

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова»

*На правах рукописи*

Крюкова Анна Александровна

**АНОМАЛЬНЫЕ ФОРМЫ СТВОЛА У ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО  
И ИХ УЧЕТ ПРИ САНИТАРНЫХ РУБКАХ**

Специальность 06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и  
лесная таксация

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
Царалунга Владимир Владимирович

Воронеж 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1 ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ АНОМАЛИЙ У ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО .....	8
1.1 Виды и специфика аномалий ствола у дуба черешчатого.....	8
1.2 Причины и физиология возникновения аномалий у древесных растений.....	17
1.2.1 Аномалии, вызванные генетической предрасположенностью.....	17
1.2.2 Аномалии, вызванные абиотическими факторами.....	23
1.2.3 Аномалии, вызванные механическими повреждениями.....	30
1.2.4 Аномалии, вызванные биотическими факторами.....	34
1.2.5 Аномалии антропогенного характера.....	37
1.3 Экологическая и эволюционная суть аномалии.....	39
1.4 Причины появления аномальных форм ствола у дуба черешчатого....	42
ГЛАВА 2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	45
2.1 Климатические условия.....	45
2.2 Гидрологические условия.....	48
2.3 Почвенные условия.....	49
2.4 Лесорастительные условия.....	50
ГЛАВА 3 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ .....	54
3.1 План и алгоритм проведения исследований.....	54
3.2. Натурные исследования.....	58
3.3 Камеральная обработка материала.....	60
ГЛАВА 4 РАЗНООБРАЗИЕ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ АНОМАЛЬНЫХ ФОРМ СТВОЛА У ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО.....	65
4.1 Закономерности распространения аномальных форм ствола у дуба черешчатого.....	65
4.2. Закономерности распространения ПФС, снижающие жизнеспособность и конкурентоспособность дуба черешчатого.....	79
4.3. Встречаемость многостволия в насаждении с дубом черешчатым	86
4.4 Вероятность возникновения облома у многостволия в зависимости от количества стволов, угла и высоты расхождения.....	94
4.5 Диапазон и дифференциация спектра АФС.....	102
ГЛАВА 5 ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО.....	114
5.1 Многостволие.....	115
5.2 Толстые скелетные ветви.....	123
5.3 Срастание.....	128
5.4 Опухоли, наросты.....	137
5.5 Наклон, изгиб, искривление.....	146
5.6 Поперечная несимметричность ствола.....	151
ГЛАВА 6 ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПФС ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО.....	156

6. 1 Лесохозяйственное значение ПФС дуба черешчатого.....	156
6.2 Классификация деревьев по категориям состояния с учетом ПФС для проведения выборочных санитарных рубок.....	171
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ .....	179
РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОИЗВОДСТВУ.....	182
Список литературы.....	189
Приложение А - Характеристика круговых пробных площадок .....	200
Приложение Б - Процент встречаемости АФС на круговых площадках....	203
Приложение В - Дополнительная статистика регрессионного анализа.....	219
Приложение Г - Гистограмма распределения вариационных рядов: процента встречаемости патологических форм ствола, количества единиц дуба в составе, относительной полнотой, диаметра ствола .....	221
Приложение Д - Расчет напряжения для многостволия с 2 стволами и расхождением в нижней части в зависимости от угла.....	223
Приложение Е - Расчет напряжения для многостволия с 2 стволами и расхождением в средней части в зависимости от угла.....	225
Приложение Ж - Расчет напряжения для многостволия с 2 стволами в кроне в зависимости от угла.....	227
Приложение З - Расчет напряжения для многостволия с 3 стволами и расхождением в нижней части ствола в зависимости от угла.....	228
Приложение И - Расчет напряжения для многостволия с 3 стволами и расхождением в средней части ствола в зависимости от угла.....	230
Приложение К - Расчет напряжения для многостволия с 3 стволами и расхождением в кроне в зависимости от угла.....	232
Приложение Л - Степень патологичности многостволия для дуба черешчатого в зависимости от положения на стволе и угла отхождения....	234
Приложение М - Степень патологичности толстых скелетных ветвей для дуба черешчатого в зависимости от массы, соотношение диаметра ТСВ от диаметра ствола, угла отхождения.....	236
Приложение Н - Степень патологичности срастания для дуба черешчатого в зависимости от вида срастания, положение на стволе, пространственного расположения, степени и протяженности срастания....	238
Приложение О - Степень патологичности наростов и опухолей для дуба черешчатого в зависимости от вида, положения на стволе, соотношения диаметра нароста (опухоли) с диаметром ствола, количества на стволе.....	244
Приложение П - Степень патологичности искривления, наклона, искривления для дуба черешчатого в зависимости от формы ПФС, от угла наклона, высоты начала искривления, изгиба от радиуса изгиба.....	248
Приложение Р - Степень патологичности поперечной несимметричности для дуба черешчатого в зависимости от формы патологии, ее протяженности по стволу и степени выраженности.....	249

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** У дуба черешчатого, как ни у одной другой отечественной лесообразующей породы, распространены аномальные формы ствола (Царалунга, 2003). Часть этих аномалий являются патологическими для деревьев и приводят к снижению их конкурентоспособности и жизнеспособности. Тем не менее, наличие аномальных форм ствола до сих пор не учитывалось в нормативных документах, регламентирующих мероприятия по поддержанию санитарной безопасности в лесах РФ (Правила санитарной безопасности в лесах РФ, 2013; Руководство по планированию, организации и ведению ЛПО, 2013).

В последние десятилетия доля дубовых насаждений в отечественных лесах неуклонно снижается. При этом 8,5% от всех насаждений дуба произрастают в Центрально-Черноземном районе и большинство из них имеют крайне неудовлетворительное санитарное и лесопатологическое состояние (Харченко, 2010; Бугаев, 2013). Сложившаяся ситуация требует регулярного вмешательства в процесс выращивания древостоя в виде выборочных санитарных рубок. Однако, используемые в настоящее время методики оценки состояния деревьев дуба не учитывают специфики данной породы и в первую очередь широко распространены у дуба аномальные формы ствола, многие из которых являются для него патологическими.

Исходя из этого, исследования направлены на выявление распространения и оценки лесохозяйственного значения аномальных форм ствола.

**Цель исследования.** Выявление закономерностей встречаемости, распространения и дифференциация аномальных форм ствола у дуба черешчатого, их использование при проведении санитарных рубок.

**Задачи исследования:**

1) Выявить и систематизировать все разновидности аномальных форм ствола, встречающихся у дуба черешчатого;

2) Определить встречаемость и распространение основных видов аномальных форм ствола;

3) Исследовать многостволие как наиболее часто встречаемую аномалию формы ствола у дуба черешчатого;

4) Дать лесопатологическую, лесоводственную оценку аномальных форм ствола для дуба черешчатого;

5) Разработать диагностику состояния (перспективности) деревьев дуба с аномальными формами ствола с учетом патологических разновидностей, подлежащих выборке при проведении санитарных рубок.

**Объекты исследования и фактический материал.** Объектом исследования выступили дубовые насаждения, произрастающие на территории Воронежской области. Фактический материал собирался в период с 2004 по 2014 гг. включительно в Пригородном, Сомовском, Острогожском, Новоусманском, Красном, Первомайском и Донском лесничествах.

**Научная новизна исследования.** Впервые получены результаты отражающие разнообразие и встречаемость аномальных форм ствола в дубравах Воронежской области. Впервые дана лесопатологическая и лесоводственная оценка аномальным формам ствола дуба черешчатого. Разработана оригинальная дифференцированная шкала оценки состояния деревьев дуба в зависимости от вида и степени развития исследуемой аномалии.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Выявленные закономерности встречаемости и дифференциация аномальных форм ствола у дуба черешчатого позволят наиболее точно определять категорию состояния деревьев в целях повышения объективной оценки их жизнеспособности и перспективности.

Результаты исследований могут использоваться в составлении нормативной документации, а также при подготовке учебных пособий по курсам «Защита лесных насаждений», «Техника лесозащиты», «Технология лесозащиты», «Урбоэкология».

**Методология и методы исследований.** При проведении исследований использовались лесоводственно-таксационные приемы, статистический анализ и моделирование.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Разнообразие и встречаемость аномальных форм ствола у дуба черешчатого.
2. Классификации аномальных форм ствола у дуба черешчатого.
3. Дифференцированная шкала категорий состояния дуба черешчатого в лесных насаждениях с учетом патологических форм ствола.
4. Морфологическая и лесопатологическая характеристика многостволия, как самой распространенной аномальной формы ствола у дуба черешчатого.
5. Лесохозяйственное значение патологических форм ствола дуба черешчатого.

**Публикации.** Результаты исследования опубликованы в 9 научных работах, 4 из которых в издательствах из перечня ВАК Минобрнауки РФ. Общий объем составляет 16 п.л., в работах, написанных в соавторстве доля участия автора – 50%.

**Личный вклад автора** заключается в разработке программы и методологии, постановке цели и задач, планировании и проведении натурных исследований дубовых насаждений, обработке, анализе и обобщении полученных результатов; в подготовке фотоматериалов, публикаций и внедрении основных результатов.

**Степень достоверности результатов исследования.** Достоверность обеспечивается многолетними комплексными исследованиями, репрезентативностью и большим объемом фактического материала, использованием современных компьютерных методов при математической обработке экспериментальных данных.

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались на всероссийских и международных конференциях: в Лесной всероссийской научно-технической конференции «Вузовская наука» (Вологда, 2008); Всероссийской

научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения профессора М.М. Вересина «Генетика, селекция, семеноводство и воспроизводство древесных пород» (Воронеж, 2010);

**Структура и объем рукописи.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, общих выводов, рекомендаций, списка литературы и 17 приложений. Работа изложена на 183 страницах, содержит 22 таблицы и 56 рисунков. Список литературы включает 181 источников, из которых 22 на иностранных языках.

# ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ АНОМАЛИИ У ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

## 1.1 Виды и специфика аномалий ствола у дуба черешчатого

Форма ствола дерева в зависимости от его вида имеет свои особенности, благодаря этому растение обеспечивает свой нормальный рост и развитие. Но по различным причинам иногда формируются стволы отличные по форме от «нормальных» что, как правило, приводит к ослаблению конкурентоспособности и жизнеспособности дерева.

Не все аномальные формы ствола относятся к патологичным. Со многими аномалиями дерево может прожить жизнь, проявляясь только как индивидуальные морфологические особенности, которые не снижают жизнеспособность дерева (Царалунга, 2003; Коровин, 2009).

К патологичным относят особую группу аномалий, возникающих на дереве под воздействием внутренних или внешних факторов, которые приводят к физиологическому ослаблению дерева или к его гибели. Гибель дерева может произойти непосредственно от самой аномалии или вследствие развития второстепенных патологических явлений (образование трещин, заражение инфекциями, обломы, вывалы).

К аномальным формам ствола можно отнести следующие виды: многостволие; толстые скелетные ветви; искривление; наклон; опухоли, наросты; срастание стволов; комлеватость, сбежистость, поперечная несимметричность.

I Многостволие – когда главный осевой побег у дерева вследствие различного рода причин замещается 2-3 (и более) равносильными побегами, что приводит к ухудшению качества ствола, его изгибанию (Шутяев, 1966, 1969, 2000; Бугаев, 2013;), а в некоторых случаях и снижению конкурентоспособности дерева. Многостволию, как правило, предшествует многовершинность, которая в средневозрастных дубравах в учебно-опытном лесхозе ВГЛТА составляет 2,8% (Кипкорё, 1988), а в перестойных насаждениях дуба ВГБЗ - 1,7% (Бугаев, 2013).

Многостволие возникает из-за заражения мучнистой росой, (Власов, 1949; Бугаев, 2013), повреждения насекомыми галицами и орехотворками (Шутяев, 1966), в результате засоления или избыточной сухости почвы (Новикова, 2006; Кулыгин, 2007), и загнивания корней (Журавлев, 1962).

В разные периоды ученые (Орлов, 1895; Рожков, 1989; Краснов, 2007) отмечают, что образование многовершинности в культурах возникает в 2 раза чаще, чем в естественных насаждениях.

При рассмотрении причин возникновения многостволия у дуба черешчатого следует учитывать время, когда распускаются листья. Так, ряд авторов (Пятницкий, 1954; Плетминцева, 1966; Ащеулов, 2008; Шутяев, 2008) считают, что такой признак как прямоствольность встречается больше всего среди позднераспускающихся форм дуба. По данным Шутяева А.М. (2008), деревья с прямым стволом в насаждениях с ранораспускающейся разновидностью составляют всего 5,0%, а у дуба с позднераспускающейся разновидностью их 65,5%. Ранораспускающийся дуб чаще всего имеет многовершинность, искривление, так как чаще страдает от весенних заморозков, вследствие чего повреждается верхушечная почка.

II Толстая скелетная ветвь - когда скелетная ветвь достигает в диаметре более  $\frac{1}{4}$  диаметра ствола дерева (Бугаев 2013). Часто причиной их возникновения становится избыточное освещение с одной стороны (опушечные деревья) или сильное снижение полноты древостоя.

Все сучья у дерева находятся под действием силы собственного веса и силы давления ветра (Белов, 1974), они вызывают напряжение и деформацию. Так, сучья, находящиеся под углом более  $30^\circ$ , постоянно испытывают напряжение: верхние слои древесины растянуты, нижние сжаты. И чем больше угол отхождения, тем сильнее напряжение, из-за этого в основание сука поступает больше питательных веществ, откладываются более широкие и в то же время плотные годичные слои, таким образом, толстые скелетные ветви.

III Искривление, изгиб, наклон ствола - изгибание, искривление ствола относительно оси нормального прямоствольного дерева. Возможные причины возникновения данной аномалии:

- повреждение дерева животными или насекомыми. Так, если галлицы откладывают яйца с одной стороны основания почки, то оставшийся ослабленный побег растет под углом к главной оси стволика (Шутяев, 2000);

- искривление, чаще наклон, может происходить под действием света, так главный ствол изгибается при одностороннем освещении, и основная крона отклоняется от него в сторону наибольшего освещения. Среди ранней формы бывает несколько больше деревьев с неудовлетворительной формой стволов (Патлай, 1977);

- многостволие, перешедшее в искривление. В молодом возрасте у многоствольных деревьев часто один ствол погибает, место сочленения затягивается каллусом. Оставшийся жизнеспособный ствол продолжает развиваться, дерево в месте сочленения изгибается, происходит искривление. Искривление в таких случаях часто представлено как саблевидность или серповидность;

- у 30-50% деревьев искривление свидетельствует о наличии скрытой стволовой гнили (Журавлев, 1962);

- наклон ствола часто возникает из-за корневой гнили или обрыва корней (Журавлев, 1962).

Различают простое и сложное искривление, которые характеризуются одним или несколькими изгибами соответственно (Уголев, 2001).

Интересную гипотезу по поводу причин изгиба ствола выдвигает Миронов О.В. (2007). По его мнению, для дуба черешчатого, произрастающего в лесорастительной зоне, физиологично иметь шарообразную крону и кривые стволы. Такие деревья более устойчивы к вредителям, болезням, они обильно плодоносят и отличаются хорошей энергией роста.

IV Опухоли, наросты. Это местные утолщения ствола разной формы и происхождения. Они могут быть с гладкой и бугристой поверхностью и

свилеватым строением древесины. Наросты образуются в результате разрастания тканей под влиянием различных раздражений или повреждений ствола, которые вызваны воздействием грибов, насекомых, мороза, огня или в результате механических повреждений. В эту группу входят капы, сувели и рак, каллусные наплывы (Журавлев, 1969; Родигин, 1978; Огарков, 2008; Щербакова, 2008; Матанцев, 2014).

*Корневые наплывы.* В самой нижней части деревьев, от шейки корня и, как правило, до высоты, равной диаметру у шейки корня, стволы имеют утолщения, так называемые прикорневые наплывы. Они образованы древесиной, соединяющей боковые корни со стволом. У старых деревьев такие корни имеют вид мощных лап. Прикорневые наплывы сильнее развиты у старых одиночных деревьев и у деревьев, произрастающих в редком стоянии или по склонам и испытывающих большую ветровую нагрузку (Белов, 1974).

*Капы* – наплывы неправильной шаровидной формы с гладкой или неровной поверхностью (Синадский, 1973; Новицкая, 2002). В этом определении кап можно спутать с сувелью. Коровин В.В. (2009) дал более точное определение капам как одностороннему разрастанию древесины ствола, на поверхности которого или в толще коры которого находятся многочисленные спящие почки, именно из-за большого количества почек и происходит образование наплыва.

Капы различают по местоположению на дереве (Полонский, 1875; Козьмин, 2013). Они бывают на стволе или у корня. Капы на стволах практически морфологически не отличаются от прикорневых. Коровин В.В. (2002) предполагает, что они могут образовываться из спящих пазушных почек. Капы встречаются и на ветвях, но крайне редко.

Механизм образования капа до конца не изучен. По предположению Коровина В.В. (1970), образование наплыва связано с нарушением в определенной части ствола баланса ростовых веществ, в частности, ауксинов.

Остается спорным вопрос о происхождении почек на капе. В настоящее время у ученых существуют два мнения. Одни из них считают, что почки на капе – это типичные пазушные почки, которые ветвятся по мере роста наплыва

(Козьмин, 1969; Carr , Jahnke, Carr 1984 а, б). Другие убеждены, что почки капа являются придаточными и формируются в камбиальной зоне стебля (Баранова 1960, 1952; Chattaway, 1958; Коровин, 1970; Vamber, Mullette, 1978).

В пользу второго мнения свидетельствуют наблюдения Коровина В.В. (2002). Он рассматривал большое количество возникающих очагов меристематической ткани в камбиальной зоне, проводящем лубе и феллогене капов, и далеко не все очаги дают начало придаточной почке, так как со временем они теряют меристематическую активность.

В основном, очаг меристематической ткани состоит из изодиаметрических клеток, которые могут возникать в двух случаях:

- 1) вследствие многократного антиклинального деления лучевых инициалей;
- 2) вследствие дифференциации лучевой паренхимы проводящего луча.

При повреждении главного ствола возможно развитие поросли из почек на капе. Казарян В.О. (1969) объяснял появление поросли из почек тем, что у молодых деревьев преобладает центробежное развитие, то есть максимальное увеличение ствола в высоту, поверхности кроны, длины корней.

У стареющего дерева часто наблюдается суховершинность, отмирание части кроны, и на стволе из спящих почек появляются водяные побеги. Эти изменения им подразумевались как действие центростремительного развития. Последним этапом в онтогенезе дерева, образовавшим кап, является развитие порослевых побегов из почек на капе, что в свою очередь является первым этапом онтогенеза для дерева, образовавшегося из поросли.

В подтверждение этой гипотезы Синадский Ю.В. (1973) отмечает, что при повреждении части кроны из почек на капе образуется обильная поросль. Так, на капе диаметром 0,8 м после потери кроны на следующий год им было обнаружено 50 жизнеспособных побегов.

Многие авторы (Жуковский, 1950; Chattaway 1958; Казарцев, 1962; Синадский, 1973; Vamber, Mullette, 1978 а,б; Lacey, 1983; Коровина, 2002) считают, что способность образовывать ствольные и прикорневые капы есть у

любого вида растения, и связана она со способностью возобновлять надземную часть растения с помощью прикорневой поросли.

Вопрос о возможности древесных растений наследовать способность образовывать капы остается открытым. Этот вопрос широко рассматривали следующие ученые: Яблоков А.С. (1962); Багаев С.Н. (1963 а, б); Романовский М.Г. (1981 а, б 1982 а, б); Коровин В.В. (1972 а, б; 1975, 2000, 2002); Vamber R.K., Mullette K.J. (1978); Lacey C.J. (1983). Многие исследователи считают это свойство генетически детерминированным, хотя, напротив, в своих опытах по искусственному размножению березы пушистой способной образовывать капы Козьмин А.В. (1962) получил положительные результаты с семенным и вегетативным размножением. Зуихина (1984), Романовский М.Г. (1981 а, б, 1982 а, б), Коровин В.В. (1971, 1972 а, б, 1975) считают, что лесообразующие древесные растения гетерогенны по способности к образованию капов.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что кап является эволюционным приспособлением для порослевого возобновления дерева.

*Сувель* – разрастание локальных участков стебля в виде гладких наплывов древесины разной величины без почек. Бывают неправильной формы, но чаще формой напоминает шар (Коровин, 1987; 2009). В англоязычной научной литературе упоминается как Burls (Bloch, 1965). Обычно сувели располагаются ниже первых крупных ветвей почти всех древесных растений.

По наблюдениям ряда исследователей, сувели чаще встречаются в зонах антропогенного воздействия, чем в отдаленных лесных массивах (Коровин, 2002). Причины образования сувелей неизвестны.

Некоторые ученые относят их к галлам (Воусе, 1961), другие к опухолям, (Bloch, 1965), но все убеждены, что сувель не инфекционного происхождения, т.к. возбудителя не было обнаружено не при каких исследованиях сувелей (Коровин, 2002; 2009). Некоторые ученые относят сувели к неспецифическим изменениям, которые приводят к местному радиальному разрастанию проводящих тканей, а именно невидоспецифичной соматической мутацией в клетках камбия (Коровин, 2009).

*Сферобласты* – образования округлой или удлинённой формы, величиной до 10 см (Коровин, 2002). Встречаются на лиственных породах в том числе и на дубе черешчатом, реже на хвойных. Сферобласты легко отделяются от коры, так как не имеют связи с древесиной ствола. Соответственно, сферобласты не следует относить к аномалиям ствола.

*Рак* – заболевание, которое поражает кору, камбий и наружные слои заболони (Синадский, 1977; Кочергина, 2002, 2004, Аминев, 2006; Харченко, 2010; Чураков, 2012). При возникновении раковой болезни на дереве могут возникать различные новообразования, такие как наплывы, опухоли, язвы .

Возникновению и развитию заболевания способствует наличие механических повреждений, через которые происходит заражение, а также неблагоприятные условия произрастания, ведущие к ослаблению дерева.

Чаще всего рак имеет вид местного радиального разрастания древесного ствола и ветвей, которое со временем принимает вид булавовидного утолщения, располагающегося одиночно или четкообразно на стволе ветви (Коровин, 1972 а).

Различают три основных типа раковых болезней: ступенчатый рак, смоляной рак, опухолевый рак. Одним из примеров ступенчатого рака, который заражает дуб черешчатый и его спутники, является нектриевый рак (Кочергина, 2002, 2004; Чураков, 2012; Арефьев 201).

Опухолевый рак вызывается в основном бактериями, реже грибами. Ярким примером является поперечный рак дуба (Кочергина, 2002).

Патологические процессы, возникающие при раковых болезнях, носят длительный, хронический характер, и чаще всего завершаются отмиранием пораженных частей или всего дерева.

Все анатомические изменения, возникающие при образовании наплывов на ветвях, можно свести к следующим параметрам:

- 1) происходит усиленный радиальный прирост в зоне образования наплыва;
- 2) происходит сокращение длины всех осевых элементов древесины;
- 3) осевые элементы располагаются в древесине свилевато;
- 4) резко увеличивается доля лучевой паренхимы;

5) образуются аномально расширенные лучи (Коровин, 1972 а).

Все новообразования, возникающие на стволах и ветвях растений в независимости от их происхождения, приводят к нарушениям регуляции ростовых процессов, в том числе и дифференциации.

V Срастание стволов - под срастанием понимают ситуацию, когда 2 и более отдельно заложившихся живых частей растения образуют неразделимое структурное целое. Происходит это путем нарастания или «рассасывания» элементов хотя бы одного из них, при этом сросшиеся компоненты физиологически взаимодействуют друг с другом (Кренке, 1950). Необходимо подчеркнуть два важных момента, при которых можно говорить о срастании:

- 1- прочное механическое сцепление;
- 2- физиологическое взаимодействие двух сросшихся частей.

Срастание происходит с боков в месте соприкосновения двух частей посредством выпячивания каллуса.

