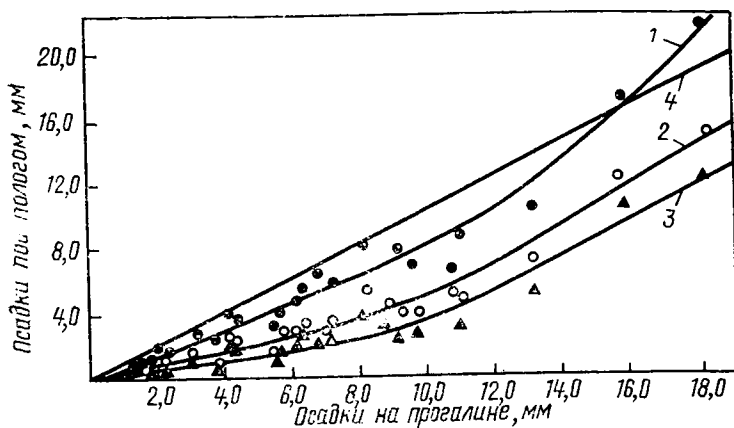


Рис. 24. Проникновение жидких осадков под полог арчи (средние показатели по 4 моделям):

1 — осадки на краю кроны; 2 — осадки в средней части кроны; 3 — осадки в околоствольной части кроны; 4 — линия равных величин

Величина увлажнения подкروнового пространства имеет тесную корреляционную связь с плотностью кроны ( $r=0,96$ ). Так, в околоствольную часть подкروнового пространства попадает 0—15% осадков, в среднюю 20—65%, а у периферии и в радиусе 1—1,5 м от кроны их количество превышает показатели, регистрируемые на прогалинах, на 20—50%.

Интенсивность снеготаяния в подкроновом пространстве в 1,5—2,0 раза ниже, чем на открытых участках, но разрушение снегового покрова заканчивается здесь на 9—15 дней раньше за счет малых снеготаяний. Под пологом арчи создаются «окна» фильтрации, перехватывающие поверхностный сток талых вод и переводящие его во внутрпочвенный. Этим объясняется отсутствие поверхностного стока в арчевниках в ранневесенний период и наличие его лишь во время интенсивного снеготаяния и ливней в верхних скальных участках, которые являются своего рода водосборными цирками.

Полог арчи оказывает значительное влияние на суммарное испарение. В среднем под кронами испарение с водной поверхности на 50%, а с почвы на 35% меньше, чем на прогалинах. Просачивание осадков в испарителях ниже 30—50-сантиметрового слоя почвы отмечалось только во время снеготаяния и интенсивных дождей и достигало на прогалинах и по краям кроны 18—20% количества выпавших осадков (рис. 25).

Интенсивность транспирации лесобразующих видов арчи в 2—4 раза ниже, чем у интродуцированных в можжевельный по-

яс Тянь-Шаня древесных пород — ели тяньшанской, лиственницы сибирской, березы бородавчатой. Еще более заметная разница наблюдается у доминантов травянистой растительности. Это

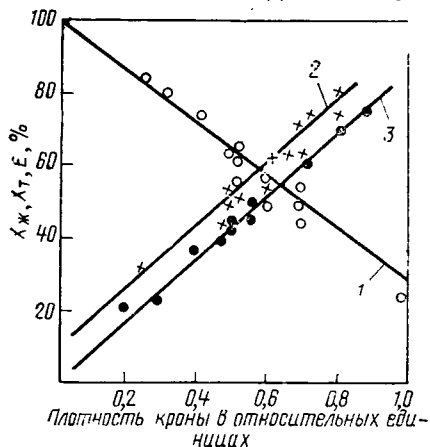


Рис. 25. Зависимость перехвата жидких  $X_{ж}$ , твердых  $X_{т}$  осадков и испарения  $E$ , %, с поверхности почвы от плотности полога арчи:

1 — испарение с поверхности почвы; 2 — перехват жидких осадков; 3 — перехват твердых осадков