Следует отметить, что данный вид аномалии в отличие от других довольно редко встречается в насаждениях. В зависимости от объекта срастания можно выделить несколько видов срастания стволов: в пределах одной особи (срастание веток, стволов одного дерева между собой); разные особи, но одного вида (два ствола дуба срослись между собой); разные особи разных видов (ветви или стволы дуба и клена срослись).

Также можно выделить различные типы срастания по протяженности и форме соприкосновения (более подробно виды и формы срастания мы рассмотрим в главе 4):

1. Фрагментарное срастание;
2. Срастание точечное;
3. Срастание перетяжкой;
4. Продольное срастание.

Срастание происходит не всегда, а только в тех случаях, когда одновременно присутствует несколько благоприятных моментов, а именно:

- 1) Деревья соприкасаются живыми тканями;

2) В месте соприкосновения отсутствует излишнее давление, способное погубить клетки и привести к образованию слоя опробковевших клеток в месте соприкосновения, который мешает срастанию;

3) При срастании у разных растений не возникает конфликт друг с другом, сросшиеся части начинают общий обмен веществ.

*Сбежистость.* Сбегом у древесных растений называется постепенное уменьшение диаметра ствола от комля до вершины. Сбежистость является одной из форм сбega, но при этом считается пороком. Она проявляется в тех случаях, когда на каждый метр высоты ствола диаметр уменьшается более чем на 1 см (Вакин, 1980; Уголев, 2001, 2007)

При сильном прореживании древостоя наблюдается световой прирост. Вследствие усиленного роста кроны и корневой системы более освещенного дерева, а также за счет увеличения занимаемого деревом пространства, возрастающий прирост древесины проявляется в изменении формы ствола. Сбежистые стволы всегда отличаются более толстой корой.

Белов С.В. (1974) считает, что образование сильного наплыва в нижней части ствола является ответной реакцией дерева на увеличивающуюся нагрузку, возникающую из-за ветра. При этом в месте постоянного изгибания увеличивается приток пластических веществ, что приводит к увеличению ширины годичных колец. При строгой периодичности в направлении ветра может образовываться овальность.

*Закомелистость* – возникает при резком увеличении диаметра в нижней части ствола. Закомелистость представляет собой частный случай сбежистости, когда диаметр в нижней части более чем в 2 раза превышает диаметр на расстоянии примерно 1 м (Уголев, 2001). Закомелистость различают по форме, она бывает округлой и ребристой.

## **1.2 Причины и физиология патологических процессов у древесных растений**

Причины возникновения патологий можно разделить на 5 групп:

1. Вызванные мутациями
2. Вызванные абиотическими факторами
3. Вызванные механическими повреждениями
4. Вызванные биотическими факторами
5. Антропогенного характера

### **1.2.1 Аномалии, вызванные генетической предрасположенностью**

Генетический материал, передаваемый родителями, является определяющим в жизни любого организма, в том числе и дерева. Генетические факторы в большей степени контролируют внешние характеристики дерева (многовершинность, сучковатость, сбежистость) и внутренне структурно-технические свойства древесины (свилеватость, смолистость, плотность), чем признаки продуктивности ствола (диаметр, высота и объем) (Ширнин, 1989). Строение и форма кроны также считаются признаками, передающимися по наследству. Поэтому возникающие у дерева аномалии формы ствола необходимо рассмотреть в первую очередь с позиции генетической предрасположенности.

Ширнин В.К. (1989) выявил высокую положительную корреляционную связь между показателями структуры и техническими свойствами древесины у растений. У дуба высокие и достоверные коэффициенты ранговой корреляции наблюдаются с 20 - летнего возраста, у ели - с 15, у березы - с 10. Начиная с этого периода, можно вести надежную оценку форм и сортов по качеству древесины, что в свою очередь позволит на ранних сроках выявлять деревья с аномалиями, которые необходимо убирать из насаждения.

Обобщая обширный фактический материал, Ширнин В.К. (1989), доказал, что формирование многих признаков качества древесины зависит от значения

генотипа на 70,0-80,0%, а не от взаимоотношений в лесу и разности условий местопроизрастания. Так, деревья с более толстой и грубой корой, имеют древесину, которая состоит из относительно крупных клеток с лучевой паренхимой большей рядности и слойности, чем у деревьев с тонкой и менее трещиноватой корой. Такие деревья обычно имеют крупные сучья и раскидистую крону.

Сильная изменчивость такого признака, как качество ствола, происходит из-за значительной дифференциации наследственных особенностей и свойств особей, входящих в состав популяции дуба (Новикова, 2006).

У дуба черешчатого чаще, чем у других возникают соматические мутации, проявляющиеся в изменении формы кроны (Лесная энциклопедия, 1986). Такие мутации в 50,0% получаются при обычной естественной радиации.

Строение формы кроны у дуба имеет определенные тенденции к развитию в силу следующих особенностей: центральный побег быстро заменяется боковыми, большая побегопроизводительность, мощная побеговосстановительная способность, развитие крупных скелетных ветвей. Поэтому крона чаще всего округлая, низко опущенная, имеет несколько вершин, и дуб в свободном состоянии кустится.

Деревья дуба способны формировать разветвленную и глубоскелетную крону в условиях свободного произрастания (Рисунок 1.1), и слаборазветвленную узкую крону в насаждениях с большой полнотой или при высокой сомкнутости полога (Чернышов, 2011).

I. Многие ученые (Плетминцева, 1966; Лесная селекция, 1972; Каплина, 2009) аномалию развития формы ствола относили к особенностям развития кроны. В настоящее время широко известны следующие классификации у дуба черешчатого:

Плетминцева Т.И. (1966) в своей работе, посвященной селекции позднераспускающейся разновидности дуба, выделяет всего две формы кроны, но представляет 8 типов деревьев в зависимости от угла прикрепления скелетных

сучьев типа ветвления, побегопроизводительности, очищения стволов от сучьев, и даже от толщины и рисунка коры.



Рисунок 1.1 – Дуб черешчатый, произрастающий на поляне

Формы кроны:

1. Ширококронные деревья - крона состоит из толстых скелетных ветвей диаметром  $1/3 - 2/3$  диаметра ствола в месте прикрепления. Часто имеет несколько вершин. Сучья первого порядка имеют большую высоту с последующим ветвлением на сучья меньшего порядка. Ствол в кроне выражен плохо.

2. Узкокронные деревья - крона продолговатой, узкой или округлой формы. Крона состоит из тонких и средних по толщине сучьев диаметром  $1/4-1/5$ . Сучья первого порядка слабо ветвятся, ствол часто прямой до самой вершины.

Типы деревьев:

а) *Прямоствольные полнодревесные деревья с моноподиальным типом ветвления.*

б) *Деревья с узкими кронами из тонких сучьев моноподиального и смешанного ветвлений.*

в) *Деревья с узкой компактной кроной, расположенной на самой вершине ствола.*

г) *Деревья с узкой кроной колосовидной формы.*

д) *Деревья с узкой кроной колосовидной и глубоковоронкообразной формы, смешанного типа ветвления.*

е) *Деревья с преобладанием моноподиального типа ветвления.*

ж) *Деревья со смешанным типом ветвления.*

з) *Деревья с ложно-дихотомическим вильчатым типом ветвления, быстро теряющие центральное положение ствола и образующие двойчатки, тройчатки, многовершинность на той или иной высоте.*

К аномальным формам ствола можно отнести деревья с узкой кроной колосовидной и глубоковоронкообразной формы, смешанного типа ветвления, так как в этой группе деревья изначально с кривыми стволами и буграми, образованными от зарастающих обломов ветвей, и деревья с ложно-дихотомическим вильчатым типом ветвления, быстро теряющие центральное положение ствола и образующие двойчатки, тройчатки, многовершинность на той или иной высоте.

II. В Латвии при проведении исследования дубрав (Лесная селекция, 1972), направленных на выявление высококачественных деревьев дуба, были использованы следующие показатели: особенности строения коры, кроны деревьев, увязанные с фенологическими и экологическими формами. На основе проведенных исследований были выделены 4 морфологические формы по типу ветвления (Рисунок 1.2).

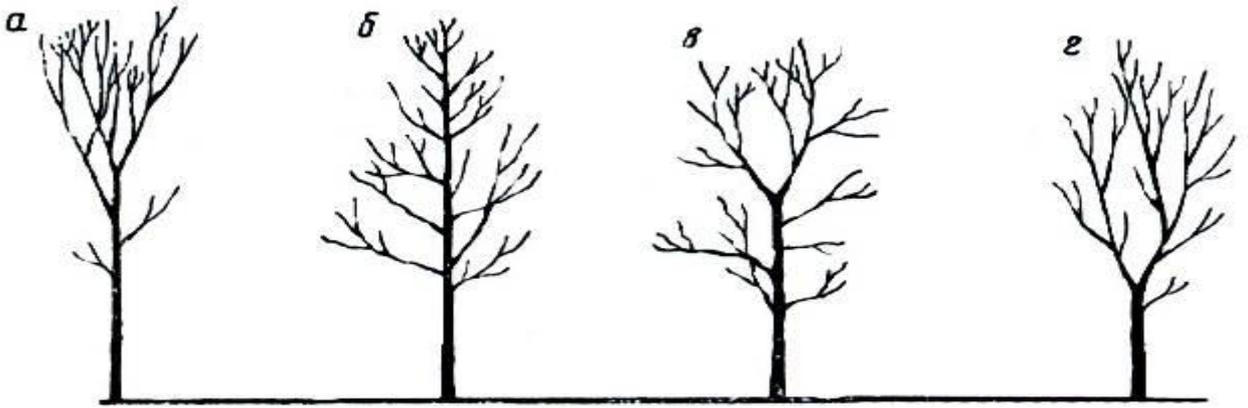


Рисунок 1.2 – Формы дуба по типам ветвления: а - с метловидной кроной; б - с овальной кроной; в – с широкой кроной; г – с дихотомическим ветвлением.

(Лесная селекция, 1972 ст. 68).

В качестве лучших были отмечены деревья 1-й и 2-й формы, как быстрорастущие и отличающиеся хорошим качеством стволов. Деревья этих форм дают неширокие компактные кроны, образуют меньше водяных побегов и характеризуются лучшими таксационными показателями.

Нас больше интересуют деревья 3-й и 4-й формы, которые были отнесены к хозяйственно малоценным. Такие деревья в зависимости от преобладания определенного порока мы можем отнести к аномальным формам ствола. Их можно также отнести к многостволию из-за отсутствия четко выраженного главного осевого побега. В 3-й форме четко прослеживается такая аномалия, как толстые скелетные сучья. Они располагаются обычно в средней и нижней части ствола, где диаметр сука может достигать больших размеров, и крепятся почти под прямым углом, а в некоторых случаях даже под тупым. К 4-й форме отнесены кривые стволы.

II. Каплина Н.Ф. (2009) предложила свою оригинальную классификацию форм крон:

- 1) раскидистая форма;
- 2) зонтиковидная форма;
- 3) узкокронная (протяженная) форма.

В основу данной классификации она положила морфологические особенности крон дуба черешчатого в зависимости от различной степени угнетения (Рисунок 1.3). Так, ею была прослежена следующая тенденция – при слабом угнетении происходит формирование крупных раскидистых ветвей, при более сильном угнетении – часто наблюдается усыхание ветвей в нижней части кроны и замена их водяными побегами, при дальнейшем угнетении у отставших в росте деревьев происходит усыхание первичной кроны и замена ее водяными побегами, при этом последняя стадия - это усохшее дерево.

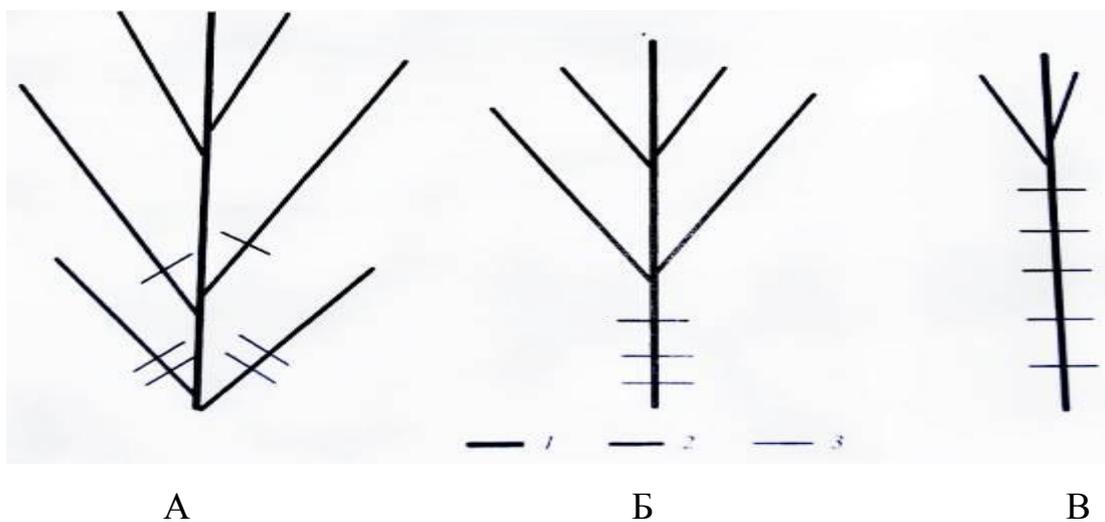


Рисунок 1.3 - Схематическое изображение типов кроны: А - раскидистая крона; Б - зонтиковидная крона; В - узкокронная; 1-ствол дерева; 2- первичная ветвь; 3- вторичная ветвь.

Автор установила, что переходы в типах крон, 1 тип  $\rightarrow$  2 тип  $\rightarrow$  3 тип, непостоянны во времени и зависят от окружающих условий, так в неблагоприятных условиях осуществляется прямой переход, в благоприятных - обратный. Наиболее многочисленные переходы из 2-го в 3-й тип, при этом их почти в 2 раза больше, чем переходов из 1-го во 2-й.

Каплина Н.Ф. (2009) отмечает, что двухвершинные деревья независимо от их размера и состояния всегда относятся к группе риска и отмирают после усыхания одной из вершин.

Первые две классификации просто выделяют группы, к которым относят часто встречаемые аномалии развития форм ствола у дуба черешчатого, такие как многостволие, вильчатость, толстые скелетные ветви. Капленка Н.Ф. (2009) в отличие от них рассматривала аномалии развития форм ствола как результат степени угнетения и возможного перехода одной формы ствола в другую. Её классификация учитывает возникновение и развитие аномалии во времени, что более присуще растущему дереву.

### 1.2.2 Аномалии, вызванные абиотическими факторами

**Погодно-климатические** факторы могут вызывать целый комплекс патологических явлений в дубраве. К этим факторам относят: недостаточное освещение, ветер (ветровалы, буреломы, преобладающие ветра), действие снега (снеговалы, снеголомы, ожеледь), перепад температуры, молнии и т.д. Воздействие неблагоприятных погодно-климатических условий может привести к усыханию насаждений на больших территориях.

*Влияние снега на насаждения.* В условиях лесостепи дуб черешчатый часто страдает от такого явления, как ожеледь. В результате ожеледи на дубе в возрасте 20 лет может накапливаться льда до 155 кг. (Воронцов, 1978), что почти вдвое превышает собственный вес дерева. Под действием тяжести льда на разной высоте ломаются ветви и стволы деревьев. Если это не приводит к гибели дерева, то ведет к образованию различных аномалий, таких как многостволие и искривление ствола (Минкевич, 1972; Воронцов, 1978).

Снеголом - под действием тяжести снега происходит поломка ветвей и стволов у деревьев. Снеголому больше подвержены деревья с тонкими стволами, высокие или деревья, имеющие отклонение от вертикального положения (наклон, искривление) (Гартиг, 1894; Минкевич, 1972; Воронцов, 1978; Бугаев, 2013).

Снеговал – упавшие вместе с корнями деревья под действием снежных лавин. Снеговал встречается редко и, в основном, в горных районах, но при этом страдают не одиночные деревья, а целые массивы.

*Влияние температуры.* Температура - один из важнейших факторов, влияющих на рост и развитие растения, так как большинство биохимических процессов проходят в определенных температурных пределах (Гартиг, 1894; Минкевич, 1972; Кожаринов, 2012). Также температура окружающей среды влияет на содержание воды в самом растении за счет процессов транспирации.

При лишении воды клетки древесины уменьшаются в объеме, и происходит растрескивание ствола в продольном направлении, таким образом, происходит образование морозобоин. Предполагают, что морозобойные трещины образуются при резком похолодании, когда наружные части сильно сжимаются, высвобождая воду, а внутренние остаются теплыми и, следовательно, неизменными в объеме. Возникает напряжение наружных слоев, которые растрескиваются. Эти повреждения чаще всего возникают в безсучковой части, с юго-восточной стороны и достигают 1 м и более (Минкевич, 1972; Кагорманова, 2008; Бугаев, 2013).

Образование повторных морозобойных трещин сильно снижает конкурентоспособность и жизнеспособность дерева (Ерусалимский, 2012).

Многие ученые в дубовых насаждениях наблюдали морозобойные трещины и отлупы («кольца мороза»), возникающие в период сильной оттепели (Синадский, 1983; Рожков, 1989; Курненкова, 1998; Царалунга, 2005, Бугаев 2013). Образование морозобойного отлупа происходит за счет того, что наружные слои ствола нагреваются и расширяются, а внутренние остаются холодными и сжатыми. За счет разности в объемах, отлуп происходит по границе годовичного кольца, при этом отмирает заболонь, так как она содержит больше воды, чем камбий и в её состав входит небольшое количество жиров, белков и сахара. Морозобойный конус обычно достигает нескольких метров, шириной 3-1,5 см, в его состав обычно входит 4 - 8 мертвых колец. Замечено, что морозобойные отлупы появляются, в основном, на дубах старше 25 лет. Возможно, это связано с достижением определённой толщины ствола дерева, на дереве дуба в возрасте около 100 лет можно встретить в среднем 2 - 4 морозобойных отлупа.

Рожков А.А. (1989), обследуя дубравы Виноградского лесничества Московской области, пришёл к выводу, что морозобойные отлупы имели все деревья старше III класса возраста, при этом 94,3% древесины в морозобойном конусе была заражена гнилью.

На появление морозобоин и морозобойных отлупов влияют также такие факторы как происхождение древостоя и тип условий произрастания. По данным Курненьковой И.П. (1998), на территории Чувашской Республики морозобоины в минимальном количестве 7,0% находятся в сухих дубравах, в свежих семенных - 15,4%, в порослевых - 30,6%, а в пойменных семенных - 20,0%, пойменных порослевых - 37,1%. Между типом лесорастительных условий и количеством морозобоин можно проследить определенную связь. Пойменные дубравы произрастают в понижениях рельефа, где заморозки более суровые, чем на возвышенностях и склонах, а влажность воздуха выше, следовательно, насыщение древесины водой больше.

*Влияние ветра.* Ветер играет важную роль в жизни всего леса и каждого отдельного дерева. Ветер перемешивает слои воздуха в насаждении, перемещая в крону новые порции углекислоты, необходимые для питания листьев. Небольшой ветер способствует опылению растений, а для ветрофильных видов является главным опылителем, разносит семена. Сильный ветер может вызывать ветровал и бурелом не только отдельных деревьев, но и целых массивов.

Под ветровалом понимают упавшие вместе с вывороченными остатками корней дерева. В большинстве случаев причиной дубового ветровала являются древоразрушающие грибы (Межебовский, 1970; Бугаев, 2013), в особенности опенок осенний (*Armillariella mellea*), который, разрушая корневую систему дуба, ослабляет его сцепление с землей (Журавлев, 1962).

Больше всего ветровал дуба можно встретить в приспевающих, спелых и перестойных, порослевых дубравах, расположенных на водоразделах. Так, в 1981 году в Правобережном лесничестве Учебно-опытного лесхоза ВГЛТА ураган за несколько минут повалил деревьев в объеме 4,3 м<sup>3</sup> /га, что составляло 2,7% от среднего запаса древесины на га. (Кагорманова, 2008).

Бурелом (ветролом) – это явление облома стволов, вершин и скелетных веток под действием сильного ветра (бури). Пороговая скорость ветра для образования бурелома в насаждении составляет 15 м/сек. (Кагорманова, 2008). У дуба в насаждениях чаще можно встретить облом ствола, чем облом частей кроны. Стволы у стоящих деревьев ломаются, когда опрокидывающая сила ветра не превосходит силы сцепления корней дерева с почвой, но превышает механическую прочность ствола на излом. Буреломы часто возникают при заражении ствола дерева различными дереворазрушающими инфекциями, при этом происходит разрушение древесины и, как следствие, излом ствола (Журавлев, 1962; Межебовский, 1970; Калиниченко, 2000; Кагорманова, 2008; Бугаев, 2013).

Межебовский А.М.(1970) отмечал, что в 96,5%, а Минкевич И.И., (1972) – 80,0% деревьев, поврежденных буреломом, в месте облома наблюдается разного рода стволовые гнили. Места расположения трутовых грибов (дубовый трутовик *Polyporus dryophilus* Berk, ложный дубовый трутовик *Phellinus igniarius* Quel.) или раковых опухолей, особенно поперечный рак дуба (*Pseudomonas quercus* Schem.), для дуба черешчатого являются предпосылкой к образованию бурелома.

*Влияние ветра на форму ствола.* Иванов Л.А. (1934) считает, что самой главной причиной утолщения в нижней части дерева является задержка в этих местах пластических веществ, при изгибании ствола от воздействия ветра. Это утверждение он обосновывает тем, что наряду с увеличением диаметра в комлевой части происходит замедление роста в верхушечных и боковых побегах вследствие нехватки питательных веществ.

Белов С.В. (1974) подтверждает гипотезу Иванова Л.А., и говорит о влиянии ветра как о факторе формирования формы ствола. В отличие от Иванова Л.А. Белов С.В. считал замедление роста дерева в высоту приспособительной реакцией к выживанию, которая закрепилась наследственно. При этом главными причинами формирования разнообразия стволов по форме в лесу являются различные условия ветрозащитности для каждого отдельно взятого дерева в насаждении и причины наследственного характера.

У дерева в раздражённом участке при изгибании под действием ветра возникает ответная реакция в виде откладывания дополнительного строительного материала в нем, чаще всего это комлевая часть ствола, место, где дерево испытывает максимальную нагрузку (Белов, 1974). У старых деревьев при одиночном стоянии, на склоне (Рисунок 1.4) или при произрастании в редколесье, испытывающих постоянную нагрузку, они приобретают вид мощных лап.



Рисунок 1.4 - Дуб черешчатый с большими комлевыми лапами

*Преобладающие ветра.* При постоянно дующих ветрах в одном направлении у деревьев крона приобретает флаговидность, то есть почти все скелетные ветви направлены в одном направлении.

Существуют две противоположные гипотезы образования флаговидности. В первом случае ветви, противостоящие ветру, становятся короче. Под действием иссушающей силы ветра такие побеги в большинстве случаев недоразвитые, не успевают одревеснеть и в зимний период отмирают.

По второй гипотезе большая часть кроны образуется на выпуклой стороне ствола за счет развития боковых придаточных побегов (Кренке, 1950). При этом ветер не оказывал никакого вредного воздействия на ветви, а влиял только на

изгиб дерева. Дополнительные побеги появлялись на выпуклой стороне изгиба, под воздействием дополнительных пластических веществ и лучшего освещения.

Мы считаем, что эти две гипотезы не противоречат друг другу, а являются развитием разных сценариев образования флаговидности кроны в зависимости от характеристики ветра. Так, при сильных холодных северных ветрах или при суховеях особенно в зонах с таким лимитирующим фактором как влага, развитие будет происходить по первому сценарию, а при постоянных сильных ветрах, насыщенных влагой ветрах (вблизи водоемов), - по второму.

*Освещенность.* На дуб *сильная освещенность* влияет отрицательно, так как в околополуденные часы, когда на листья дуба попадало максимальное количество прямого солнечного света, процесс фотосинтеза в них замедлялся (Иванов, 1946).

*Недостаток освещения* может вызвать болезненные явления у растения. Побеги при недостатке света сильно удлиняются и при выставлении их на солнце быстро засыхают из-за плохо развитых внешних покровов или под влиянием других неблагоприятных факторов.

Общая масса древесины у деревьев, выросших на поляне, и деревьев, произрастающих в древостой сомкнутостью 0,9 в пределах одной ступени толщины, близка друг другу по значению (Молчанов, 1961). Эти явления объясняют максимальную продуктивность в дубравах сомкнутостью 0,7. Так, по данным А.А. Молчанова (1961), продуктивность в древостоях с этой сомкнутостью на 10-15% выше, чем в густом древостое и на поляне, причем разница в объеме деревьев в общем колеблется в широком диапазоне от 13 до 50%.

*Избыточное увлажнение* может возникать в дубравах при затоплении или подтоплении. Переувлажнение почвы ведет к кислородному голоданию дерева. Поглощение корнями питательных веществ затрудняется, прекращаются нормальные окислительные процессы. Деревья начинают болеть (Минкевич, 1972), снижается прирост, вследствие этого рост замедляется, начинаются вспышки массового размножения энтомофитов и распространение

инфекций, увеличивается количество сухостойных деревьев (Журавлев, 1962; Бугаев, 2013).

Процесс и скорость отмирания деревьев главным образом зависит от уровня поднятия воды и продолжительности затопления. Дуб без особых последствий может выдержать в течение целого вегетационного периода подтопление выше корневой шейки, что относит его к устойчивым породам к затоплению (Воронцов, 1978; Кагорманова, 2008; Бугаев, 2013). Полная гибель дубового насаждения наступает при постоянном затоплении территории на протяжении 5-6 лет (Воронцов, 1978).

*Недостаток воды (Иссушение).* Недостаток влаги в почве приводит к тому, что молодые всходы плохо растут, а при длительной нехватке воды усыхают. Если растения все же выживают, то это сказывается на их росте, большинство из них вырастают низкорослыми особями, у которых преждевременно опадают почки, листья или плоды. Зонн С.В. (1959) отмечал, что постоянная нехватка влаги приводит к ускоренному старению организма, снижая тем самым его долговечность.

*Бедность почвы.* Для полноценного роста и развития любому растению необходимы питательные элементы. Растение получает питательные вещества из почвы, при этом усвоение корнями элементов происходит только в определенной доступной для них форме, поэтому даже при нахождении питательных веществ в почве у растения могут проявляться симптомы недостаточности. Симптомы нехватки питательных веществ могут проявляться на всех органах растений.

Многие авторы (Синадский, 1973; Тарр, 1975; Синадский, 1977; Воронцов, 1980) подробно рассматривали, какие именно симптомы возникают на растении при недостатке конкретного элемента. Мы рассмотрим общие признаки, которые говорят о дефиците питательных элементов.

От недостатка питательных веществ у растения происходит замедление роста и часто возникает суховершинность. Усыхание происходит в верхней части кроны, при этом нижняя часть остается зеленой.

Большинство дубовых насаждений произрастают на С<sub>2</sub>, Д<sub>2</sub> или условиях, приближенных к ним, это площади с плодородными, рыхлыми почвами, богатыми перегноем, в таких условиях дуб нормально произрастает и развивается (Калиниченко, 2000; Бугаев 2013).

*Избыток питательных веществ* также иногда может неблагоприятно сказаться на дереве. Внезапно увеличенный приток питательных веществ ведет за собой значительное производство органических веществ. В случаях, когда дерево не в состоянии достаточно расшириться, происходят разрывы наружной ткани. Такие разрывы в различных дубовых насаждениях возможны на экземплярах, сильно угнетенных из-за поздней проходной рубки или выросших под пологом крупных деревьев и после рубки, выставленных на свободу (Гартиг, 1894).

### **1.2.3 Аномалии, вызванные механическими повреждениями**

К механическим относят такие повреждения, как ошмыги, обдиры, обломы, комлевые пни, ушибы, зарубки, запилы. При проведении любых видов рубок древостой испытывает отрицательное воздействие в виде повреждения комля, облом скелетных ветвей, образование комлевого пня, повреждение подроста и подлеска, повреждение лесной подстилки и уплотнение почвы (Царалунга, 2003).

При отмирании камбия у дерева затягивание раны происходит за счет образования наплыва от краев раны, где остался живой камбий. Ежегодное утолщение ствола приводит к растяжению луба и коры. Живые клетки при этом выравнивают давление за счет своего роста в длину по окружности, при этом часть коры растрескивается вдоль ствола, что образует характерный рисунок коры каждой древесной породы.

В месте рядом с раной камбий испытывает меньшее давление и происходит разрастание в эту сторону (Рисунок 1.5 по Гартигу Р. (1894)). На Рисунке 1.5 изображено, как камбий нарастает на раневую поверхность. При этом нормальный камбий переходит в камбий с короткими клетками, из которого образуется ненормальная древесина без сосудов и явных сердцевинных лучей.

Иногда в тот же год или позже заживляющая древесина принимает нормальное строение, и от старой ее отличает только тонкая кора, которая может сохраняться несколько лет. Усиленный рост сохраняется до тех пор, пока края раны не соприкоснутся и не срастутся между собой, образуя один годичный слой.

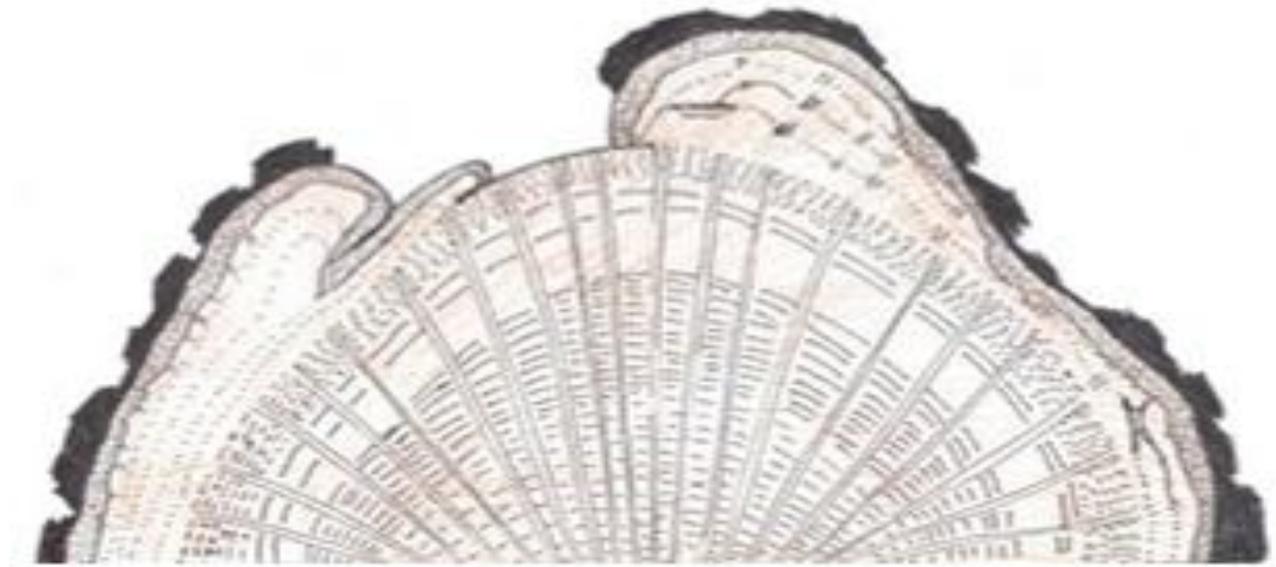


Рисунок 1.5 - Процесс затягивания каллусом раны на стволе дерева дуба

При любом ранении древесины, она начинает быстро заселяться сапрофитными грибами, особенно гименомицетами или аскомицетами (Харченко, 2004; Крюкова, 2010; Бугаев, 2013). В случаях, когда вода и воздух легко могут поступать через рану, например, через незаросший сучок, возникающая бурая гниль быстро распространяется от места поранения в направлении проводящих воду элементов. В то же время при отсутствии воздуха и воды бурая гниль будет развиваться крайне медленно; так, в дубовом обрубке был обнаружен сломанный сучек, который был закрыт наплывом более 100 лет, и гниль продвинулась всего на 1 см (Гартиг, 1894).

Самые серьезные для дерева поранения - *ошмыги* происходят в процессе самой рубки и трелевки хлыстов сортиментов. Они также появляются при падении стволов, когда падающий ствол задевает стоящее рядом дерево и, скользя по нему, сдирает кору.

В процессе естественного очищения ствола дерева от веток происходит прекращение вегетационных процессов в сучьях и их отмирание. *Облом* таких ветвей происходит в лесу постоянно под действием ветра, силы тяжести, снега зимой. Часть отмершего сука всегда остается живой у основания, это живое основание иногда достигает 4 см у крупных ветвей (Гартиг, 1894).

Крупные скелетные ветви обычно долго не отпадают, и тогда часть мертвого сука врастает в древесину ствола. Если гнилая часть ветви отпадает слишком поздно, то новый годичный слой ствола успевает уже охватить сильно перегнивший сук. В таких случаях образуется пустота в стволе, которая перекрыта несколькими слоями каллусного наплыва.

Крупные ветви чаще всего полностью (Рисунок 1.6 I) не зарастают, облом затягивается только с краев. Этот не заросший участок становится воротами проникновения грибных инфекций дальше в ствол дерева.

Рубка одного из стволов в порослевом кусте приводит к образованию *комлевого пня*. При диаметре срубаемого ствола более 16 см комлевой пень не в состоянии затянуться каллусом (Царалунга, 2003), следовательно, возникают «ворота» для проникновения грибных инфекций. Со временем гниль проникает во все оставшиеся деревья в порослевом кусте и поднимается вверх по стволу каждого из них, а комлевой пень может перейти в комлевое дупло (Рисунок 1.6 II).

*Ушибы могут* возникать как в естественных условиях, так и благодаря человеку. Когда сухое дерево или сук под действием ветра падает на соседнее дерево, то происходит ушиб при естественных условиях. Благодаря человеку ушиб может возникать при различных рубках (при падении сук срубленного дерева задевает близко растущее дерево). При применении лестниц в случае обрезки сучьев, когда верхняя перекладина лестницы приставлена к стволу.

Во всех случаях в ушибленном месте кора отмирает. Так как мертвая кора находится в соединении с живой, то происходит дополнительное давление на ушибленное место. Такие раны заживают только с помощью «наплыва» с краев, а из-за давления коры заживление становится почти невозможным. Через несколько

лет, после того, как разрушится отмершая кора, скапливающаяся вода в трещинах приводит к загниванию когда-то ушибленного места (Воронцов А.И., 1978). Раны такого характера называют *сухобокость*.



Рисунок 1.6 – I - Облом толстой скелетной ветви; II - Комлевое дупло, образовавшееся от вывала второго ствола

*Зарубки*, оставляемые только на коре, видны много десятилетий по границе между старой и новой корой. Если же, напротив, сняли значительный кусок коры, обнажив при этом древесину, то затеска быстро затянется каллусом и будет невидна.

#### **1.2.4 Аномалии, вызванные биотическими факторами**

К биотическим факторам относят все живые организмы. Живые существа играют большую роль в жизни леса. Насекомые опыляют растения, способствуя их семенному возобновлению; грибы разлагают мертвую органику до доступной

формы для растений; птицы разносят семена и уничтожают вредных насекомых и т.д; но помимо огромного положительного влияния существует и обратная сторона. Так, заяц приносит громадный вред лесам, особенно страдают молодые осина, дуб, клен в южной части России. В северных регионах России лоси объедают кору дуба, сосны, ели, березы, осины, рябины. Многими животными в осенне-зимний и весенний периоды уничтожаются желуди (Миронов, 2007; Чернышов, 2011).

Мелкие грызуны, такие, как лесная мышь и полевка, в зимний период сильно повреждают молодняки в дубовых и буковых насаждениях. В течение лета в ране происходят значительные перемены, сначала она засыхает от наружного края вовнутрь, затем начинает загнивать. Если же кора повреждена по всему периметру ствола, то деревце в течение лета быстро засыхает, после этого даже не образуется пневой поросли (Гартиг, 1894).

Скусывание верхушечной почки главного побега грызунами и копытными животными происходит особенно часто в возрасте молодняков (Рожков, 1989; Камалов 2005; Бугаев, 2013). Повреждения приводят к тому, что вместо одного главного побега из боковых почек формируется два и более, образуется многостволие. При многократных повторных повреждениях образуется торчек, который чаще всего погибает. К повреждениям, которые наносят деревьям животные, также относят сдираание коры, уничтожение боковых ветвей, что приводит к искривлению или наклону ствола.

В настоящее время воздействие диких животных на патологические процессы в лесу и усыхание насаждений считается незначительным, поскольку составляет менее 1,0% (Кобельков, 2005).

Насекомые в небольшом количестве всегда присутствуют в лесном биогеоценозе, но количество видов насекомых, паразитирующих на дубе черешчатом, по сравнению с другими видами твердолиственных пород превышает в несколько раз и достигает порядка 1400 (Молчанов, 1975; Бугаев, 2013). Влияние насекомых на дерево зависит от многих факторов, таких как жизнеспособность, время года, когда произошла сильная дефолиация, погодных

условий (дождливый или засушливый период), сколько раз подряд в течение последних лет происходило объедание листвы и в какой степени (Воронцов, 1966, 1978; Радкевич, 1980; Рубцов, 1984; Лямцев, 1995; Калиниченко, 2000; Кагорманова, 2008; Бугаев, 2013).

Помимо прямого воздействия листогрызущих насекомых такое, как объедание, они являются переносчиками разного рода инфекций от больных деревьев к здоровым. На дубе черешчатом можно встретить дубового заболонника (*Scolytus intricatus* Ratz.) и желто-пятнистого усача (*Mesosa myops*), которые распространяют сосудистый микоз дуба (Малшева, 1959; Минкевич 1965), пестрая дубовая тля (*Lachnus roboris* L.) распространяет поперечный рак дуба.

Крюкова Е.А. (2005) доказала, что листогрызущие насекомые, такие, как непарный шелкопряд и златогузка, способны заразить дерево грибной инфекцией путем внедрения спор в проводящие системы листа, ветви и ствол.

Грибные инфекции – микозы, самые распространённые заболевания в насаждениях и составляют 70,0% от всех инфекционных болезней (Минкевич, 1972).

По наблюдениям кафедры экологии и защиты леса ВГЛТА в течение 20 лет был сделан вывод, что видовой состав грибов, паразитирующих на дубе, со временем сильно изменился. Так, трудно встретить виды грибов, которые поселяются на мертвых и сильно ослабленных деревьях (стереумы струповидный, шерстистый, пурпурный, вииллемунус съедающий, ржавая хименохета, щелевой гриб, разноцветный трутовик, зональный трутовичек, жирная чешуйчатка, ирпекс молочно-белый) (Харчинко, 2004).

В то же время грибы, которые поселяются на живых, ослабленных деревьях, стабильно присутствуют в древостое (дубовый трутовик, осенний опенок, печеночница обыкновенная, серно-желтый трутовик, чешуйчатый трутовик) (Семенкова, 2005).

Многими учеными было установлено, что порослевые дубравы более чем другие древостои подвержены грибным инфекциям (Курненкова, 1998;

Калиниченко, 2000; Царалунга, 2003; Харченко, 2004,). Так, Курненко И.П. (1998) установила, что в семенных дубравах зараженные деревья составляют 59,1%, а в порослевых - 70,3%, при этом на одном дереве часто присутствуют несколько грибных инфекций.

Калиниченко Н.П. (2000) более подробно описал, сколько зараженных деревьев приходится на конкретную инфекцию: опенок- 15,1 - 21,6%; ложный трутовик 7,1 - 10,3%; серо-желтый трутовик 3,5 - 8,6%; дубовая губка 4,3 - 5,7%. Харченко Н.А. (2004) определил, что средняя зараженность грибными инфекциями у дуба порослевого составляет в среднем 43,0%, из них 31,6% - опенок осенний, 6,8% - ложный дубовый трутовик, 2,0 - 3,0% - серно-желтый трутовик.

Как мы видим, опенок осенний занимает лидирующее положение среди всех инфекций, поражающих дуб черешчатый. Следует также отметить, что некоторые авторы считают его более агрессивным по отношению к дереву, чем, например, трутовые грибы (Вакин, 1950, 1954; Селочник, 1989).

Другая группа ученых (Яковлев, 1949; Науменко, 1950; Положенцев, 1980) считает, что опенок осенний снижает жизнеспособность дерева, (так же, как мучнистая роса) и не является первопричиной отмирания дерева.

### **1.2.5 Аномалии антропогенного характера**

Дубравы являются долговечными и достаточно устойчивыми к неблагоприятным факторам биогеоценозов, но на протяжении длительного времени они подвергались разного рода антропогенным воздействиям, что не могло не сказаться на их состоянии (Царалунга, 2003; Харченко, 2010; Чернышов, 2011; Бугаев, 2013, Шиман, 2013).

Виды отрицательного антропогенного воздействия различны, так, можно выделить следующие:

1) Приисковые рубки, приводящие к отрицательной генетической эволюции. Если на протяжении многих столетий в одном массиве вырубать

только лучшие экземпляры дуба черешчатого, то в итоге мы получаем массив, в котором дуб имеет большое количество аномалий на дереве, в том числе и патологические формы ствола (Тарасенко, 2003; Царалунга, 2003; Харченко, 2004; Калинин, 2011).

2) Сплошнолесосечные рубки нарушают экологическую обстановку (Смирнов, 2011);

3) Выборочные санитарные рубки начинают проводить с приспевающего класса возраста, при этом, согласно руководству проведения санитарно-оздоровительных мероприятий (2007), снижать полноту можно до предельных величин, при которых обеспечивается способность древостоев выполнять функции, соответствующие их категориям защитности. В лесостепи большинство лесов принадлежит к I категории защитности. При проведении выборочных санитарных рубок в таких лесах количество предельных единиц снижения полноты не регламентируется, а указана только предельно низкая полнота (в молодняках и кустарниковых зарослях 0,4 и выше, а в насаждениях более старших возрастов – 0,3 и выше), то есть снижение полноты в дубовом массиве может произойти резко.

4) Недостаточное способствование естественному возобновлению семенному дубу приводит к преобладанию площадей с порослевым возобновлением (Харченко, 2004; Гордина, 2013). Исключая семенное размножение деревьев и возобновляя дуб через поросль, мы получаем деревья с ослабленным иммунитетом, не приспособленным к новым вирулентным формам паразитов, которые имеют более эволюционно совершенный механизм нападения. В настоящее время большинство порослевых дубрав в 50,0% и в 70,0% утратили способность к естественной реабилитации (Калиниченко, 2000), следовательно, без содействия естественного возобновления восстановление дубрав невозможно.

5) Несвоевременные уходы за молодняками. Выращивание насаждений дуба в культурах требует более сложной технологии и многочисленных рубок ухода по сравнению с другими породами. При применении культур в отличие от

естественно произрастающего дуба возможны следующие этапы поранения верхушечной почки:

А) Этап рубок ухода – также часто проводится механизированно, и помимо междурядий, где должен осуществляться уход, задеваются деревья в ряду (Петровский, 2012; Бартенев, 2014).

Б) Этап несвоевременно проведенных рубок ухода – молодые дубки растут медленно и нуждаются в постоянном подгоне. Часто культуры дуба высаживаются на вырубках, где порослевым и семенным способом быстро восстанавливаются такие породы как осина, береза, клен. В отличие от дуба они очень быстро растут в высоту и заглушают посадки дуба, что приводит к отмиранию верхушечного побега от нехватки света и его перевершинивании.

5) Избыточная рекреационная нагрузка. В результате высокой рекреационной нагрузки вытаптывается надпочвенный покров, следовательно, ухудшаются процессы аэрации почвы и гумусообразования, увеличивается захламленность мусором (Михно, 2008; Никитченко, 2012).

б) Выпас скота. В настоящее время, несмотря на запрет выпаса под пологом леса, происходит неконтролируемый выпас крупного и мелкого скота в дубравах. Животные уничтожают подлесок, подрост, ухудшается микроклимат в насаждении (Рожков, 1989; Шульга, 2011).

### **1.3 Экологическая и эволюционная суть аномалии**

В зависимости от способа возникновения, аномалия играет различную роль как для самого организма, так и для популяции в целом.

I Если аномальная форма ствола у дуба черешчатого возникла под воздействием различных факторов в процессе роста и развития, то такая приобретенная аномалия напрямую влияет только на жизнеспособность конкретного дерева, у которого она проявилась.

Степень влияния аномалии на жизнеспособность и конкурентоспособность особи определяется её видом и степенью ее развития. Приобретенная аномалия

лишь косвенно может оказывать влияние на лесной биоценоз путем ухудшения его санитарного состояния. В конечной стадии своего развития аномалия приводит к накоплению у дерева различных инфекций и вредителей, что является источником возможного заражения для здоровых деревьев в насаждении.

II Генетическая предрасположенность. У дуба черешчатого чаще, чем у других видов, возникают соматические мутации, приводящие к изменению формы ствола, в 50,0% они возникают вследствие естественной радиации (Лесная энцикл., 1986). В настоящее время постоянно возрастают техногенные нагрузки, что приводит к увеличению возможных мутаций. При генетических нарушениях, возникающих вследствие мутаций, увеличивается риск передачи данных нарушений следующим поколениям (Вострикова, 2010).

Fisher (1930) вычислил вероятность сохранения нового мутантного аллеля, который возникает в большой популяции. С каждым следующим поколением шансы на сохранение мутации в поколении падают, к 31 поколению шансы на исчезновение у мутаций будут составлять 94,0%, а к 127 – 98,0%. При небольшом селективном преимуществе (первого порядка) у мутантного аллеля, в частности, и у дуба черешчатого шансы на исчезновение из популяции несколько снижаются, так к 127 поколению он составляет 98,0%.

Дуб с измененным генотипом обычно обладает более низкой жизнеспособностью, чем нормальный тип. Это объясняется тем, что гены, входящие в обычный тип, постоянно подвергались естественному отбору. И в итоге десятилетиями формировался тип, приспособленный к данным условиям произрастания и обладающий повышенной адаптивной ценностью. Под влиянием отбора дуб, произрастая в различных условиях, сформировал внутривидовые элементы - эдафотипы (Шутяев, 2008). Пятницкий С.С. (1976), Шутяев А.М. (2008) отмечают, что в некоторых случаях влияние эдафотипа на рост и развитие дуба черешчатого сказывается в большей мере, чем географическое происхождение желудей.

Любые мутации, в том числе и вызывающие изменение формы ствола, возникающие в популяции дуба, - нормальный процесс, протекающий под

действием естественного радиоактивного фона во всех популяциях дуба. Так, была найдена пирамидальная форма дуба, которая с успехом используется в озеленении. Шансы на сохранение мутации в обычных, типичных условиях очень малы, но при сильно изменяющихся современных условиях усиление радиоактивного фона за счет антропогенного фактора многократно увеличивается.

Как известно, дуб черешчатый неспособен давать новое поколение под пологом материнского насаждения (Миронов, 2007). При таких условиях дубравы прирастают опушкой, занимая более плодородные почвы с достаточным освещением.

Перемещение дуба на новые территории происходит крайне медленно, так как желуди являются тяжелыми семенами, и среднее расстояние распространения самосева не превышает границы в 5 метров от линии проекции кроны (Пятницкий, 1955), что составляет всего 17,1% за пределами кроны. Остальные 89,9% самосева находятся под проекцией кроны и, следовательно, обречены на гибель от недостатка солнечного света, или его поедают животные (Миронов, 2007).

При порослевом возобновлении происходит остановка естественного отбора, и, как следствие этого, в порослевых насаждениях можно отметить отрицательную селекцию (Тарасенко, 2003). Она хорошо прослеживается на примере большинства воронежских дубрав, так, в настоящее время, большинство дубрав являются многократно тиражированными порослевиками. Природой предусмотрено, что поросль дуб дает в экстремальных условиях, когда невозможно естественное возобновление или оно затруднено (Царалунга, 2003). Образование поросли работает как защитный механизм популяции дуба. Однако, при многократном возобновлении насаждения через поросль, дубрава снижает свое генетическое разнообразие, накапливаются различные болезни и вредители.