свидетельствует о высокой степени приспособленности и устойчивости арчи в аридных условиях района исследований. Расход воды древостоями арчи рассчитывался исходя из суточной интенсивности транспирации и массы хвои, определяемой по предложенным нами формулам [32]. Полученная информация свидетельствует о том, что за вегетационный сезон арчевники расходуют значительно меньше влаги по сравнению с испарением с открытых участков. Так, в 1973 г. в арчевнике среднегорном террас, пологих и нижних частей покатых склонов общий расход влаги на испарение и транспирацию составил  $2111 \text{ м}^3/\text{га}$ , из них  $35,1\%$  израсходовано на транспирацию,  $10,4\%$  на испарение с поверхности почвы под пологом арчи, остальное с открытых участков. На южном склоне эти значения соответственно составили  $1620 \text{ м}^3/\text{га}$ ,  $16,6$  и  $8,9\%$ .

Приведенные данные свидетельствуют о высокой приспособленности арчи к аридным условиям и о серьезном положительном влиянии арчевников на гидрологический режим пояса можжевеловых лесов и редколесий СССР.

Таким образом, роль арчи и можжевеловых лесов и редколесий весьма велика и многогранна для народного хозяйства не только Средней Азии и аридных районов Крыма и Кавказа, но и для страны в целом. Особое значение имеют гидрологические, микроклиматические и склонозащитные особенности арчевников, а также использование можжевельников в медицине, пищевой и ликеро-водочной промышленности, парфюмерии, в озеленительных работах и парковом строительстве. «Кипарис» и «зеленое пламя» Севера, высокогорий и аридных районов страны наряду с нашими любимыми породами — сосной, елью, березой, кедром и дубом надо шире внедрять в лесные культуры, пригородные зоны, ландшафтные парки и сады. Из быстрорастущих видов следует создавать промышленные арчевые плантации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаханянц О. Е. Растительность северо-восточного Афганистана. — Сборник трудов Таджикского филиала ГО СССР. Душанбе, 1961, с. 51—67.
2. Александровский Е. С. Эмбриологические исследования среднеазиатских можжевельников (*Juniperus L.*). — Ботанический журнал, 1966, т. 51, № 3, с. 436—446.
3. Александровский Е. С. О плодоношении арчи туркменской и сроках заготовки семян для посева. — В кн.: Материалы совещания по проблеме восстановления и развития арчевых лесов Средней Азии. Фрунзе, 1972, с. 152—159.
4. Ажибеков К. А. Эффективность удобрений при выращивании культур арчи. — В кн.: Материалы I Всесоюзного совещания по арчевой проблеме. Ереван, 1976, с. 164—166.
5. Антипов В. Г. Устойчивость древесины растений к промышленным газам. Минск, Наука и техника, 1979, 215 с.
6. Битвинкас Т. Т. О некоторых вопросах синхронизации (верификации) в дендроклиматохронологических исследованиях и принцип классификации и отбора дендрохронологического материала. — В кн.: Материалы II Всесоюзного совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии. Каунас, 1972, с. 27—32.
7. Бенклер Г. Ф. Естественное возобновление в арчевниках северного склона Туркестанского хребта. — Лесное хозяйство, 1971, № 11, с. 24—27.
8. Воробьев Д. В. Лесотипологическая классификация климатов. — В кн.: Лесотипологические исследования (Труды ХСХИ, 1961, т. XXX (XVII), с. 234—240.
9. Вительс Л. А. Аномалии цикличного хода солнечной активности и тенденция современных колебаний климата. — Труды ГГТО, Л., 1962, вып. 133, с. 14—18.
10. Гаршина Т. Д. Болезни можжевельников и меры борьбы с ними. — Труды СочНИЛОС. М., 1968, вып. 5, с. 123—135.
11. Горяев М. И. Химия можжевельников. Алма-Ата, Наука, 1969, 80 с.
12. Жеронкина Т. А. Биоэкологические особенности видов можжевельника, интродуцированных в предгорьях Заилийского Алатау. Автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. биол. наук. Алма-Ата, 1973, 22 с.
13. Жирин В. М. Арчевники Копетдага. — Лесное хозяйство, 1971, № 11, с. 20—24.
14. Запрягаева В. И. Корневые системы арчи. — В кн.: Арчевые леса центральной части Туркестанского хребта (Труды АИИ ТаджССР, 1958, т. 73), с. 211—229.
15. Запрягаева В. И. Леса Таджикистана. — В кн.: Леса СССР. М., 1970, т. 5, с. 147—186.
16. Захаров В. К. Лесная таксация. М., Лесная промышленность, 1967, с. 3—406.
17. Иванов Н. Н. Атмосферное увлажнение тропических и сопредельных стран земного шара. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1958, 240 с.