Учеными уже доказано, что при каждом последующем порослевом возобновлении древостой теряет устойчивость (Пятницкий, 1955; Воронцов, 1978; Устиновская, 1979; Царалунга, 2003; Миронов, 2007; Харченко, 2010; Шульга,

2011; Ерусалимский, 2012). При этом доказано, что порослевые дубравы, как и все клонированные организмы, быстро стареют, вследствие запрограммированного ограничения количества делений и продолжительности жизни каждой клетки высших организмов (электрон.путеводитель<sup>1</sup>).

Миронов О.В. (2007) называет порослевые дубравы, сформировавшиеся за последние столетия, «антропогенным новообразованием». На наш взгляд, это определение раскрывает смысл возникновения многочисленных порослевых дубрав и их связь с человеком, а, точнее, невозможность образования таких насаждений без негативного вмешательства человека.

Аномальные формы ствола, как и любые патологии в природе действуют как инструмент регуляции в популяции, выбраковывая слабые и неконкурентоспособные особи, обновляя и улучшая тем самым генетический код популяции. Накапливая насаждения с многократно тиражированным дубом черешчатым, мы вмешиваемся в естественный процесс саморегуляции, нарушая его и способствуя искусственному накоплению патологий в насаждениях, в особенности аномальных форм ствола (АФС).

#### **1.4 Причины появления аномалий ствола у дуба черешчатого**

На основе анализа литературного обзора, в которой подробно рассматривались все возможные причины (абиотические, биотические, генетические, антропогенные), вызывающие образование разнообразных АФС, была сформирована сводная Таблица 1.1. В данной таблице были указаны возможные причины возникновения по конкретной патологии, за «0» или «+» мы принимали в зависимости от того, не оказывает или оказывает соответственно причина на формирование АФС.

На основании представленных данных в Таблице 1.1 была построена диаграмма разнообразия причин возникновения по аномалиям (Рисунок 1.7).

Как видно из диаграммы, такие аномалии как многостволие и наклон, искривление могут возникать по самым различным причинам, их около 16,

Таблица 1.1 – Классификация причин, способных провоцировать АФС

Причины, вызывающие АФС		Аномальные формы ствола					
		Многостволье	Срастание	ТСК	Наклон Искривление	Наросты	Поперечная несимметричность
Генетические	Наследственный	+	0	+	0	+	+
	Приобретенный	+	0	+	0	+	+
Погодно- климатические условия	Недостаток освещения	+	+	0	0	0	0
	Избыток освещения	+	0	+	0	0	+
	Одностороннее освещение	0	0	+	+	0	0
	Преобладающие ветра	0	+	+	+	0	+
	Заморозки	+	0	0	0	0	0
	Ожеледь	+	0	0	+	0	+
	Снеголом	+	0	0	+	0	0
Почвенные условия	Бедность, истощение	+	0	+	+	0	0
	Переувлажнение	0	0	0	+	0	0
	Иссушение	+	0	0	+	0	0
Механические повреждения	Ошмыги	0	0	0	0	+	+
	Обломы	+	+	0	+	+	+
	Механические повреждения	0	0	0	0	+	+
Биотическое воздействие	Скусывание грызунами и копытными	+	0	0	+	+	+
	Обдиры	0	0	0	+	+	0
	Повреждение насекомыми	+	0	0	+	+	0
	Инфекция	+	0	0	+	+	+
	Загущенность (конкуренция)	0	+	0	+	0	0
Выборочные рубки	Повреждение верхушечной почки в культурах	+	0	0	+	0	0
	Несовершенные рубки ухода	+	0	+	+	0	0
	Выборочные санитарные рубки (резкое снижение полноты)	0	0	+	+	0	+
	Рекреация	+	0	+	+	+	0

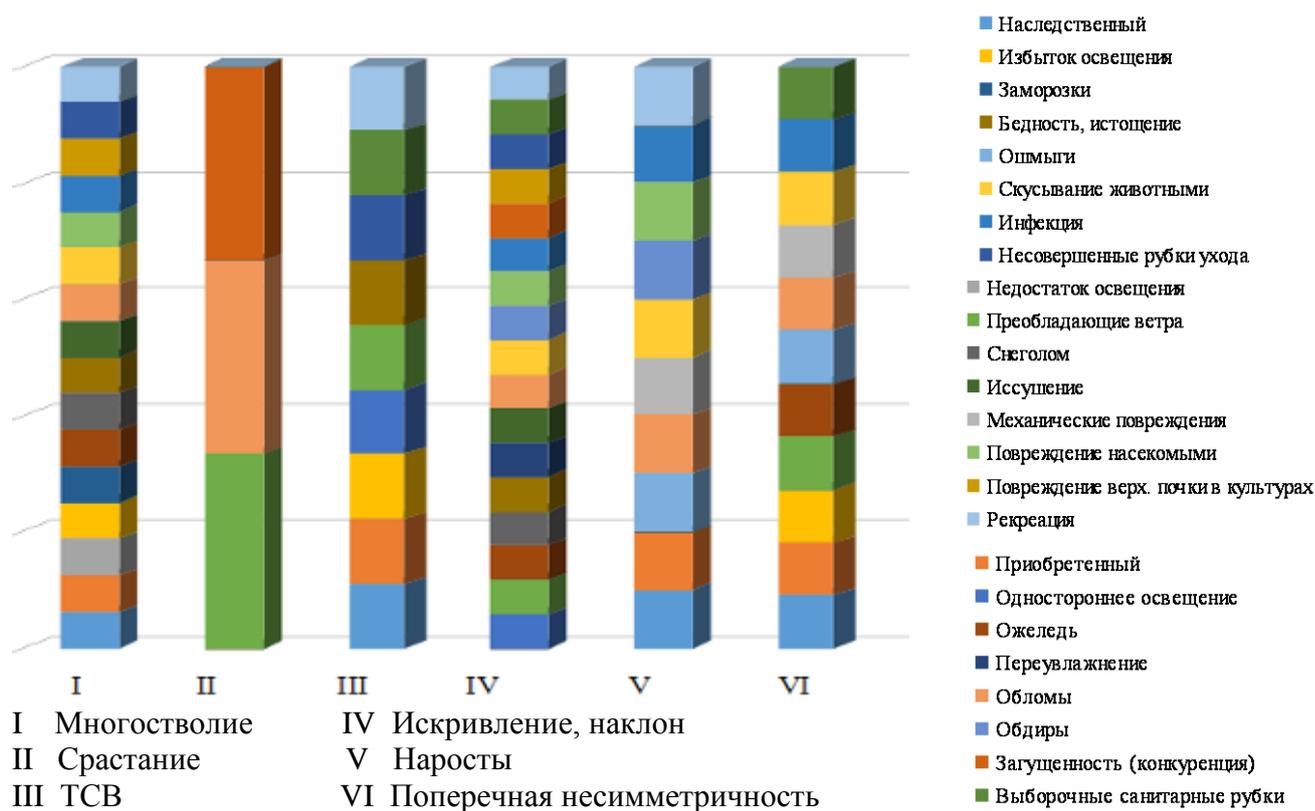


Рисунок 4.7 - Причины возникновения аномальных форм ствола

начиная от наследственной предрасположенности, заканчивая рекреацией. Это означает, что при всех возможных рассмотренных нами причин возникновения аномалий форм ствола, более чем в 60,0% возникают многостволье, изгиб и искривление. Наши исследования подтверждают, что данные виды АФС являются самыми распространёнными почти во всех обследуемых нами насаждениях.

Средними по количеству возможных причин возникновения аномальных форм ствола (от 10 до 11) являются ТСВ, наклон, муфтообразный нарост, поперечная несимметричность.

На основе проведенного анализа литературного обзора можно сделать следующие выводы:

1. Аномальные формы ствола не рассматривались в полном их многообразии, в литературных источниках, в основном, можно встретить лишь в характеристике насаждений, при упоминании ликвидности древесины или при углубленных

исследованиях специфических разрастаний (капы, свилеватость древесины карельской березы);

2. Причины возникновения аномальных форм ствола у дуба черешчатого многообразны и могут формироваться внутри популяции, накапливая особи с генетической предрасположенностью, так и под действием абиотических, биотических, механических, антропогенных факторов.

## ГЛАВА 2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Климатические условия

Исследования проводились на территории Воронежской области.

Климат на территории Воронежской области умеренно-континентальный, лето жаркое, а зимы умеренно холодные, с оттепелями. Континентальность климата увеличивается с запада на восток (Груза, 2001; Межова, 2006).

Одним из географических факторов, определяющих климатические условия на территории любого района, в том числе и Воронежской области, является географическая широта. Она определяет температуру воздуха, атмосферное давление условия ветра, а, следовательно, сезонность и количество суммарной поступающей солнечной радиации в течение года. На широте, проходящей через город Воронеж, количество средней суммарной радиации в год составляет 4115 МДж/м<sup>2</sup>, радиационной баланс за год положительный и равен 1500 МДж/м<sup>2</sup> (Харченко, 2010).

*Температурный режим* в зависимости от сезонов года четко выражен. Климат характеризуется положительной среднегодовой температурой +2 - +6 °С (электр.путьеводитель<sup>2</sup>). Начало и конец вегетации растений происходит при переходе среднесуточной температуры через порог в +9°С, продолжительность его составляет 150-165 дней.

Опасные для растений поздние весенние заморозки прекращаются в мае, а поздние осенние заморозки - в конце сентября - начале октября. Абсолютный максимум и минимум температур находится в широком диапазоне от - 41°С до +43°С.

Среднесуточная годовая температура достигает примерно + 30°С. В зимнее время температура может опускаться ниже - 30°С. При этом заморозки длятся в среднем несколько недель. Сильные заморозки в среднем происходят раз в 5 лет. Продолжительность безморозного периода составляет 160-168 дней.

Период с максимальными температурами длителен по времени, сопровождается небольшим количеством осадков, и период без дождя может достигать 30-40 суток подряд (Мильков, 1950). В последние несколько лет суточная температура значительно увеличилась и достигает рекордных значений. Так, городская метеостанция в Воронеже 2 августа 2010 года зафиксировала рекордное значение в 40,5°C, что почти на 15°C больше установленного ранее рекорда, в 1972 году составляющего 25,4°C (электр.путеводитель).

***Движение холодных воздушных масс*** Морские воздушные массы приходят в Воронежскую область уже видоизменённые и имеющие свойство, более присущее континентальным, так как, проходя над континентом, теряют большое количество влаги.

На территории чаще всего преобладающие ветра достигают скорости 1-3 м в секунду, колебания могут находиться в пределах 1,5 - 5,9 м/с. Наибольшая скорость ветра в лесостепном районе наблюдается в феврале, она может колебаться 3,8 - 6,8 м/с.

Летом заметное повышение температур возникает за счет проникновения на территорию тропических воздушных масс со стороны юга и Средиземного моря. Летом сила ветра значительно слабей и достигает максимума в августе 2,7-4,1 м/с. Примерно один раз в три года наблюдается сильная засуха, а в течение года могут наблюдаться несколько суховеев. Суховеев чаще всего возникают весной, их приносят юго-восточные ветры Средней Азии.

***Величина атмосферных осадков*** сильно меняется не только по времени в зависимости от сезона, но и по площади. Осадки распределяются неравномерно, увеличиваясь за год с юго-востока области на северо-запад, достигая при этом 450-500 мм. Небольшое повышение годовых сумм осадков на 40-60 мм было замечено над крупными лесными массивами, такими как Усманский бор, Шипов лес, Хреновской бор, Теллермановская роща. В процентном отношении в зависимости от сезона осадки распределяются следующим образом:

- 65-70% в летний период, июнь-июль достигая 55-70 мм в год;
- 30-35% в зимний период и весна, февраль и март 20-30 мм в год.

Количество осадков весной невелико, поскольку преобладает малооблачная погода. В наиболее дождливые весны может выпасть до 80-90 мм осадков в апреле и 120-160 мм в мае. В засушливые годы сумма осадков в эти месяцы может не достигать 10 мм. Раз в 3-4 года летом наблюдается значительное уменьшение количества выпадаемых осадков, и, как следствие, возникновение засухи, иссушение земель, образование пылевых бурь, суховеев. Число сухих дней может достигать 50 дней с относительной влажностью всего 30%.

В течение зимних месяцев осадки выпадают крайне неравномерно, больше всего их выпадает в северной части региона, это около 75-100 мм. Зимой часто возникают оттепели и гололеды.

Общее количество дней с осадками за год колеблется от 130 до 160. Сумма осадков за год почти равна величине испарения, при этом резкие колебания температуры влияют на баланс влаги, особенно это можно наблюдать при наличии летних суховеев в восточных районах. На большей части рассматриваемой территории суммарная величина испарений превышает 400 мм, при этом коэффициент увлажнения составляет 0,77-1,16.

Из отрицательных климатических факторов, влияющих на формирование леса, следует отметить:

1. Поздние весенние и ранние осенние заморозки (повреждение всходов и неодревесневших побегов);
2. Суховеи и низкий процент относительной влажности воздуха в период наибольшей вегетации растений (недостаток влаги при усиленной транспирации);
3. Ливневый характер дождей и выпадение града в летний период (повреждение молодых побегов, саженцев);
4. Зимние оттепели, вызывающие ожеледь, гололед, уплотнение снега (обламывание веток, вершин, искривление стволов, ухудшение дыхания растений).

## 2.2 Гидрологические условия

Одним из главных факторов, влияющих на произрастание леса, является вода, а, точнее, гидрогеологические и гидрологические условия региона. В эти понятия включены водообеспеченность, глубина залегания, химический состав и режим вод.

Подземный сток в пределах Воронежской области подчиняется общим климатическим закономерностям, а, следовательно, средние годовые модули подземного стока уменьшаются от 2,5 л/сек с 1 км<sup>2</sup> на севера-запад до 0,3 л/сек на 1 км<sup>2</sup> на юго-восток (Коробейникова, 1971).

От глубины залегания и их обилия зависит степень влажности почвогрунтов, на которых произрастают дубравы. Чаще всего воды, близко залегающие к поверхности, оказываются четвертичных и неогенных отложений.

Особенности геологического строения земной поверхности определяет наличие и уровень грунтовых вод. Их объем зависит от мощности водоупорного слоя и его границ.

Река Воронеж впадает в реку Дон на расстоянии 17 км ниже г. Воронеж. Общая протяженность реки равна 368 км. Река Воронеж течет с С-В на Ю-З. Пойма реки широкая, русло извилистое, правый берег крутой и высокий, левый - пологий и низкий. Ширина реки в межень 40-80 м, глубина 1-4 м. Средний годовой расход воды в летний период в районе устья составляет 73,6 - 76,1 м<sup>3</sup>/сек (максимум 1250 м<sup>3</sup>/сек, минимум 18,4 м<sup>3</sup>/сек). Весенний паводок бурный, при этом уровень реки в паводок поднимается на 4-6 м. Пойма затапливается водой на непродолжительное время.

В засушливый летний период река сильно мелеет, затем от осенних дождей уровень реки несколько повышается, остается неизменным до середины зимы.

Река Воронеж мелководна и поэтому малопригодна для судоходства и доступна лишь для нескоростных мелкосидящих судов. Река Воронеж по режиму и условиям питания относится к восточно-европейскому типу: снеговое питание составляет 70% годового стока, подземное - 20% и дождевое - 10%.

Пойма реки Воронеж от г. Воронежа до с. Чертовицкое после создания Воронежского водохранилища оказалась затопленной. Нормальный напорный уровень водохранилища 93 м н.у.м. БС. Подпор воды до 87,72 м н.у.м. БС.

В гидрологическом отношении водохранилище представляет собой мелководный водоем средней категории руслового типа с сезонным регулированием стока, длина 35 км, средняя ширина - 2 м, средняя глубина – 1,9 м., площадь зеркала (при НПУ = 93м) – 70 км<sup>2</sup>. Полезный объем воды 204 млн. м<sup>3</sup>. Площадь водосбора 21 тыс. км<sup>2</sup>.

На стыке водохранилища и реки Воронеж образовались участки акватории, постепенно переходящие к северу в заросшие камышом болота.

Постройка водохранилища отрицательно повлияла лишь на состояние насаждений, произрастающих в низинах первой надпойменной террасы, из-за подтопления их верховодкой вследствие изменения грунтовых вод.

Дубравы в условиях Воронежской области произрастают на возвышенностях, на местах с доступным для корневой системы грунтовых вод, по берегам рек тяготея к произрастанию на правой надпойменной террасе и в пойме левой надпойменной террасы.

### **2.3 Почвенные условия**

Почвенные условия являются основополагающими при изучении растительных сообществ, так как оказывают огромное влияние на формирование, рост и развитие каждого растительного компонента. В свою очередь, рельеф определяет плодородие почв, обуславливает внутренний и поверхностный сток. От экспозиции на разных склонах зависит освещенность и тепловой режим. От крутизны склонов зависит, сколько гумуса и минеральных веществ находится в почве.

На формирование почв влияют произрастающие растения, количество осадков, температура. В лесорастительной зоне преобладают широколиственные леса с дубом, липой, осиной, кленом, ясенем, березой в первых ярусах, с

развитым подлеском и сильно развитым травянистым покровом. Подлесок и травянистый покров играют немаловажную роль в формировании плодородных почв, так как в них заключено большое количество питательных веществ.

В Воронежской области в летний период выпадает большее количество осадков, при этом количество осадков примерно равно испарению. За счет благоприятных условий, приходящихся на летний период, когда идет бурное развитие микроорганизмов, в почве образуется большое количество аэробных микроорганизмов и бактерий, которые активно участвуют в минерализации органического вещества почвы. Благодаря этому, в образующих перегнойных кислотах гуминовой кислоты получается чуть больше или столько же, чем фульвокислот, а гуминовые кислоты образуют с кальцием и магнием нерастворимые соли, закрепляющиеся в верхних горизонтах почвы в форме гумуса (<http://tyatya.ru/pochvy-lesostepnoy-zony.html>).

Почвы Воронежской области главным образом образованы тремя типами – серыми лесными почвами, черноземами и каштановыми почвами. В меньшем количестве присутствуют слабоподзолистые почвы, расположенные на песках; лугово-черноземные почвы при близком залегании грунтовых вод располагаются на плохо дренированных водоразделах и на надпойменных террасах рек; луговые солонцы в западинах под осиновыми кустами и среди лугово-черноземных почв; пойменные аллювиально-луговые почвы в поймах рек.

В Воронежской области находятся плодородные почвы, что способствует естественному лесовосстановлению и создает базу для искусственного лесоразведения твердолиственных пород, в частности, дуба черешчатого.

## **2.4 Лесорастительные условия**

В Воронежской области чередование степных участков и насаждений в большинстве случаев зависит от рельефа и почвенных условий, поэтому здесь можно встретить разнообразные растительные ландшафты.

Леса Воронежской области представлены разными породами, как широколиственными (в основном, дуб), мелколиственными (береза, осина и др.), так и хвойными (сосна). По площади здесь преобладают дубовые насаждения (49,8%), затем сосновые (30,4%), на другие лесообразующие породы приходится оставшиеся 19,9%. В то же время, по данным на 01.01.1998 (Калиниченко, 2000), в лесостепной зоне сосредоточено 1235.1 тыс.га лесных массивов и 34% из них составляют насаждения с дубом, следовательно, в Воронежской области лесов с преобладанием дуба в процентном отношении больше, чем в целом по лесостепной зоне.

Всего в лесах произрастают несколько десятков видов дикорастущих древесных и кустарниковых пород, 330—350 травянистых растений и около 299 видов мохообразных и лишайников (Хмелев, 1985).

Нагорные дубравы главным образом встречаются на серых лесных почвах по правобережьям рек, небольшие урочища произрастают на правых склонах, образующих возвышения у следующих рек: Дон, Воронеж, Хопер, Ворона, Битюг, и др. Возрастной состав насаждений различный, но, в основном, преобладают приспевающие и спелые насаждения как твердолиственных, так и хвойных пород, однако, имеются и молодняки естественного и искусственного происхождения (Харченко, 2010). Производительность в дубравах Воронежской области колеблется в широком диапазоне от Ia - IV класса бонитета. В последнее время в Центрально-Черноземном регионе происходит спад производительности дубрав. Так, II - III бонитеты имеют около 70,0% от всех насаждений. Это явление можно объяснить тем, что значительная часть насаждений произрастает в условиях сильнорасчлененного рельефа Среднерусской возвышенности, образуя тем самым байрачные дубравы небольшой производительности. Большой вклад в снижение продуктивности дубрав внесло низкоствольное хозяйство, так как основная часть насаждений является 5-7, а то и 12 генерацией дубрав (Царалунга, 2003).

В Воронежской области несмотря на то, что здесь произрастают наиболее ценные дубовые насаждения, такие как Шипов, Теллермановский лес, насаждения с четырехярусной структурой встречаются крайне редко. Сложная 4-ярусная

структура с преобладающей породой дуб в первом ярусе с небольшой примесью ясеня, во втором – клен, липа, в третьем – вяз, клен остролистный, в четвертом – лещина встречается в основном на небольших эталонных участках. В настоящее время структура и состав дубрав значительно упростилась, ухудшился их породный состав, возрастная структура. Под действием усиленной рекреационной нагрузки произошло прореживание древостоя, усилилась его захламленность.

Для характеристики лесорастительных условий используют различные лесоводственно-экологические типологии, основоположниками которых являлись Морозов Г.Ф. (1971), Крюденер А.А (1905), Алексеев Е.В. (1925), Погребняк П.С. (1955), и др. В своей работе мы используем классификацию Калиниченко Н.П. (2000). В ней в каждой зоне типы лесорастительных условий привязаны к рельефу и экспозиции склона, что уточняет почвенно-грунтовые условия, влагообеспеченность и продуктивность насаждения.

Дубравы на сухих и очень сухих почвах произрастают, в основном, на юге из-за почвенных условий, а иногда и засоленности насаждения не достигают большой производительности.

Дубравы, произрастающие в ТЛЮ  $D_2$ , занимают самые обширные площади в центральной лесостепи. В зависимости от размещения в определенной части зоны, рельефа и экспозиции, свежие дубравы могут достигать I-III бонитета. Так, в северной части в понижениях вода часто застаивается, и дубравы здесь редко достигают выше III бонитета, а в южной части, где всегда чувствуется недостаток влаги в этих же местах, насаждения достигают I.

Часто дуб можно встретить в судубравах ( $C_2$ ), свежих суборях ( $B_2$ ), здесь он произрастает совместно с сосной. При этом сосна находится в первом ярусе и достигает I класса бонитета, а дуб произрастает во втором и обычно соответствует III.

В зависимости от формы рельефа, на котором произрастают дубравы, их различают: нагорные, водораздельные, пойменные, байрачные, надпойменно-террасовые. Самыми распространенными лесами в Воронежской области являются нагорные дубравы, к наиболее крупным относят Шипов лес площадью

32 тыс.га., Теллермановский лес - 27 тыс.га, Воронежскую дубраву - 3 тыс га, Лес-на-Ворскле - 1 тыс.га (Харченко, 2010).

Состав под действием человека также изменился, и в составе трав больше встречаются мелкодерновинные злаки, такие как типчак и тонконог вместо крупнодерновых ковылей.

В Воронежской области степные участки сосредоточены, в основном, в Хреновской и Хрипунской степях. Хреновская степь располагается в Бобровском районе. Она занимает площадь в 80 га, и в состав ее входит до пяти ковылей, пион тонколистный, лапчатка донская, горлицевидный. Хрипунская степь поменьше 67 га, находится в Богучарском районе. Уникальность этой степи в том, что она никогда не распахивалась и в её составе сохранились редкие травы, такие как касатик низкий, бельвария сарматская, гиацинтник беловатый.

В Воронежской области благодаря большим площадям меловых пород сформировались низкоосоковые степи, в состав которых входят многие редкие эндемические и реликтовые растения.

Луга бывают пойменного и низинно-водораздельного типа. Видовой состав лугов сильно варьирует в зависимости от климата, рельефа поймы, гидрологических условий реки. В видовой состав самых распространённых лугов входят костер безостый, мятлик узколистный, овсяница луговая, пырей ползучий, лисохвост луговой, тимopheевка луговая, овсяница луговая.

Территория Воронежской области - эта территория постепенного перехода леса в степь, с лесами, лугами и степями. Снижение лесистости происходит постепенно с севера на юг.

## ГЛАВА 3 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

### 3.1 План и алгоритм проведения исследований

Первоочередным этапом любого исследования является формирование цели и задач исследований, выбор объекта исследований, определение алгоритма и объема исследований (Рисунок 3.1).

При проведении исследований мы задались целью выявить закономерности распространения и развития патологических форм ствола у дуба черешчатого и определить их влияние на жизнеспособность дерева.

Для решения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) Выявить и систематизировать все разновидности аномальных форм ствола, встречающихся у дуба черешчатого;
- 2) Определить встречаемость и распространение основных видов аномальных форм ствола;
- 3) Исследовать многостволие как наиболее часто встречаемую аномалию формы ствола у дуба черешчатого;
- 4) Дать лесопатологическую, лесоводственную оценку аномальных форм ствола для дуба черешчатого;
- 5) Разработать диагностику состояния (перспективности) деревьев дуба с аномальными формами ствола с учетом патологических разновидностей, подлежащих выборке при проведении санитарных рубок.

Объектом исследований являлись дубовые насаждения, произрастающие на территории Воронежской области. В данных насаждениях нас интересовали деревья дуба с аномальной формой ствола (АФС).

Для выявления встречаемости АФС в разных типах насаждений круговые площадки закладывались в выделах с различной полнотой, возрастом и произрастающих в различных ТЛУ.

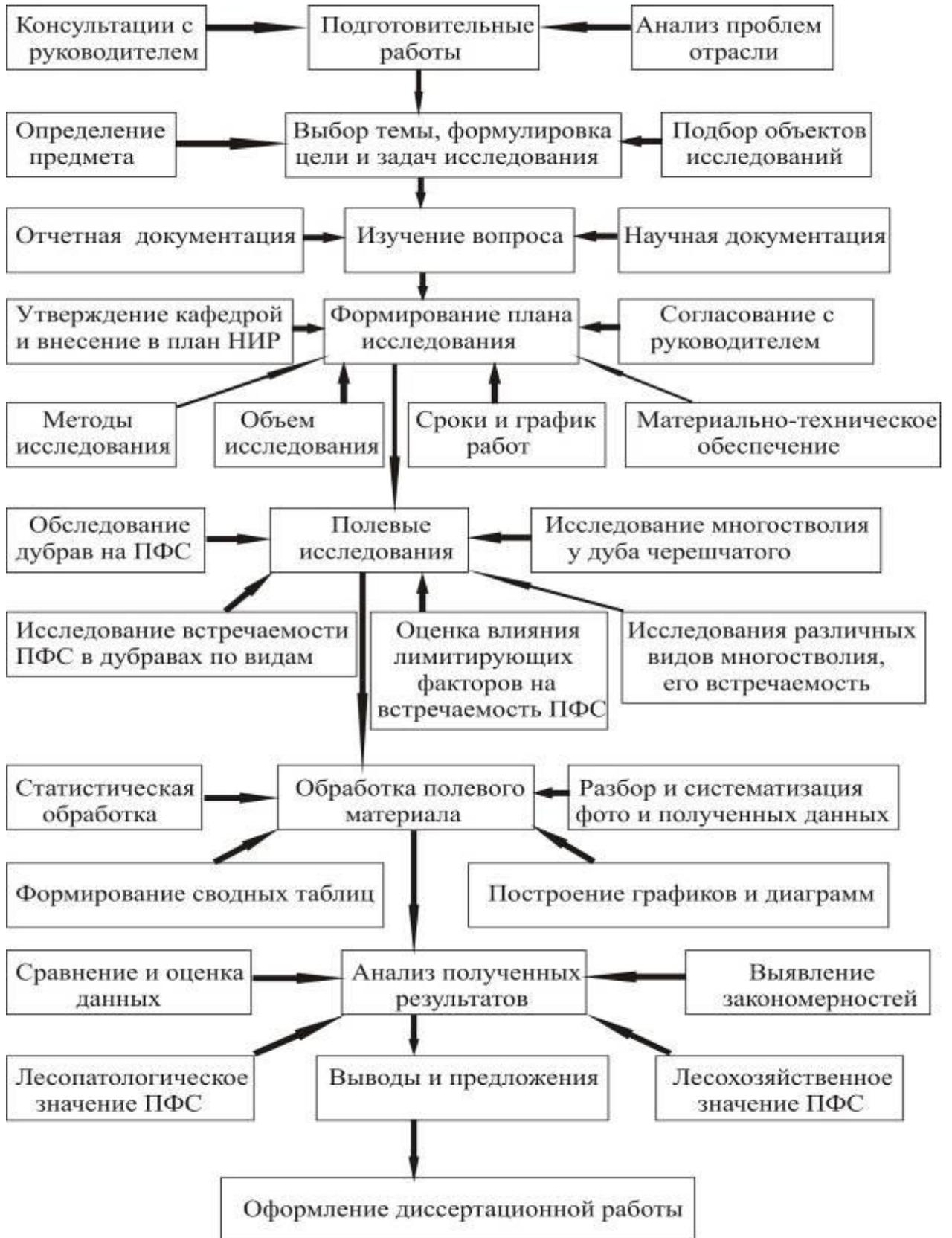


Рисунок 3.1 – Алгоритм проведения исследований по диссертационной работе

Для изучения сочетания различных АФС на одном дереве были заложены линейные маршруты, где по ходу движения фиксировались все встречающиеся деревья с многостволием и сопутствующими патологиями.

Выделы подбирались с учетом преобладания в составе дуба черешчатого. Оценка встречаемости АФС проводилась на круговых площадках путем сплошного пересчета деревьев.

При анализе существующих аномалий и возможных причин их возникновения был проведен анализ различных литературных источников: монографии, научные отчеты, статьи в научных отечественных и зарубежных журналах, статьи в электронных журналах.

Для отделения аномальных форм ствола, снижающих конкурентоспособность дерева от всех остальных, мы используем термин «патологичный». Поскольку он неоднозначно воспринимается различными исследователями, считаем необходимым сделать некоторые пояснения.

В общем смысле слово «патология» (греч. *pathologikon*, от *pathos*, страдание, и *logos*), широко применяется в медицине и смежных науках и определяется как – 1). Наука о болезнях, рассматривающая их причины, признаки и лечение. (Объяснение 25000 иностранных слов, вошедших в употребление в русский язык, с означением их корней.- Михельсон А.Д., 1865.)

2) Отклонение от нормы, уродливая ненормальность. (Новый словарь иностранных слов.- by EdwART, 2009.)

Образованные от слова «патология» однокоренные слова, часто употребляемые в медицине и смежных специальностях, следующие:

Патологический — (*morbid*) болезненный или аномальный; свидетельствующий о наличии у человека какой-либо патологии (Толковый словарь по медицине. 2013.);

Легко заметить, что понятие «патологический» не обладает абсолютным значением; оно характеризует «вид отношения» с окружающей средой и с другим, нарушения в процессе адаптации. (Философский словарь. — М.: Международные отношения. Дидье Жюлиа. 2000).

Патологическое состояние — (status pathologicus) относительно устойчивое отклонение от нормы, имеющее биологически отрицательное значение для организма (Большой медицинский словарь).

Впервые в лесозащите термин «патология» упоминается у Воронцова А.И. (1978 ст.3) в связи с необходимостью повышения качества работ по защите леса на базе современных достижений науки, к которым он относил изучение патологии леса.

Патология леса (по Воронцову, 1978) - раздел, для научного обоснования лесозащиты, а лесозащита – это учение о методах, технике и организации борьбы с вредными для леса животными и растительными организмами, т.е. технология лечения больного леса.

Патологические явления (по Воронцову ст 17-18, 1978) в лесных экосистемах: ветровалы, буреломы, снеговалы, пожары, засухи (ослабление растений), заболачивания, истощение, эрозия почвы, промышленные выбросы, рекреационная нагрузка.

В своей диссертационной работе на основе проведённого анализа мы под следующими терминами понимаем:

Патология леса - научный раздел защиты леса, который изучает любое отклонение от нормы, болезни, причины их возникновения, признаки и профилактические мероприятия.

Патологическая форма ствола (ПФС) – дерево с аномальным развитым стволом, существенно снижающим жизнеспособность организма за счет нарушения процесса адаптации растения к окружающей среде.

Патологические формы ствола охватывают большой комплекс аномалий ствола, объединённых патологическими изменениями, ведущими к видоизменению нормального ствола. За нормальный ствол при этом принимается ствол здорового дерева с прямым сбежистым стволом, равномерно растущей кроной, без пасынков и без многочисленных водянистых побегов, не имеющих видимых повреждений и инфекций.

Патологическое состояние — относительно устойчивое отклонение от нормы, имеющее биологически отрицательное значение для растения, приводящее к снижению конкурентоспособности и жизнеспособности индивида.

Патологические явления — явления, вызванные абиотическими, биотическими, антропогенными явлениями и процессами, приводящими к возникновению патологического состояния у растения.

### **3.2. Натурные исследования**

В наших исследованиях нами применялся выборочный метод. Для репрезентативности выборки мы воспользовались способом рандомизации, то есть случайным отбором из генеральной совокупности, что позволяет в равной степени деревьям дуба, произрастающим в насаждениях с разными таксационными показателями, попасть в выборку. Репрезентативность выборки достигалась случайностью выбора.

Натурные исследования были проведены после подготовительного этапа, который включал в себя подборку пробных площадей и сбор материалов (таксационного, картографического), необходимых для решения поставленных нами задач.

Чтобы проверить влияние определенных таксационных признаков на изменение в распространении аномальных форм стволов в дубравах и обосновать ее, пробные площади выбирались соответственно с необходимыми таксационными параметрами.

При проведении полевых исследований были использованы мерные вилки, высотомер, полнотомер, фотокамера, транспортиры, компас, бинокли, карты местности и выделов. Закладка пробных площадей проводилась в течение 6 лет в весенне-летне-осенний период.

На основе рекогносцировочного обследования были рассчитаны параметры основных исследований аномальных форм ствола дуба. Для этого в течение 2010 - 2014 гг. были заложены круговые площадки на территории Воронежской области.

Круговые площадки закладывались следующим образом: с помощью карт находился интересующий нас выдел (заранее выбранный), на нем выбиралось по возможности центральное дерево, вокруг дерева визуальнo проводится радиус 15-30 м, в зависимости от видимости. Внутри этого радиуса проводился сплошной пересчет по часовой стрелке начиная с первого. На площадке учитывались только живые деревья (1- 4 категорий состояния) основного полога с диаметром стeпени не менее 8. На круговой площадке определялся состав насаждения, возраст, диаметр ствола на высоте груди и высота дерева. При визуальной оценке древостоя на круговой площадке и при сплошном пересчете деревьев с указанием аномалий формы ствола на дубе черешчатом, все данные заносились в ведомость учета ПФС.

Всего в ходе полевых работ было заложено 174 пробных круговых площадок в дубовых насаждениях, возраст которых варьировал от 49 до 130 лет. Исследования проводились в Пригородном, Сомовском, Острогoжском, Новоусманском лесничествах Воронежской области.

В виду особенностей происхождения дубрав Воронежской области пробные площади закладывались, в основном, в порослевых дубравах. В различных ТЛУ, из них 33 пробных круговых площадок в субори, 33 - в судубравах и 72 – в дубравах. Характеристика пробных площадей приведена в Приложении А.

Полнота дубовых насаждений на пробных круговых площадках, в основном, составила 0,7.

С помощью маршрутов была обследована такая патология как многостволие. При этом на маршруте все встречаемые деревья с многостволием были занесены в специальные ведомости, в которых описывались разновидности встречаемых многостволий и сочетание многостволия с другими патологиями ствола и сопутствующими заболеваниями. Всего было 10 маршрутов, на которых встречено 198 деревьев с многостволием.

### 3.3 Камеральная обработка материала

При обработке полученных данных определяли следующие статистические показатели: среднее арифметическое; среднее квадратичное отклонение  $\sigma$ ; ошибка средней арифметической  $m$ ; коэффициент вариации,  $V$ , % показатель достоверности среднего значения признака  $t_m$ , показатель точности исследования  $R_m$  (Рокицкий, 1964; Плохинский, 1970; Смольянов, 2006).

Вычисления производили с помощью компьютерных программ Excel и Statistica, при этом были использованы формулы:

Среднеквадратическое (основное) отклонение ( $\sigma$ ) вычисляли по формуле:

$$\sigma = +\sqrt{\frac{\sum \alpha^2 \cdot n}{N}}, \quad (3.1)$$

где:  $\alpha$  - отклонение значения классов от среднего значения ( $\alpha = W - M_{ср}$ );

$n$  – частота;  $N$  – объем ряда.

Коэффициент изменчивости (варьирования) является показателем изменчивости признака, выражают его в процентах:

$$C = \frac{\sigma}{M_{ср}} 100\%, \quad (3.2)$$

где  $M_{ср}$  – среднее значение признака.

Основная ошибка среднего значения признака (ошибка репрезентативности). Так как средняя величина вычисляется из некоторого числа вариант, средний квадрат ошибок ее меньше среднего квадрата отклонения отдельных вариант от средней в  $N$  раз:

$$m_M = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \quad (3.3)$$

Величина средней ошибки  $m_M$  уменьшается с увеличением числа наблюдений  $N$ .

Ошибка основного отклонения:

$$m_\sigma = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{2N}} \quad (3.4)$$

Ошибка меры изменчивости:

$$m_C = \pm \frac{C}{\sqrt{2N}} \quad (3.5)$$

Показатель достоверности среднего значения признака:

$$t_M = \frac{M}{m_i} < 5, \quad (3.6)$$

где  $m_M$  – основная ошибка среднего значения признака.

Показатель точности исследования (опыта) выражен в процентах:

$$P = \frac{m_M}{M_{cp}} 100\%, \quad (3.7)$$

Опыт считается достоверным при  $P$  меньше 2%, удовлетворительным при  $P$  не менее 5%. В некоторых случаях, как в нашем, при сильном варьировании признаков довольствуются точностью более 5%.

При расчете точности выборки воспользовались формулой:

$$N = \frac{c^2 \cdot t^2}{P^2}, \quad (3.8)$$

где:  $c$  – коэффициент варьирования;  $t$  – критерий Стьюдента (ошибка опыта);  $P$  – показатель точности опыта.

При расчете корреляционной зависимости встречаемости патологических признаков от полноты, возраста:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.9)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (3.10)$$

где  $n - 1$  – число степеней свободы, равное числу объектов в группе без одного.

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (3.11)$$

где  $\sqrt{n}$  – число объектов в выборке.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (3.12)$$

$$F = \frac{\eta_x^2}{m_{\eta_x^2}}, \quad (3.13)$$

где  $\eta_x^2$  - квадрат корреляционных отношений;  $m_{\eta_x^2}$  - ошибка репрезентативности квадрата корреляционных отношений.

Показатель достоверности (существенности) различия:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (3.14)$$

где:  $M_1 - M_2$  - разность выборочных средних;  $\sqrt{m_{M_1}^2 + m_{M_2}^2}$  - ошибка репрезентативности сравниваемых выборочных показателей.

Если  $t > 2,6$ , различия между средними величинами признаются существенными (достоверными) с вероятностью 0,99, если  $t > 2,0$ , то различие достоверно с вероятностью 0,95. Если  $t < 2,00$ , изменяющиеся различия следует считать случайными, неубедительными.

Кроме того, статистическая обработка полевого материала проводилась с использованием пакетов Stadia 6,2 и Statistica 7. При этом применялись корреляционно-регрессионный (парная линейная и многофакторная регрессии), канонический корреляционный и дисперсионный анализы (Смолянов 2000, 2006; Коросов, 2007; Сидняев, 2012).

Корреляционно-регрессионный анализ применялся для измерения тесноты связи между варьирующими признаками, определения неизвестных причинных связей и оценки факторов, оказывающих наибольшее влияние на результативный признак. В работе этим статистическим методом производилось определение зависимости изменения процента встречаемости аномалии от основных таксационных показателей.

Парная линейная регрессия с регрессионной зависимостью между двумя переменными  $y$  и  $x$  определялась формулой вида:

$$y = a + bx + \varepsilon, \quad (3.15)$$

где  $y$  – отклик,  $x$  – наиболее результативный фактор,  $\varepsilon$  – случайная «остаточная» компонента.

Расчет уравнения связи заключался в определении параметров  $a$  и  $b$ .

Для измерения тесноты связи между факторными и результативными показателями вычислялся коэффициент корреляции  $r$ :

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (3.16)$$

где  $y$  – среднее значение отклика,  $x$  – среднее значение фактора,  $\sigma_x$  – среднеквадратическое отклонение факторной величины,  $\sigma_y$  – среднеквадратическое отклонение отклика.

Оценка полученных уравнений регрессии на соответствие выявленным связям выполнялась с использованием коэффициента детерминации  $R^2$ . Для парной линейной регрессии данный коэффициент рассчитывался через квадрат линейного коэффициента корреляции.

Дисперсионный анализ проводился для подтверждения хорошей регрессионной зависимости через определение регрессионной суммы квадратов  $SS$  и остаточной суммы квадратов  $SF$ . Важно, чтобы регрессионная сумма  $SS$  (объясненная регрессией) была намного больше остаточной (не объясненной регрессией, вызванной случайными факторами) (Таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Схема дисперсионного анализа

Компоненты дисперсии	Сумма квадратов	Число степеней Свободы	Дисперсия на одну степень свободы
Общая (регрессионная) $SS$	$\sum (y - \bar{y})^2$	$n-1$	$S_{общ}^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n-1}$
Факторная	$\sum (\hat{y}_x - \bar{y})^2$	$M$	$S_{факт}^2 = \frac{\sum (\hat{y}_x - \bar{y})^2}{m}$
Остаточная $SF$	$\sum (y - \hat{y}_x)^2$	$n-m-1$	$S_{ост}^2 = \frac{\sum (y - \hat{y}_x)^2}{n-m-1}$

Многофакторный линейный регрессионный анализ для построения статистических моделей использовался аналогичным способом.

Значимость коэффициентов простой линейной регрессии проверялась с помощью t-критерия Стьюдента.

Вычисленные значения сравнивались с критическими  $t$ , которые определялись по таблице значений Стьюдента с учетом принятого уровня значимости  $\alpha$  и числа степеней свободы  $k=n-2$ , где  $n$  – объем выборки. В настоящих исследованиях уровень значимости  $\alpha$  был принят равным 0,05.

Канонический корреляционный анализ, в отличие от стандартного анализа корреляций, проводился для исследования зависимости между двумя наборами переменных. С его помощью определялась зависимость между взвешенными суммами переменных из каждого множества, то есть между линейными комбинациями, называемыми также каноническими переменными.

Как и большинство других модулей пакета Statistica 7, модуль «Канонический анализ» позволяет провести графический анализ данных и вывести диаграмму рассеяния наблюдаемой переменной. При больших размерах выборки результаты анализа канонической корреляции достаточно устойчивы или робастны. Однако, при наличии больших корреляций между данными даже малые размеры выборки ( $n = 20-25$ ) позволяют в большинстве случаев обнаружить эти корреляции.

Фотографии редактировали с помощью компьютерной программы Adobe Photoshop.

Полученные данные сведены в таблицы, по которым были построены соответствующие графики и диаграммы.

## ГЛАВА 4 РАЗНООБРАЗИЕ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ АНОМАЛЬНЫХ ФОРМ СТВОЛА У ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

### 4.1 Закономерности распространения аномальных форм ствола у дуба черешчатого

Одной из главных обозначенных нами задач является выявление закономерностей распространения аномальных форм ствола в насаждениях дуба черешчатого. Для этого были заложены круговые площадки. На них производился сплошной пересчет всех встречаемых нами аномальных форм ствола и находился процент встречаемости каждой разновидности на площадке. Все полученные данные представлены в Приложении Б.

На каждой круговой площадке были обнаружены аномальные формы ствола (АФС), при этом минимальный процент встречаемости составляет 14,6%, максимальный 74,9%. Разброс более чем в 4 раза свидетельствует о том, что в зависимости от условий произрастания и истории развития насаждения будут различны его санитарное состояние и процент встречаемости аномальных форм ствола, присутствующих в насаждении.

На основе полученных данных, построена круговая диаграмма встречаемости аномальных форм ствола у дуба черешчатого в насаждениях (Рисунок 4.1). Самой распространённой аномальной формой ствола в исследуемых насаждениях оказалось многостволье, в 174 круговых площадках оно составляет в среднем 12,2%. Саблевидный изгиб со средней встречаемостью – 4,5%, и S - образное искривление составляет 6,5%, ТСВ 6,4%.

Меньше, чем на одной трети круговых площадок встречались такие аномальные формы ствола, как угловое искривление, в 48 площадках обнаружено – 1,1%, односторонняя бочковидность, вызванная грибными инфекциями, на 35 объектах – 1,6%; серповидный изгиб на 30 объектах – 0,7%; муфтообразные наросты на 18 объектах – 0,4%.

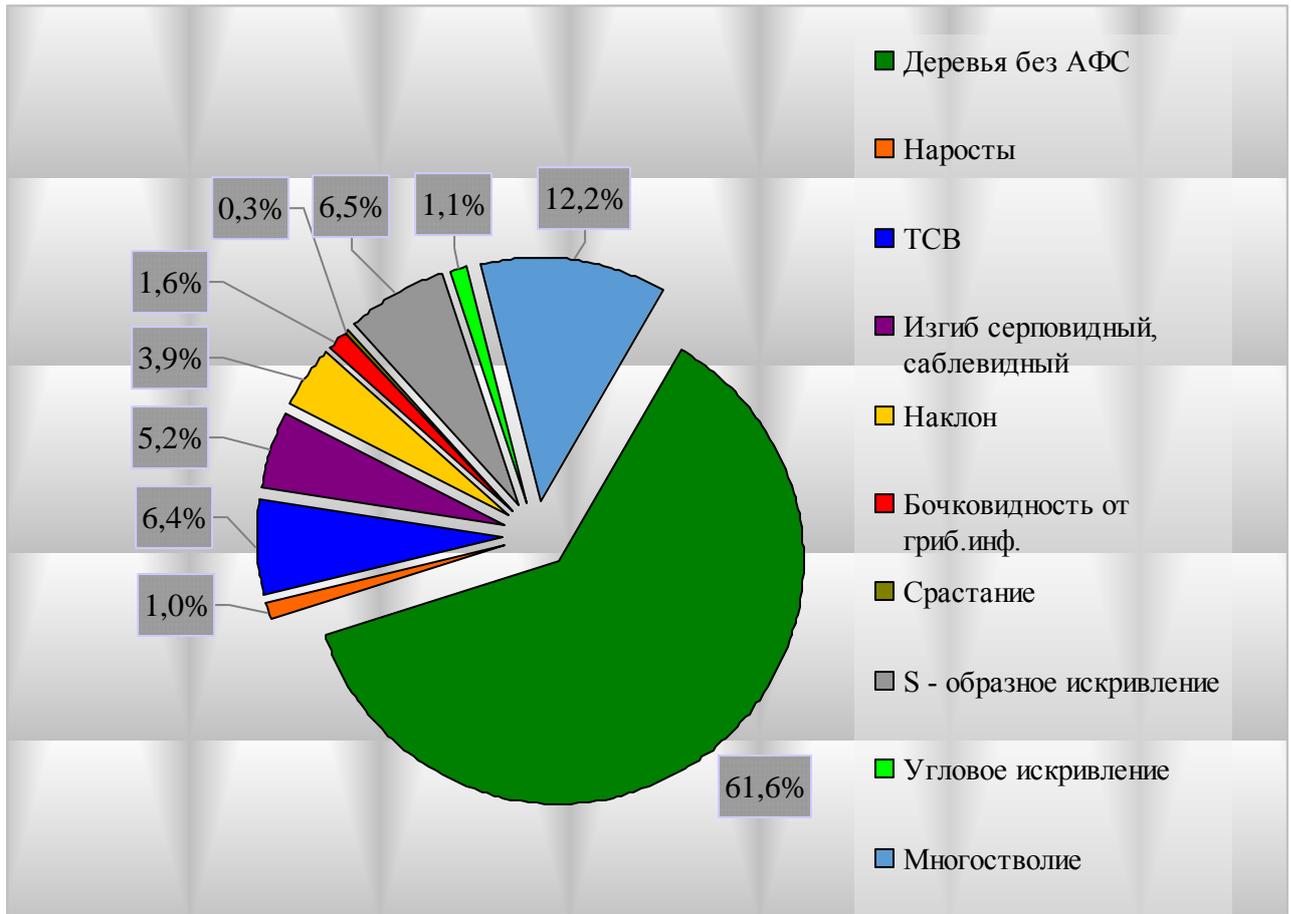


Рисунок 4.1 – Встречаемость аномальных форм ствола у дуба черешчатого

Наросты и раковые опухоли в соответствии с «Рекомендациями по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий» (2007), убирались при проведении выборочных санитарных рубок и как следствие этого в исследуемых насаждениях редко встречаются такие аномальные формы ствола как срастание и наросты: шаровидный, трещиноватый, продольный, окаймляющий.