18. **Исмаилов М. И.** К истории изучения арчевых лесов Туркестанского хребта. — В кн.: Арчевые леса центральной части Туркестанского хребта. (Труды АН ТаджССР, 1958, т. 73), с. 28—39.
19. **Исмаилов М. И.** Можжевельники СССР. Автореф. дис. на соиск. ученой степени д-ра биол. наук. Ташкент, 1975, 36 с.
20. **Истратова О. Т.** Размножение можжевельников. — Труды СочНИЛОС. М., 1968, вып. 5, с. 90—114.
21. **Кокшарова Н. Е.** Леса Туркмении. Леса СССР, т. 5, М., Наука, 1970, с. 186—247.
22. **Коваль И. П.** Состояние и естественное возобновление можжевеловых лесов Черноморского побережья Кавказа. — Труды СочНИЛОС. М., 1968, вып. 5, с. 58—75.
23. **Коннов А. А.** Арчевники северного склона Туркестанского хребта. АН ТаджССР. Душанбе, Дониш, 1966, 116 с.
24. **Кочкин М. А.** Почвы, леса и климат Горного Крыма и пути их рационального использования. М., Колос, 1967, 368 с.
25. **Махатадзе Л. Б., Попов И. Д.** Типы лесов Закавказья. М., Лесная промышленность, 1965, с. 5—110.
26. **Медведев А. Н.** Экологические основы лесовосстановления и лесоразведения в подпооясе еловых лесов Северного Тянь-Шаня. Автореф. дис. на соиск. ученой степени д-ра с.-х. наук. Л., 1978, 39 с.
27. **Молчанов А. А.** Дендроклиматические основы прогнозов погоды. М., Наука, 1976, 166 с.
28. **Мухамедшин К. Д.** Таблица сумм площадей сечений и запасов насаждений арчи. — Труды КиргЛЮС. Фрунзе, 1965, вып. IV, с. 252—260.
29. **Мухамедшин К. Д.** Арчевые леса и редколесья Южной Киргизии. — Труды КиргЛЮС. Фрунзе, 1967, вып. V, 247 с.
30. **Мухамедшин К. Д.** Экологические и лесоводственные основы ведения хозяйства в можжевеловых лесах и редколесьях Тянь-Шаня. — В кн.: Материалы совещания по проблеме восстановления и развития арчевых лесов Средней Азии. Фрунзе, 1972, с. 27—61.
31. **Мухамедшин К. Д., Кожухов В. П.** Статистическая характеристика и корреляционные связи таксационных показателей арчевников Копетдага. — В кн.: Географические аспекты горного лесоводства и лесоведения. Чита, 1972, вып. 3, с. 57—59.
32. **Мухамедшин К. Д.** Арчевники Тянь-Шаня и их лесохозяйственное значение. Фрунзе, Илим, 1977, 185 с.
33. **Никитинский Ю. И.** Арчевники Наукатского лесничества (бассейны рек Киргиз-Ата и Чийли). — Изд. АН КиргССР. Фрунзе, 1960, 136 с.
34. **Овчинников П. Н.** О некоторых ботанико-географических особенностях арчевников Таджикистана. — В кн.: Арчевые леса центральной части Туркестанского хребта. — Труды ТФАН, т. 73, 1958, с. 11—29.
35. **Плотников Ю. В.** Леса и состояние лесного хозяйства Ирана. — Лесное хозяйство, 1966, № 3, с. 80—84.
36. **Поварницын В. А.** Типы лесов Черноморского побережья между реками Сукко и Пшадый. — Геоботаника, 1940, вып. 4, с. 18—22.
37. **Посохов П. П.** Типы лесов и основные закономерности их формирования в Северном горно-лесном районе Крыма. Харьков, 1959, с. 7—73.
38. **Прилипка Л. И.** Лесная растительность Азербайджана. Баку, Изд-во АН АзербССР, 1954, с. 5—220.
39. **Пряно-ароматические растения СССР и их использование в пищевой промышленности.** М., 1963, 80 с.
40. **Сахацкий В. М.** Сроки высева семян арчи в различных лесорастительных условиях. — В кн.: Материалы совещания по проблеме восстановления и развития арчевых лесов Средней Азии. Фрунзе, 1972, с. 159—161.
41. **Славкина Т. И.** Дендрология, т. II. Ташкент, Изд-во ФАН, 1968, с. 367—436.
42. **Ткаченко М. Е.** Общее лесоводство. М.—Л., Гослесбумиздат, 1952, 596 с.