Присутствие в насаждениях большого количества деревьев дуба черешчатого с односторонней бочковидностью, вызванной дереворазрушающими грибами, может означать, что при проведении выборочных санитарных рубок не были убраны деревья с начальной стадией развития грибной инфекции, впоследствии которая быстро разрасталась, приведя к образованию аномальных форм ствола с участками разрушенной древесины.

Для определения достоверности выявленных закономерностей были рассчитаны основные статистические параметры изучаемых таксационных показателей.

Коэффициент изменчивости для встречаемости аномальных форм ствола составил 38,5% (это говорит о большой изменчивости признака). Для достижения большей точности полученных результатов, были заложены дополнительные круговые площадки в выбранных до этого лесничествах и выделах. Общее количество заложённых круговых площадок составляет 174.

Из таблицы 4.1 следует, что все изучаемые признаки имеют допустимую степень точности –  $P$  не превышает 5,0%. Это свидетельствует о достаточном объеме выборки, обеспечивающем необходимую достоверность наблюдений.

Таблица 4.1 - Средние статистические таксационные показатели в исследуемых дубовых насаждениях

Изучаемые признаки	Среднестатистические показатели			
	$M \pm m$	$C_v, \%$	$P, \%$	$T$
Средний диаметр ствола, см	28,9±1,23	22,6	4,19	23,8
Средняя высота древостоя, м	21,3±0,43	10,7	1,96	51,1
Средний возраст древостоя, лет	85 ± 3,7	23,7	4,33	23,1
Средняя относительная полнота	0,61±0,03	31,9	4,72	17,1
Средний бонитет	2,62±0,133	26,3	4,80	20,8
Количество единиц дуба в составе насаждения	7,3±0,31	22,5	4,11	24,3
Средний процент встречаемости аномалии	38,6±1,12	38,5	2,88	34,7

На основе полученных данных установили, что встречаемость различных аномальных форм ствола на исследуемой территории составил 38,6±1,12, со степенью точности  $P=2,88\%$ , что обеспечивает необходимую достоверность наблюдений.

Для определения степени достоверности исследований и силы влияния действующих факторов на встречаемости АФС, был проведен дисперсионный анализ (Таблица 4.2).

Таблица 4.2 - Дисперсионный анализ оценки патологического состояния в зависимости от действующих факторов

Основные показатели достоверности влияния	Полученные результаты
Факториальная дисперсия ( $D_{\phi}$ )	43112
Случайная дисперсия ( $D_c$ )	11037
Общая дисперсия ( $D_o$ )	54149
Число степеней свободы: $f_1$	5
$f_2$	63
Вариансы: $\delta_{\phi}^2$	6158,89
$\delta_c^2$	228,64
Сила влияния ( $n^2$ )	$0,744 \pm 0,028$
Критерий Фишера (F)	26,94

С учетом того, что круговые площадки были заложены в достаточном количестве и в наиболее характерных частях выдела, проводимую выборку можно признать величиной с необходимым уровнем точности для лесопатологической оценки.

Из данных, приведенных в таблице 4.2, следует, что достоверности различий между градациями действующих факторов носят факториальный характер при силе влияния 0,7 и выше, следовательно, полученные результаты и выводы будут справедливы для всей площади исследуемых дубовых насаждений.

В связи с этим для установления взаимосвязи встречаемости аномальных форм ствола в дубовых насаждениях был выполнен многофакторный корреляционный анализ.

В результате проведенного анализа образованы группы факторов, оказывающие различное влияние на искомый результативный признак. Показатели с наибольшей силой влияния составили переменные уравнения. Уровень точности полученных уравнений связи был максимально увеличен при помощи пошаговой множественной регрессии.

Корреляционное матричное распределение основных признаков, в различной степени оказывающих влияние на патологическое состояние, приведено в Таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Корреляционная матрица распределения

Оценочные признаки	Встреч. АФС, %	Диаметр, см	Высота, м	Возраст, лет	Полнота	Бонитет	Состав
Встреч. АФС, %	1	0,51	0,27	0,25	-0,45	0,11	0,32
Диаметр, см	0,51	1	0,60	0,72	-0,63	0,17	0,31
Высота, м	0,27	0,60	1	0,79	-0,25	-0,66	-0,12
Возраст, лет	0,25	0,72	0,79	1	-0,43	0,06	0,35
Полнота	-0,45	-0,63	-0,25	-0,43	1	-0,12	-0,06
Бонитет	0,11	0,17	-0,66	0,06	-0,12	1	0,07
Состав	0,32	0,31	-0,12	0,35	-0,06	0,07	1

Как видно из данных таблицы 4.3, ни один из выбранных оценочных факторов не оказывает высокого корреляционного влияния на встречаемость аномальных форм ствола. Значительная сила связи выявлена только в одном случае – между искомым признаком и диаметром ствола (0,512). Умеренная сила связи наблюдается при корреляции с относительной полнотой насаждений (-0,448). Ожидается высокая сила связи отмечена между такими парами показателей как высота дерева и его возраст, возраст и диаметр ствола, диаметр и высота, высота дерева и бонитет.

После проведения корреляционного анализа было найдено уравнение связи встречаемости аномальных форм ствола дубовых насаждений ( $y$ ) со всеми остальными признаками. Затем, в ходе проведения пошаговой регрессии, признаки, оказывающие наименьшее влияние, исключались из анализа. Полученная регрессионная модель оказалась адекватна экспериментальным данным после исключения из уравнения таких факторов как класс бонитета, высота и возраст насаждения, уровень значимости ( $F$ ) которых соответственно равнялся 0,04, 0,02 и 1,13. Уровень значимости диаметра ствола ( $x_1$ ) имел

максимальное значение – 14,45. В результате вычислений образовано следующее уравнение, близко выражающее общую картину:

$$y = 1,3 x_1 - 5,05 \quad (4.1)$$

Полная статистическая выкладка зависимости переменных, участвующих в уравнении, приведена в Приложении В. Данная работа характеризуется достаточным объемом выборки, о чем свидетельствуют результаты математической обработки.

Из Приложения В следует, что данные, выровненные при помощи пошаговой регрессии, имеют большую статистическую ошибку и широкий доверительный интервал. Объясняется это тем, что на грани включения в уравнение находится полнота насаждения ( $x_2$ ), с уровнем значимости 3,15 (показатель, который в равной мере может как оказывать определенное влияние на результативный признак, так и не иметь влияния). Следовательно, видоизмененное сглаженное уравнение может быть представлено следующим образом:

$$y = 1,3 x_1 - 5,05 (\pm 7,2 x_2) \quad (4.2)$$

Однако, с учетом неопределенного характера связи подстановка значений  $x_1$  и  $x_2$  непосредственно в линейное регрессионное уравнение выглядела не совсем корректной и нуждалась в логарифмическом преобразовании:

$$y = - 5,05 - \lg 0,114 x_1 (\pm \lg 0,857 x_2) \quad (4.3)$$

Из сказанного выше можно сделать вывод, что все таксационные показатели не оказывают сильного влияния на процент встречаемости АФС.

С учетом добавления фактора лесорастительных условий, корреляционное матричное распределение будет иметь следующий вид (Рисунок 4.2).

Рассмотрим более подробно взаимосвязь процента встречаемости аномальных форм ствола с различными таксационными показателями. Для анализа зависимости встречаемости АФС от различных показателей все наросты были объединены в одну группу. Для каждого выбранного признака из сводной таблицы (Приложение В) производилась выборка по градациям данного признака. Полученные данные заносились в таблицы (Таблица 4.4).

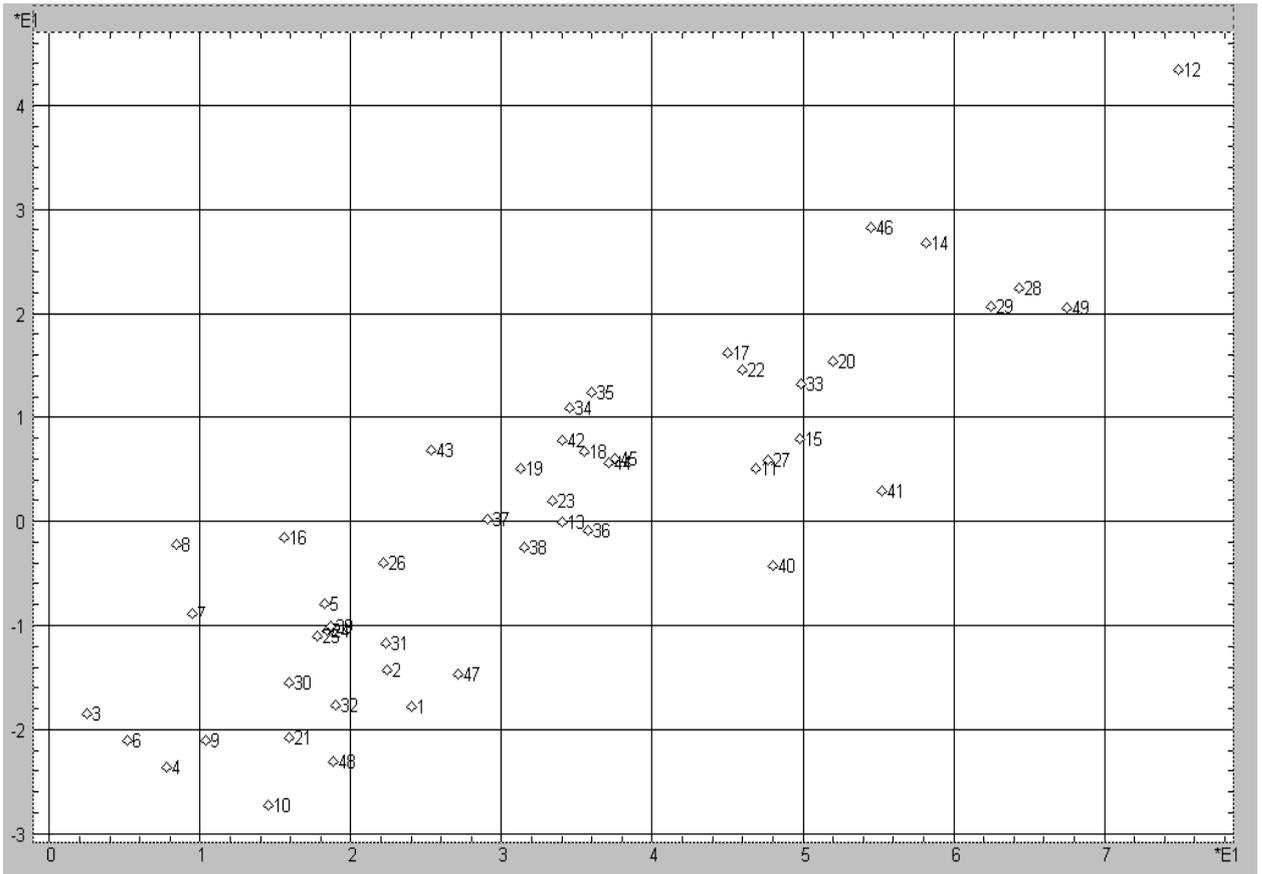


Рисунок 4.2 - Диаграмма рассеяния матричных переменных

Таблица 4.4 - Встречаемость АФС, в зависимости от диаметра

Диаметр, см	Аномальные формы ствола, %														
	Многостволье			Искривление		Срастание	Од. бочковидность	Наклон	Изгиб		ТСВ			Наросты	всего
	2	3	4	Угловое	S - образное				Саблевидный	Серповидный	До 1/4	1/4-2/3	Более 2/3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
17	9,4	0	0	0	1,9	0	0	4,0	0	0	3,1	0	0	0	18,4
18	6,4	2,4	1,2	0	5,0	0	0	2,4	1,2	0	2,4	0	0	2,4	23,4
22	10,5	0,4	0	0	9,9	0	0	0	2,3	0,9	5,5	3,8	0	0,2	33,5
24	10,3	0,9	0,9	1,0	9,1	0	0,7	4,0	3,0	1,8	0,8	0,3	0	0	33,1
26	7,0	0	0,8	1,0	9,7	0	0	2,6	3,0	0,3	0	0	0	0,4	24,9
28	12,2	3,6	0,3	2,4	3,9	0,2	0,3	4,6	4,5	0,7	1,7	4,0	0	0	38,4

Окончание таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
30	8,7	0	0,9	2,0	8,8	0	0	1,9	3,1	1,0	0	1,7	0	0,9	29,1
32	11,4	3,0	1,1	0,4	6,8	0,1	4,4	3,6	4,2	0,7	0,7	2,4	0,6	1,4	40,3
36	8,2	2,4	0,7	1,5	2,9	1,0	2,8	4,7	6,5	0,6	5,1	2,2	1,4	1,4	41,5
40	13,5	1,0	1,3	0,9	12,4	0	1,2	3,2	4,7	0	3,8	6,6	1,3	1,7	52,6
44	9,4	0,4	2,2	0	4,4	0	3,0	3,4	5,7	0	4,9	4,9	13,6	2,5	57,0

Так как значительная сила связи выявлена между искомым признаком и диаметром ствола (0,512), то из всех таксационных признаков именно диаметр оказывает непосредственное влияние на образование и развитие ПФС больше, чем другие показатели.

Такая связь свидетельствует о том, что быстрая энергия роста дерева способствует образованию различных патологических процессов, приводящих к образованию АФС. Быстрая энергия роста дерева приводит к возможному сбою физиологических процессов в дереве (S - образность), сбою вырабатываемых ростовых веществ (в частности, ауксина, приводящему к образованию капов), более быстрому накоплению пластических веществ (ТСВ, ребристость). Вследствие этого деревья более чувствительны к различным негативным факторам, приводящим к развитию патологических процессов.

Данная зависимость подтверждается нашими исследованиями (Рисунок 4.3). Так, с увеличением диаметра резко увеличивается количество деревьев с толстыми скелетными ветвями с соотношением диаметра к стволу более 1/3 и достигает 18,5% при диаметре 44 см. Также увеличивается процент встречаемости таких аномалий как саблевидный изгиб (5,7%), наклон (4,0%), односторонняя бочковидность (3,0%), наросты (2,5%), многостволие с 4 и более стволами (2,2%).

Такие аномальные формы ствола как многостволие с 2 стволами (6,4-13,5%) и S-образное искривление (1,9-12,4%), присутствуют в насаждениях в достаточно большом количестве всегда, независимо от диаметра.

Относительная полнота насаждений является одним из основных лесоводственно-таксационных признаков. При построении комплексной корреляционной матрицы данный показатель находился в умеренной зависимости

с процентом встречаемости АФС, что в полной мере не отражало истинную тесноту связи. Кроме того, в насаждениях с разной полнотой, рекомендовано назначение различных лесоводственных мероприятий.

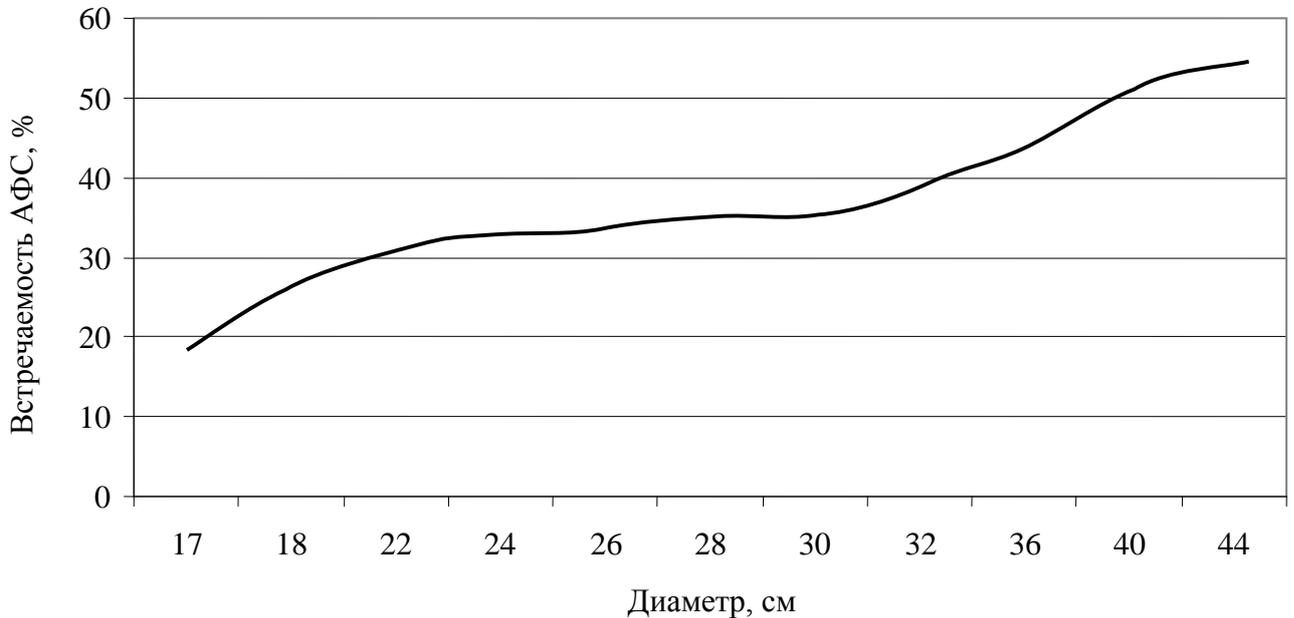


Рисунок 4.3 – Зависимость встречаемости разных видов АФС от среднего диаметра

В связи с этим, целесообразно рассматривать процент встречаемости аномальных форм ствола (Таблица 4.5) в типичных лесорастительных условиях для дуба черешчатого (судубравы и дубравы различной влажности), а также в разрезе групп полноты, разбивая их на низко- (0,3-0,5), средне- (0,6-0,7), и высокополнотные (0,8 и выше) (Рисунок 4.4).

На графике мы видим, что максимальное значение АФС характерно для низкополнотных насаждений (прежде всего с полнотой 0,3-0,4). Это объясняется тем, что в низкополнотных насаждениях деревья растут при достаточном освещении и большой площади питания, вследствие чего имеют больший диаметр и раскидистую крону, а как уже мы установили выше, чем больше диаметр, тем более вероятно развитие аномальных форм ствола.

Таблица 4.5- Встречаемость АФС в зависимости от полноты

Полнота	Аномальные формы ствола, %														
	Многостволие			Искривление		Срастание	Бочковидность	Наклон	Изгиб		ТСВ			Наросты	всего
	2	3	4	Угловое	S-образное				Саблевидный	Серповидный	До 1/4	1/4-2/3	Более 2/3		
0,3	13,2	3,4	0	0	14,3	0	4,9	4,6	4,2	0,5	1,6	2,8	0,7	0,7	51,4
0,4	8,4	2,1	0,2	0,6	3,8	1,4	4,2	6,9	6,2	2,0	3,7	4,2	2,0	5,4	49,5
0,5	11,7	3,0	2,0	1,9	5,3	0,1	0	2,8	5,1	0,1	3,6	3,7	5,9	0,2	44,9
0,6	8,8	0,6	1,4	1,1	5,6	0	0	3,1	4,5	0,2	1,5	2,0	0,4	1,3	30,5
0,7	10,1	1,6	0,8	1,2	5,8	0,1	0,8	3,3	2,8	0,9	2,8	2,0	0,1	0,3	32,8
0,8	8,2	2,1	0	2,1	6,4	0	2,1	1,7	5,0	0,2	1,8	1,1	0,6	0,1	31,4

Далее, при переходе в группу среднеполнотных (с увеличением полноты выше 0,5) происходит резкое снижение встречаемости различных аномалий, достигая минимума при полноте 0,6. В высокополнотных насаждениях среднее количество АФС незначительно увеличивается, но находится в довольно широком диапазоне ( $C_v = 35,9\%$ ). В высокополнотных насаждениях количество АФС достигает средних значений (33,0%). При большой полноте стволы деревьев находятся на сравнительно небольшом расстоянии друг от друга, и за счет этого интенсивней растут вверх, имеют хорошо очищенные от сучьев стволы.

Следовательно, формирование среднеполнотных насаждений (в ТЛУ С2, С3, Д1, и Д2) наиболее благоприятно скажется на состоянии насаждений уменьшением деревьев с АФС.

Вышеуказанная закономерность была подтверждена математически, при помощи статистического анализа и представлена в Таблице 4.6.

Многостволие, саблевидный изгиб распределены в насаждениях равномерно, в независимости от полноты (Таблица 4.6). Следовательно, мы предполагаем, что на образование данных аномальных форм ствола полнота не влияет.

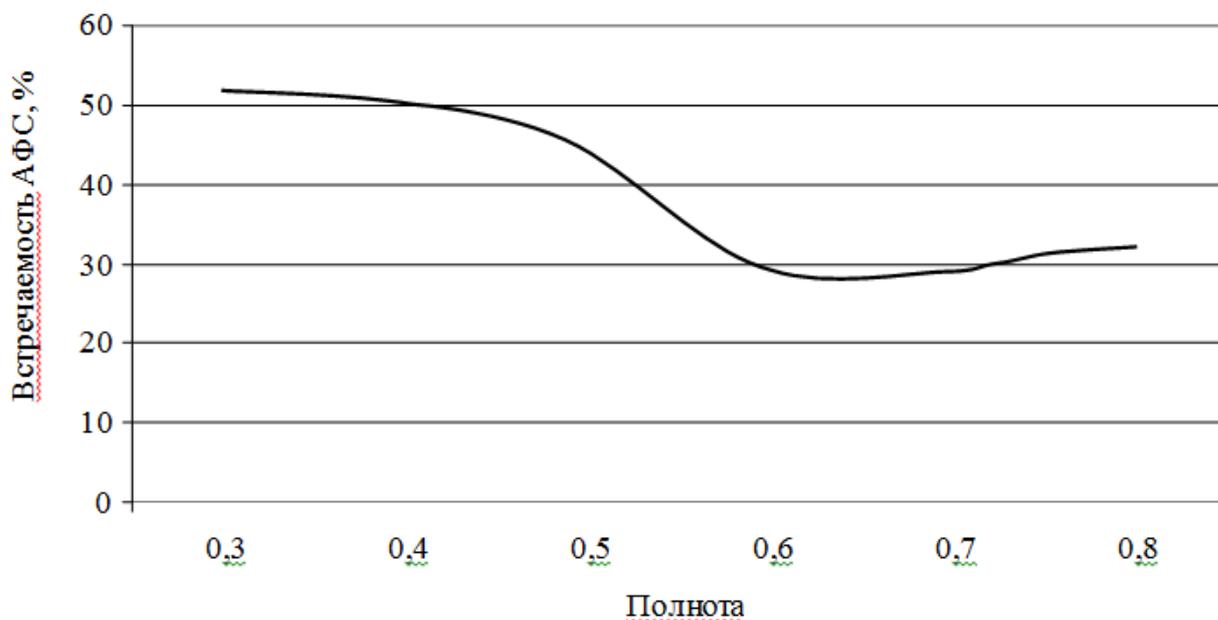


Рисунок 4.4 – Динамика процента встречаемости видов АФС в зависимости от полноты

Таблица 4.6 – Расчет основных среднестатистических показателей АФС дуба черешчатого в зависимости от группы полноты

Группы полноты	Среднестатистические показатели			
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$P, \%$	$T$
Низкополнотные	47,1±2,65	30,8	5,63	17,7
Среднеполнотные	28,7±2,12	27,4	7,90	12,6
Высокополнотные	33,0±2,17	35,9	6,56	15,2

В то же время такие АФС как ТСВ (13,2%), наклон (6,9%) саблевидное искривление (6,2%), наросты (5,7%) имеют максимум встречаемости в низкополнотных насаждениях, затем снижаются при средних значениях полноты и незначительно возрастают в высокополнотных насаждениях.

Рассматривая графики зависимости встречаемости аномальных форм ствола от полноты, можно сделать вывод, что существует ряд аномалий, образование которых зависит от полноты (ТСВ, наклон, саблевидный изгиб, наклон), достигая своего минимума при полноте 0,6. Это свидетельствует о более благоприятном

произрастании дуба именно при таких полнотах. Об этом явлении также писали Иванов Л.А. (1946) и Молчанов А.А (1961), объясняя максимальную продуктивность в дубравах сомкнутостью 0,7.

При рассмотрении зависимости встречаемости аномальных форм ствола от количества единиц дуба черешчатого в составе (Таблица 4.7) видно, что сильных колебаний не прослеживается, средний процент АФС в среднем составляет от 31,4% до 46,6 %.

Таблица 4.7 – Встречаемость АФС в зависимости от количества единиц дуба в составе

Кол-во единиц в составе	Аномальные формы ствола, %														Наросты	Всего
	Многостволье			Искривление		Срастание	Бочковидность	Наклон	Изгиб		ТСВ					
	2	3	4	Угловое	S-образное				Саблевидный	Серповидный	До 1/4	1/4-2/3	Более 2/3			
4	5,6	0,5	2,4	0,9	8,5	0,0	0,0	1,7	3,2	1,1	1,7	1,7	5,3	2,0	33,9	
5	11,0	2,6	1,6	0,3	3,3	1,8	1,8	3,4	2,8	0,7	2,7	3,0	1,7	0,1	36,0	
6	7,7	1,6	0,7	1,3	8,7	0,0	0,6	3,0	5,6	0,4	3,1	1,7	0,7	0,7	36,3	
7	8,7	2,4	0,6	0,8	7,5	0,7	0,0	2,9	3,8	0,0	3,3	3,8	0,0	0,0	34,0	
8	9,5	0,8	1,3	2,2	4,2	0,2	0,4	4,0	3,2	0,8	0,7	2,6	1,1	1,1	32,3	
9	6,2	1,2	0,0	0,0	12,3	0,0	0,0	4,2	5,0	1,5	1,2	0,0	0,0	0,0	31,4	
10	13,6	2,5	0,1	1,2	4,6	0,2	4,1	5,3	5,2	0,9	3,5	3,0	0,6	2,6	46,6	

На графике (Рисунок 4.5) видно, что зависимость имеет тенденцию к увеличению числа встречаемости АФС в чистых насаждения дуба (10 единиц дуба) до 47,0%. Это объясняется тем, что чистые насаждения изначально являются более слабыми, и в сочетании с различными неблагоприятными факторами деревья приобретают различные аномальные формы ствола.

Минимальное значение встречаемости АФС (32,4% и 31,4%), наблюдалось нами в смешанных насаждениях с небольшим преобладанием дуба над другими сопутствующими породами при достижении 8 - 9 единиц в составе, что в полной мере соответствует биологии произрастания дуба черешчатого.

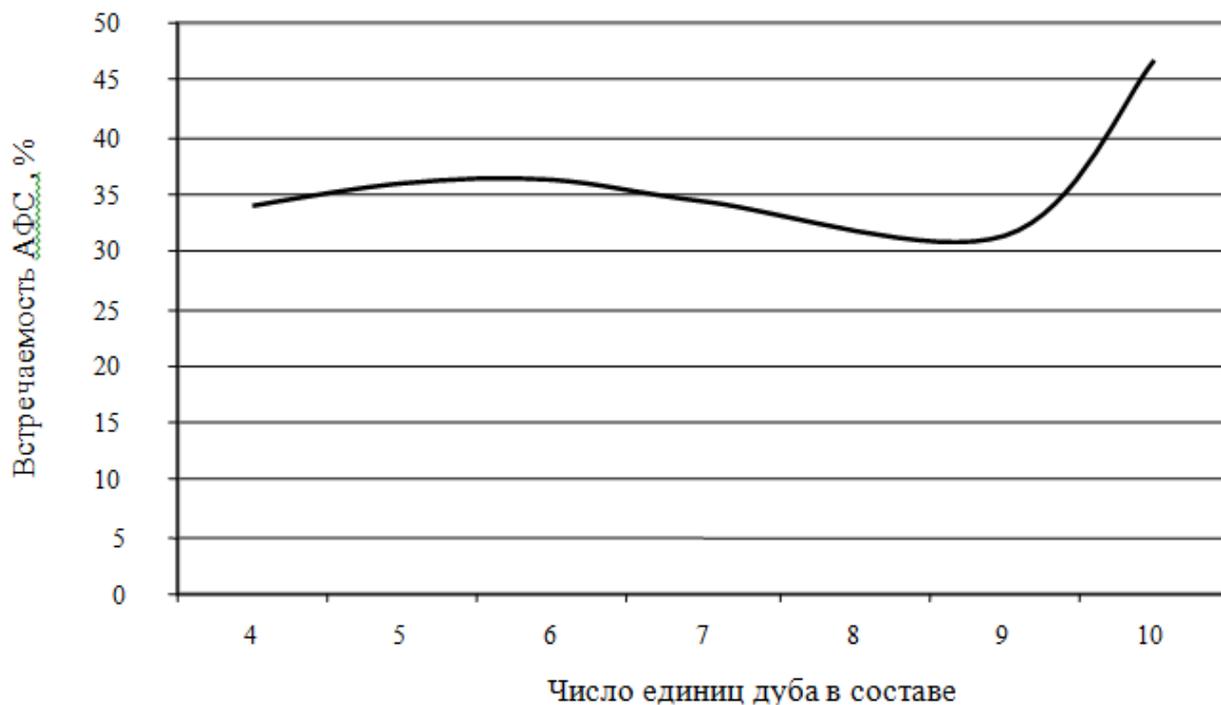


Рисунок 4.5 - Зависимость встречаемости видов АФС от количества единиц дуба в составе

Для подтверждения полученных выводов в таблице 4.8 приведена статистическая обработка. Исходные данные объединены в группы с учетом долевого участия дуба в составе насаждения – чистые (10Д), чистые с примесью сопутствующих пород (8-9Д), смешанные с преобладанием дуба (6-7 Д) и смешанные с преобладанием сопутствующих пород (4-5 Д).

Таблица 4.8 – Расчет основных среднестатистических показателей АФС дуба черешчатого в зависимости от числа единиц дуба в составе

Группы насаждений	Среднестатистические показатели			
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$P, \%$	$T$
Смешанные с преобладанием других пород	47,1±2,65	30,8	5,63	17,7
Смешанные с преобладанием дуба	43,1±2,71	34,4	6,29	15,9
Чистые с примесью сопутствующих пород	28,7±2,12	27,4	7,90	12,6
Чистые	33,0±2,17	35,9	6,56	15,2

Средняя высота и класс бонитета, возраст не оказывают прямого влияния на встречаемость АФС. В ходе выявления зависимости между данными показателями просматривается высокая степень случайного влияния.

Тип лесорастительных условий является комплексным показателем, оказывающим влияние на рост, развитие, жизнедеятельность и функциональную способность насаждений. Поэтому важным моментом является определение степени влияния исходного действующего фактора (ТЛУ) на встречаемость аномальных форм ствола. Были рассмотрены наиболее распространенные лесорастительные условия для дуба черешчатого – С2, С3, Д1, и Д2. Результаты однофакторного дисперсионного анализа приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Дисперсионный анализ встречаемости АФС в дубовых насаждениях в зависимости от типа леса

Основные показатели достоверности влияния	Результаты вычислений
Факториальная дисперсия ( $D_{\phi}$ )	345,20
Случайная дисперсия ( $D_c$ )	236,00
Общая дисперсия ( $D_o$ )	581,20
Число степеней свободы: $f_1$	3
$f_2$	16
Вариансы: $\delta_{\phi}^2$	115,07
$\delta_c^2$	14,75
Сила влияния ( $n^2$ )	$0,594 \pm 0,076$
Критерий Фишера (F)	7,8

Несмотря на то, что сила влияния равна 0,59, факториальная дисперсия составляет 345,2, что не намного больше случайной 236,0, то есть в 40,6% на встречаемость АФС оказывают влияние другие, не учтенные в данном анализе факторы.

Это свидетельствует о том, что типы лесорастительных условий не оказывают прямой зависимости на встречаемость аномальных форм ствола, а являются косвенным фактором, который влияет на другие таксационные

показатели, имеющие большую силу влияния на исследуемый фактор. Так, диаметр ствола имеет самую большую силу влияния на встречаемость АФС, но в свою очередь, интенсивность роста диаметра ствола дерева не может не зависеть от типа лесорастительных условий.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Доля деревьев дуба, имеющих аномальную форму ствола, в насаждениях Воронежской области составляет от 14,6% до 74,9 % на пробных площадках, средний показатель по всем пробным площадям составляет 36,6%;

2. Самыми распространёнными АФС в исследуемых насаждениях оказались многостволье 12,2%, саблевидный изгиб 4,5%, и S - образное искривление 6,5% и ТСВ 6,4%;

3. Встречаемость деревьев с АФС в насаждениях, произрастающих на территории Воронежской области, обнаруживает зависимость количества их образования от полноты древостоя, количества единиц дуба в составе, а также от диаметра.

#### **4.2 Закономерности распространения ПФС, снижающие жизнеспособность и конкурентоспособность дуба черешчатого**

Как мы выяснили, в дубовых насаждениях присутствуют патологические формы ствола и в среднем их составляет 38,6%, что составляет более одной трети всех деревьев в насаждении. В этот процент входят все разновидности ПФС от небольших внешних изменений формы ствола, влияющих только на товарность древесины (S-образное искривление) до фатальных, приводящих со временем к усыханию дерева.

Поэтому на втором этапе исследований стало необходимо выявить, как изменяется встречаемость патологических форм ствола, если из выборки убрать деревья с умеренной степенью патологичности и оставить только с угрожающей и фатальной степенью, так как именно из этой группы будут вырубаться деревья при проведении выборочных санитарных рубок.

Из общей выборки мы убрали следующие виды паталогических форм ствола: многостволие с двумя стволами, S-образное искривление, срастание, саблевидный изгиб, толстые скелетные ветви с соотношением диаметра ветви и ствола меньше  $\frac{1}{4}$ .

Для определения достоверности выявленных закономерностей были рассчитаны основные статистические параметры изучаемых таксационных показателей (Таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Средние статистические таксационные показатели в исследуемых дубовых насаждениях

Изучаемые признаки	Среднестатистические показатели			
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$P, \%$	T
Средний % ПФС	15,8±0,81	74,1	5,13	19,5
Средний состав (кол-во единиц)	7,5±0,16	28,0	2,13	46,8
Средняя полнота	0,57±0,011	26,1	1,93	51,8
Средний диаметр ствола, см	31,1±0,48	19,9	1,54	64,8
Средний возраст, лет	88,9±1,40	20,8	1,57	63,5

Из таблицы 4.10 видно, что встречаемость паталогических форм ствола, влияющих на жизнеспособность дерева, равен 15,7%, что составляет менее половины от всех деревьев с ПФС в насаждении.

Так как данный показатель находится в пределах 15,0% от общего числа деревьев в насаждении, то становится возможным проведение санитарных выборочных рубок для удаления деревьев с фатальной степенью ПФС, сильно не снижая полноты.

Для установления взаимосвязи встречаемость паталогических форм ствола в дубовых насаждениях был выполнен многофакторный корреляционный анализ.

Корреляционное матричное распределение основных признаков, в различной степени оказывающих влияние на паталогическое состояние,

приведено в Таблице 4.11 и графически на Рисунке 4.6, гистограмма распределения вариационных рядов приведена в Приложении Г.

Таблица 4.11 – Корреляционная матрица распределения

Оценочные признаки	Встреч. ПФС, %	Состав (кол-во единиц)	Полнота	Диаметр ствола, см
Встреч. ПФС, %	1,00	0,14	-0,39	0,48
Состав (кол-во единиц)	0,14	1,00	-0,27	0,01
Полнота	-0,39	-0,27	1,00	-0,55
Диаметр ствола, см	0,48	0,01	-0,55	1,00

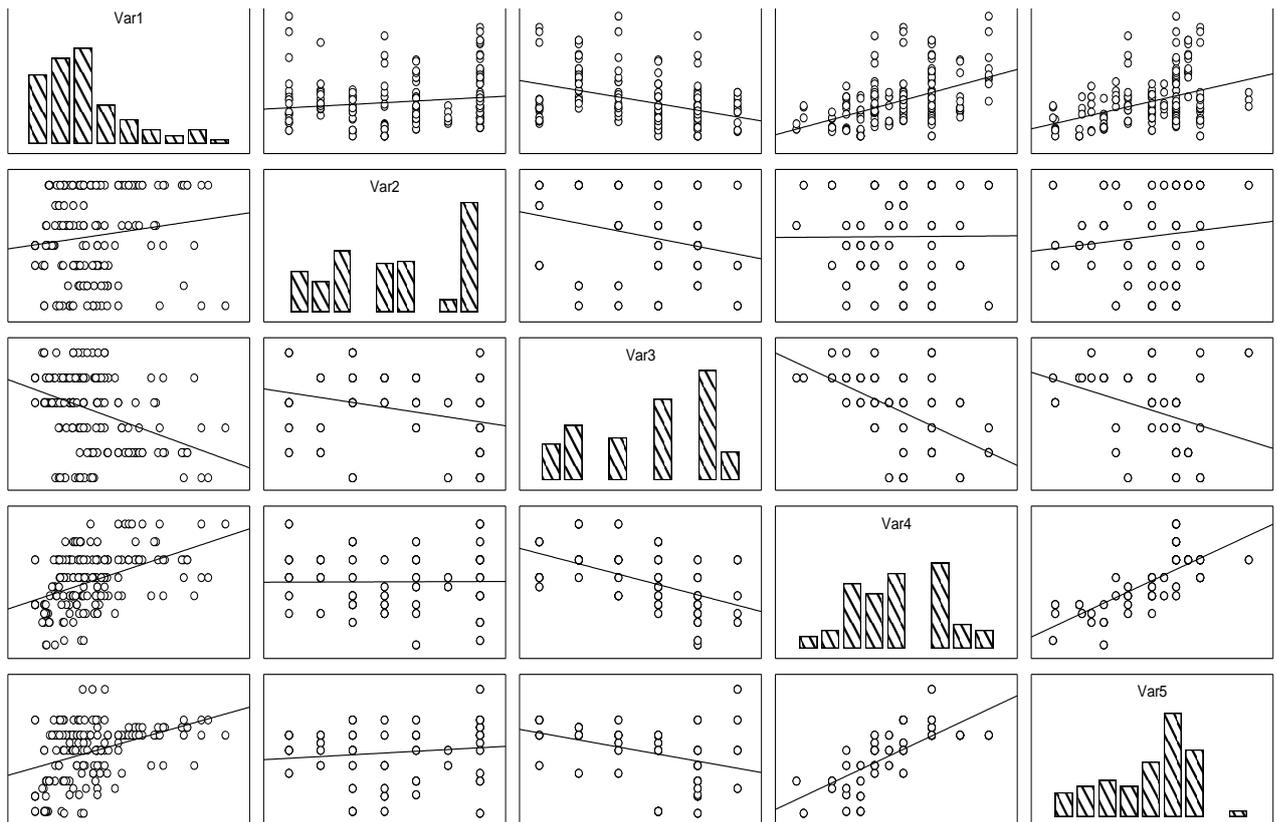


Рисунок 4.6 - Корреляционное матричное распределение основных лесоводственно-таксационных признаков

Из сравнительного анализа данных таблиц 4.3 и 4.11 видно, что сила влияния между таксационными признаками и встречаемостью общих ПФС и между таксационными признаками и встречаемостью патологических форм ствола с угрожающей степенью различно. Происходит снижение силы влияния между встречаемостью ПФС и диаметром с 0,51 до 0,48 и с полнотой с 0,49 до 0,39, при этом данные показатели все равно оказывают самое существенное влияние на исследуемый признак по сравнению с другими.

Встречаемость всех возможных патологических форм ствола включает в себя разнообразные ПФС с различной степенью паталогичности, как мы уже установили выше, больше половины из них составляют патологии, не оказывающие сильного снижения жизнеспособности дерева, следовательно, данные деревья не уходят с естественным отпадом, а остаются в насаждении наравне со здоровыми, что затрудняло выявление силы влияния при корреляционном анализе между искомыми признаками.

Рассмотрим, как изменяются графически зависимости между встречаемостью патологических форм ствола и таксационными показателями с выявленной силой связи. Диаметр ствола дерева, как и на первом этапе исследований, оказывает самое существенное влияние.

В ходе исследований выявлена характерная линейная зависимость увеличения процента критических патологий с увеличением диаметра ствола (Рисунок 4.7). Подобная тенденция наблюдается у мелких и средних деревьев дуба черешчатого, имеющих диаметр от 14 до 30 см. Среднестатистические показатели таких деревьев следующие:  $M \pm m - 11,0 \pm 0,86$ ;  $Cv - 85\%$ ;  $P - 7,8\%$ .

В дальнейшем, при увеличении диаметра ствола просматривается нелинейная связь, которую можно представить в виде уравнения второго порядка. Среднестатистические показатели критических ПФС дуба черешчатого у деревьев с большим (более 32 см) диаметром следующие:  $M \pm m - 20,1 \pm 1,13$ ;  $Cv - 66\%$ ;  $P - 6,1\%$ .

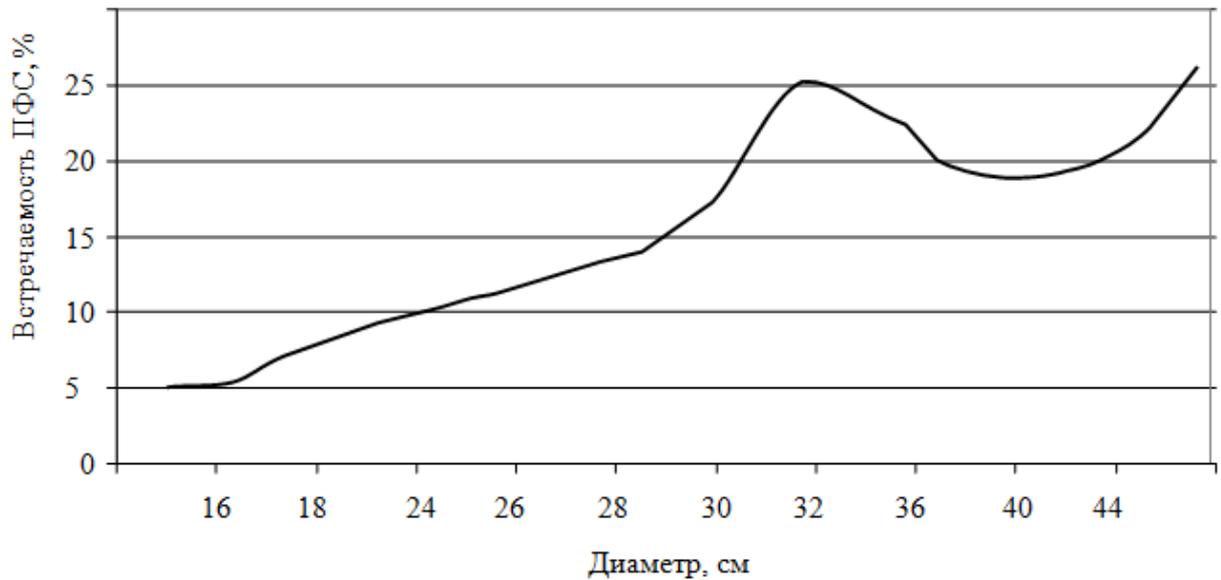


Рисунок 4.7 – Зависимость встречаемости критических видов ПФС от среднего диаметра ствола

Данные исследований подтверждают, что быстрая энергия роста способствует формированию деревьев с различными ПФС, в том числе и с угрожающей, фатальной степенью патологичности.

Рассматривая график зависимости встречаемости критических ПФС от полноты (Рисунок 4.8), мы видим, что он имеет почти линейную зависимость без резких спадов и подъемов в отличие от графика общих ПФС (Рисунок 4.4).

На графике мы видим, что общий характер зависимости сохраняется, так максимальное значение встречаемости ПФС наблюдается в низкополнотных насаждениях (с полнотой 0,3-0,4), достигая в среднем 22,0%.

Далее, при переходе в группу среднеполнотных (полнота выше 0,5) происходит снижение встречаемости ПФС, достигая минимума при полноте 0,6. В высокополнотных насаждениях встречаемость патологических форм ствола незначительно увеличивается, но находится в очень широком диапазоне ( $C_v = 63,9\%$ ). В высокополнотных насаждениях количество ПФС достигает средних значений (10,9%). Следовательно, рекомендация по формированию

среднеполнотных насаждений также актуальна и для уменьшения образования критических ПФС.

Вышеуказанная закономерность была подтверждена математически, при помощи статистического анализа и представлена в таблице 4.12.

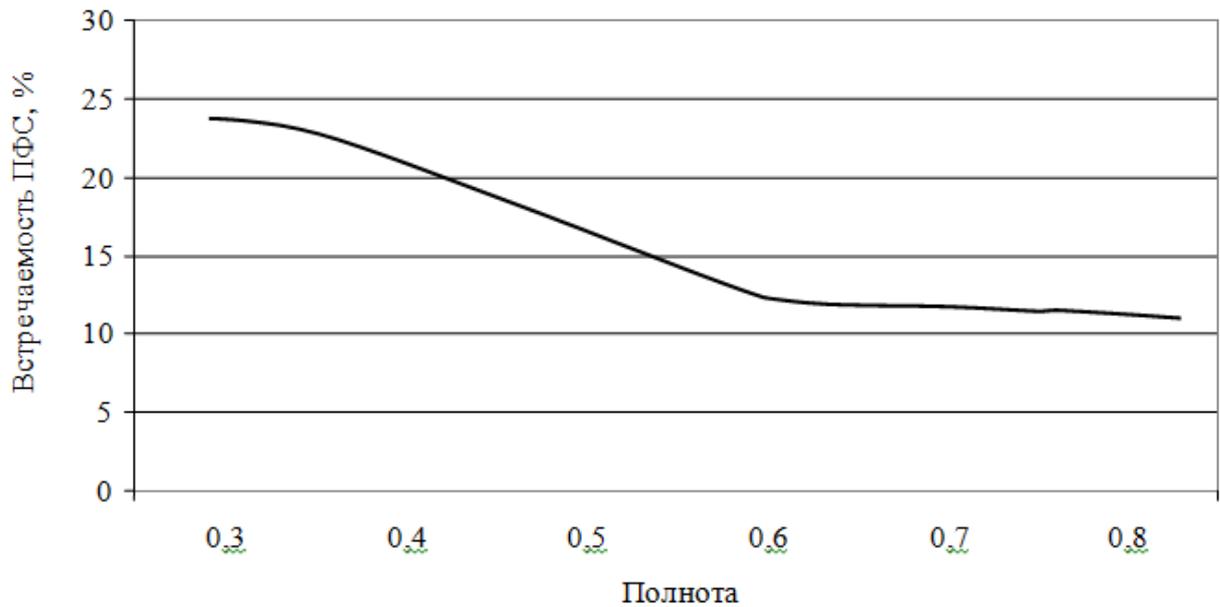


Рисунок 4.8 – Динамика встречаемости критических видов ПФС в зависимости от полноты

При сравнении графиков зависимости процента встречаемости общих и критических ПФС от количества единиц дуба черешчатого в составе (Рисунок 4.5 и 4.9) видно, что динамика процента встречаемости критических ПФС и количества единиц дуба в составе насаждения приобретает характер зависимости, близкий к функциональному уравнению второго порядка.