43. Токин Б. П. Вероятная роль фитонцидов в природе. — Природа, 1946, № 4, с. 7—12.
44. Фритс Г. Дендрохронология. Четвертичный период в США, т. I. М., 1968, 192 с.
45. Халилов М. Ю. Почвозащитная роль арчевых лесов. — В кн.: Материалы совещания по проблеме восстановления и развития арчевых лесов Средней Азии. Фрунзе, 1972, с. 128—131.
46. Чуб А. В. Специфика выращивания сеянцев арчи в горных условиях Туркестано-Алайского района. — В кн.: Материалы I Всесоюзного совещания по арчевой проблеме. Ереван, 1976, с. 178—182.
47. Шевченко В. Г. Динамика плодоношения арчи и вопросы ее воспроизводства. — В кн.: Материалы I Всесоюзного совещания по арчевой проблеме. Ереван, 1976, с. 107—112.
48. Шмидт И. Н., Урусов В. М. Семеношение можжевельника твердого в Приморском крае. — В кн.: Половая репродукция хвойных (материалы I Всесоюзного симпозиума). Новосибирск, 1973, с. 28—32.
49. Шнитников А. В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. Л., Наука, 1969, 208 с.
50. Якименко Н. А. Вредители семян можжевельников (род *Juniperus* L.) Киргизии и разработка мер борьбы с ними. Автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. с.-х. наук. Фрунзе, 1970, 20 с.
51. Currev D. R. *Ecology*, 1969, 5, 48 p.
52. Schulman E. Tree-ring and history in the Western United States *Smithsonian*. — Report for 1955, Smithsonian Institute of Washington, 1956, 56 p.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| Введение  | 3   |
| 1. Природные условия  | 10  |
| 2. Современное состояние и лесоводственно-географические особенности можжевельных лесов | 27  |
| 3. Типологическая классификация можжевельных лесов и редколесий                         | 70  |
| 4. Плодоношение и естественное возобновление можжевельников                             | 102 |
| 5. Долголетие, возрастная и пространственная структуры и строение древостоев арчи       | 123 |
| 6. Форма ствола и качество древесины можжевельников                                     | 131 |
| 7. Динамика надземной фитомассы можжевельников в зависимости от экологических условий   | 140 |
| 8. Динамика прироста арчи по диаметру (дендрондикационные исследования)                 | 155 |
| 9. Методы лесоустройства, таксации и лесокультурного освоения арчевников                | 164 |
| 10. Водоохранно-защитная роль и народнохозяйственное значение арчевников                | 175 |
| Список литературы   | 183 |