На графике (Рисунок 4.9) видно, что зависимость имеет тенденцию к увеличению числа процента патологических форм ствола в чистых насаждениях дуба (10 единиц дуба) 19,5% (Таблица 4.13) и в насаждениях с 4-5 единицам дуба в насаждении, составляя 16,9%.

Таблица 4.12 – Расчет основных среднестатистических показателей критических ПФС дуба черешчатого в зависимости от группы полноты

Группы полноты	Среднестатистические показатели			
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$P, \%$	$T$
Низкополнотные	22,6±1,53	55,3	6,77	14,8
Среднеполнотные	11,5±1,02	73,1	8,86	11,2
Высокополнотные	10,9±1,94	63,9	17,71	5,6

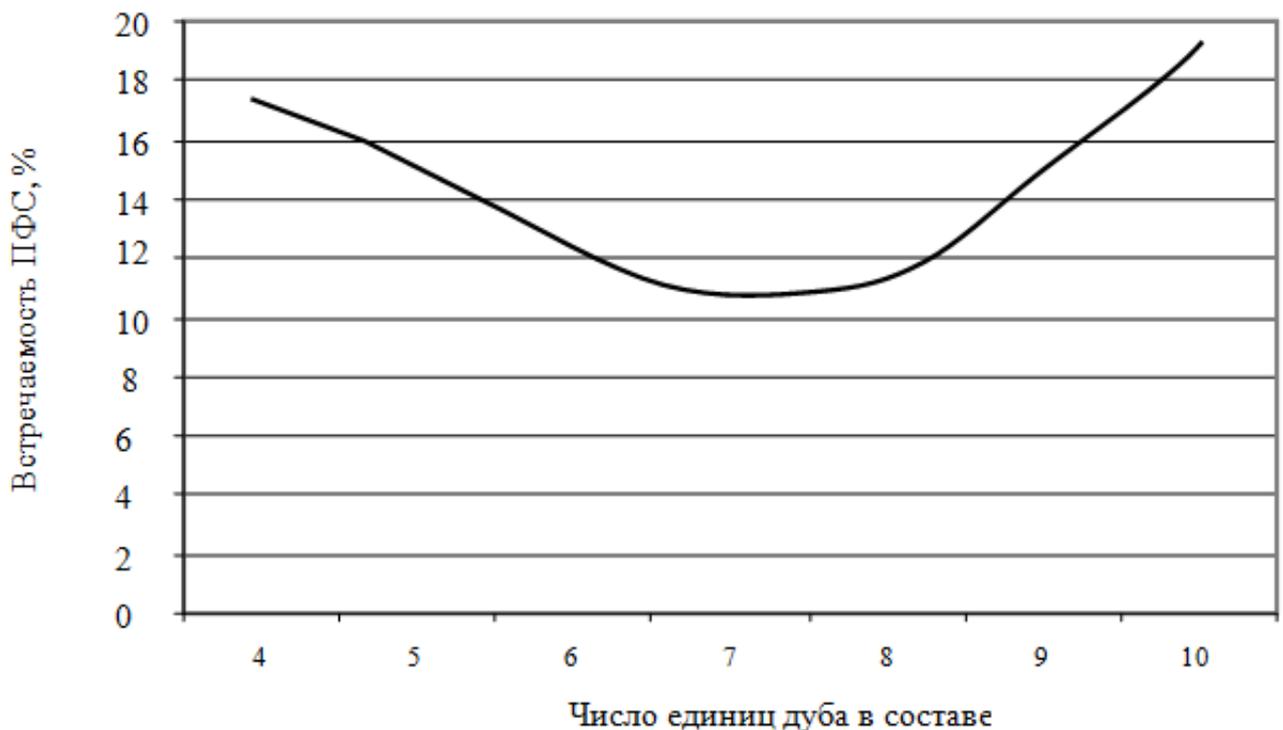


Рисунок 4.9 - Зависимость встречаемости критических видов ПФС от количества единиц дуба в составе

Наименьшее значение встречаемости ПФС наблюдалось нами в смешанных насаждениях с небольшим преобладанием дуба над другими сопутствующими породами при достижении 6-7 единиц в составе, что соответствует биологии произрастания дуба черешчатого.

Таблица 4.13 – Расчет основных среднестатистических показателей критических ПФС в зависимости от количества единиц дуба черешчатого в составе насаждения

Состав	Среднестатистические показатели			
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$P, \%$	T
4-5	16,9±2,02	65,1	11,88	8,4
6-7	11,2±2,05	99,5	18,17	5,5
8-9	14,3±1,68	64,5	11,78	8,5
10	19,5±1,35	65,2	6,92	14,4

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Сила влияния при многофакторном корреляционном у общих и критических ПФС и таксационных признаков различно.

2. Встречаемость критических патологических форм ствола, влияющих на жизнеспособность дерева, составляет 15,7%, что делает возможным проведение санитарных выборочных рубок для удаления деревьев с фатальной степенью ПФС, сильно не снижая полноты.

3. Характер зависимости между ПФС и количеством единиц в составе дуба приобретает обратно параболическую зависимость, с минимумом 11,2% встречаемости в насаждениях с 6-7 единицами дуба в составе.

#### 4.3 Встречаемость многостволия в насаждении с дубом черешчатым

Самой распространённой аномальной формой ствола, встречающейся практически во всех дубравах, является многостволие. Встречаемость на круговых площадках составлял 12,2%, самый минимальный - 2,5%, а на некоторых площадках может достигать 50,0%.

Для более детального обследования деревьев с многостволием и анализа возможных сочетаний с другими патологиями нами с помощью маршрутного

метода были выбраны деревья с данной ПФС. Всего было обследовано 198 деревьев.

Все деревья были объединены в группы согласно предложенной нами классификации. У каждого дерева записывались все обнаруженные на нем отклонения и сопутствующие заболевания.

Все полученные данные сводились в «Ведомость учета деревьев с многостволием» (Приложение Д), на основе ведомости составлена сводная таблица (Таблица 4.14).

Таблица 4.14 - Встречаемость разных видов многостволия

Вид многостволия				Трещина	Усыхание I ствола	облом	Инфекция	Другие ПФС	Ко-во деревьев	%		
1				2	3	4	5	6	7	8		
Положение на стволе	Положение на стволе	Положение на стволе	<1/3 h	2	<30°	3	0	3	3	6	9	4,5
					30°-60°	9	3	0	3	9	9	4,5
					>60°	3	0	6	3	0	6	3,0
				3	<30°	0	3	0	0	3	3	1,5
					30°-60°	0	0	0	0	0	0	0
					>60°	0	0	0	0	0	0	0
			1/3-2/3 h	2	<30°	18	0	0	9	9	18	9,0
					30°-60°	24	3	3	21	30	60	30,0
					>60°	0	0	0	3	3	6	3,0
				3	<30°	0	0	0	0	0	0	0
					30°-60°	3	0	3	0	3	6	3,0
					>60°	0	0	0	0	0	0	0
			2	2	<30°	3	0	0	3	6	9	4,5
					30°-60°	27	0	0	18	27	45	22,7
					>60°	6	0	0	0	6	9	4,5
				3	<30°	1	2	0	2	1	3	1,5
					30°-60°	3	0	0	6	3	9	4,5

Окончание табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
			$>2/3 h$		$>60^\circ$	0	0	0	0	0	0	0	
				4	$<30^\circ$	3	3	0	0	0	0	3	1,5
					$30^\circ-60^\circ$	0	0	0	0	0	0	3	1,5
					$>60^\circ$	0	0	0	0	0	0	0	0

Количество стволов при многостволии оказывает сильное влияние на жизнеспособность дерева, так, самым широко представленным является многостволие с двумя стволами, оно составляет 86,4%.

С тремя стволами встречается на несколько порядков меньше - 10,4%, крайне редко встречается многостволие с 4 стволами - 3,0% от всех рассмотренных нами деревьев с многостволием.

При рассмотрении зависимости встречаемости многостволия от высоты и количества стволов Таблица 4.15, была построена диаграмма (Рисунок 4.10) зависимости встречаемости деревьев с разным количеством стволов от высоты расхождения стволов на дереве.

Таблица 4.15 - Встречаемость многостволия в зависимости от количества стволов и расположением по высоте

Расположение многостволия по высоте	Количество стволов при многостволии			Всего, %
	2	3	4	
$<1/3 h$	12,1	1,5	0	13,6
$1/3-2/3 h$	42,4	3,0	0	45,4
$>2/3 h$	31,8	6,2	3,0	41,0

При рассмотрении диаграммы видно, что чем выше расхождение от комля, тем больше встречаемость деревьев с многостволием, так только выше  $2/3$  высоты мы встретили многостволие с 4 стволами (3,0%). При увеличении высоты образования многостволия биомасса образовавшихся стволов становится меньше, следовательно, место сочленения испытывает меньше нагрузку.

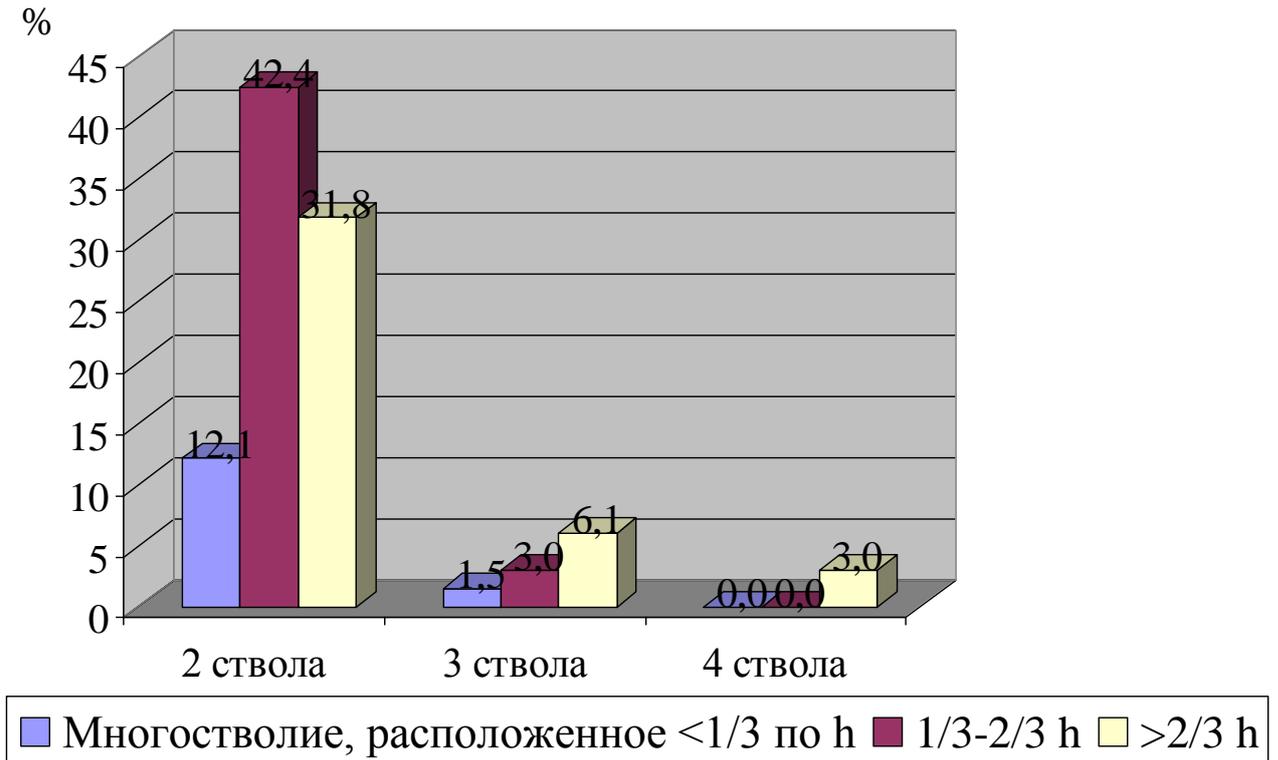


Рисунок 4.10 - Встречаемость многостволия у дуба черешчатого в зависимости от количества стволов на дереве и расположения расхождения стволов по высоте

Среди разновидностей многостволия преобладают деревья дуба с двумя стволами и местом расхождения, находящемся выше  $1/3$  на стволе, составляя 74,2% от всего встреченного нами многообразия данной ПФС.

Многостволие в нижней части ствола встречалось намного реже, всего в 13,6%, это почти в 3-4 раза меньше, чем другие виды многостволия. Это можно объяснить тем, что до возраста спелости деревья с многостволием в нижней части ствола успевают погибнуть. Данная патология образуется еще в молодняках и к возрасту спелости она успевает прогрессировать до необратимых патологических процессов (образования трещины, заражение грибной инфекцией и часто после этого облом одного из стволов).

При рассмотрении зависимости встречаемости от угла расхождения и количества стволов при многостволии Таблица 4.16 , была построена диаграмма

(Рисунок 4.11) зависимости встречаемости деревьев с разным количеством стволов от угла расхождения стволов на дереве.

Таблица 4.16 – Встречаемость многостволия в зависимости от угла расхождения и количества стволов у многостволия

Угол расхождения многостволия	Встречаемость деревьев с многостволием, %			Всего, %
	Количество стволов			
	2	3	4	
<30°	18,2	3	1,52	22,7
30°-60°	57,6	7,6	1,52	66,7
>60°	10,6	0	0	10,6

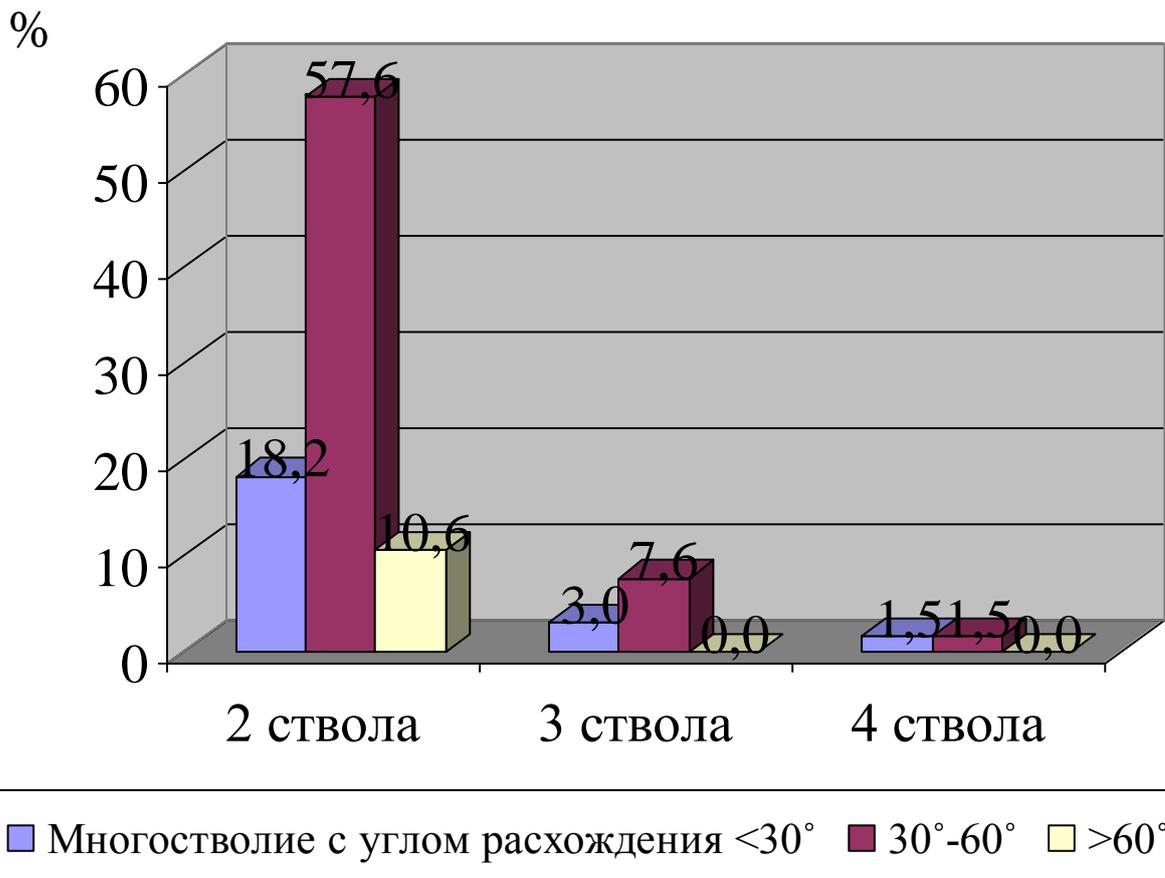


Рисунок 4.11- Встречаемость многостволия у дуба черешчатого в зависимости от угла расхождения и количества стволов

Если угол расхождения  $30^\circ$ , то следует ожидать более устойчивое положение стволов и более равномерное распределение нагрузки в месте расхождения, и как следствие больше деревьев с такой аномальной формой ствола должны встречаться в насаждениях, но вместо этого на пробных площадках такие деревья встречаются (22,7%) более чем в 2 раза реже, чем с углом расхождения в  $30^\circ$ - $60^\circ$  (66,7%).

Часто у таких деревьев нами были обнаружены в месте расхождения трещины, что способствует проникновению и развитию разного рода инфекции. Все это свидетельствует о том, что многостволие с таким углом расхождения больше снижает жизнеспособность дуба, чем с углом расхождения в  $30^\circ$ - $60^\circ$ . Многостволие с углом расхождения более  $60^\circ$  было нами встречено только с 2 стволами и составляет 10,6%.

При более детальном анализе сочетаний патологий ствола, при которых прослеживаются повторения внутри определённой разновидности многостволия, можно говорить о предрасположенности возникновения сопутствующих патологий в этой разновидности. У многостволия с углом расхождения менее  $30^\circ$  мы наблюдаем такие сопутствующие патологии как трещины, мицелий на стволе, плодовые тела грибов, некроз, односторонняя бочковидность, комлеватость, вильчатость, комлевые дупла, усыхание одного из стволов или его облом.

Многостволия с углом расхождения более  $60^\circ$  мы наблюдали редко (18,0%). Дерево с данной разновидностью многостволия усыхает до возраста спелости и если встречается в насаждении, то с сопутствующими патологическими проявлениями, такими как трещины, мицелий грибов на стволе, рак, пасынки и обломы скелетных ветвей.

В то же время многостволия с углом отхождения в  $30^\circ$ - $60^\circ$  широко представлены в дубовых насаждениях, несмотря на большое количество сопутствующих патологических проявлений (часто более одной на дереве), говорящих о сильном снижении жизнеспособности дерева, которые при этом не являются для него фатальными.

Самыми распространенными сопутствующими патологиями при таком многоствольи являются наличие трещины, вильчатость, пасынки, проявление грибной инфекции (мицелий на стволе, плодовые тела, односторонняя бочковидность, комель), рак, некроз, реже усыхание одного из стволов.

Все данные патологии складываются в определённую прогрессирующую последовательность:

1 - Образование трещины;

2 - Заражение. В зависимости от возбудителя, который проникает в дерево через трещину, и в зависимости от того, на какой высоте это происходит, мы получаем несколько вариантов развития патологического процесса:

а) вильчатость – это повторное образование многоствольи через определенное количество лет;

б) мицелий на стволе (начальный этап развития дереворазрушающих грибов на дереве, когда плодовые тела еще не формируются, но между трещинами в коре сильно заметен разросшийся мицелий с зачатками плодовых тел (Рисунок 4.12 I);

в) плодовые тела (видимый и хорошо диагностируемый этап развития заболевания);

г) односторонняя бочковидность (этап, при котором зараженный участок камбия и древесины с плодовыми телами отмирает и разрушается, а живой начинает формировать более широкие годичные кольца, образуя с другой стороны одностороннюю бочковидность);

д) комлевое дупло - стадия развития дереворазрушающего гриба, при которой даже при отсутствии вышеперечисленных этапов развития говорится о том, что гриб сильно разросся и разрушил центральную часть древесины ствола;

е) некроз – после заражения развитие болезни происходит в зависимости от вида возбудителя;

3 – усыхание одного из стволов происходит под воздействием вышеперечисленных причин (Рисунок 4.12 II);

3 – облом одного из стволов, завершающий этап развития многостволия, приводящий к сильному снижению жизнеспособности и конкурентоспособности дерева.



Рисунок 4.12 - I Разросшийся мицелий дереворазрушающего гриба на стволе дуба черешчатого (на данной фазе развития мицелия точно определить возбудителя не является возможным) II – многостволие с 1 усохшим стволом

При анализе разнообразных видов многостволия встречаемых нами в насаждениях на дубе черешчатом можно сделать следующие выводы:

1. Обнаружена зависимость между расположением многостволия по высоте, количеством и углом расхождения стволов и встречаемости их в насаждении.

2. Среди разновидностей многостволья преобладают деревья дуба с двумя стволами и местом расхождения выше  $1/3$  по высоте на стволе, составляя 74,2% от всего встреченного нами многообразия данной АФС.

3. При рассмотрении сочетания различных патологических проявлений и многостволья видно, что в большинстве случаев мы видим случайное распределение, которое в большей степени зависит от истории развития конкретного дерева в насаждении.

#### **4.4 Вероятность возникновения облома у многостволья в зависимости от количества стволов, угла и высоты расхождения стволов.**

Ствол дерева с точки зрения строительной механики представляет собой консоль, один конец которой закреплен в почве. Под действием силы тяжести кроны, силы ветра дерево постоянно изгибается, что приводит к напряжению и деформации в тканях. Дерево, приспособляясь к таким условиям, в качестве ответной реакции на раздражитель так распределяет строительный материал, чтобы сильнее укрепиться в земле корнями и сформировать ствол в виде балки равного сопротивления. Такая ответная реакция позволяет сформировать ствол, который будет иметь равную прочность во всех сечениях по высоте и наиболее рациональную форму в отношении распределения массы.

При изменении формы ствола у дерева происходит нарушение распределения массы и смещение центра тяжести, что приводит к усилению напряжения в тканях древесины. Многостволье является одним из ярких примеров нарушения конструкции ствола как балки равного сопротивления. В зависимости от количества стволов у дерева может быть два, три или более центра тяжести, а так как стволы находятся под определенным углом друг к другу, то место расхождения стволов испытывает постоянное напряжение на разрыв.

Для определения степени патологичности разных видов многостволья (Глава 5) и определения процента вероятности облома от количества стволов,

угла расхождения между стволами и высоты расхождения, были выбраны модели стволов дуба черешчатого с многостволием в спелых насаждениях. Так как чаще всего расхождение стволов происходило выше 2 метров, то замеры диаметра ниже расхождения и диаметры стволов после расхождения были затруднительны. Для вычисления данных величин у каждой модели дерева измерялись высота дерева, диаметр на высоте груди и в месте измерения и выше на 1 метр мелом отчерчивались две горизонтальные линии. Затем дерево фотографировалось, и на основе полученных данных и фотографий рассчитывались показатели, представленные в Таблице 17.

Таблица 17- Характеристика моделей деревьев с многостволием

№	Количество стволов, шт	Высота дерева, Н0, м	Высота расхождения от комля, Нрасх, м	Длина ствола выше расхождения с кроной, L, м	Длина кроны, Lк, м	Длина ствола от расхождения до кроны, Lс м	Угол φ расхождения стволов
1	2	23	1,40	21,60	11,50	10,1	4
2	2	24	1,10	22,90	10,90	12,0	14
3	2	23	10,20	12,80	10,30	2,5	22
4	2	24	15,30	8,70	4,50	4,2	28
5	3	22	14,30	7,70	7,70	0	20/40
6	2	21	14,40	6,60	5,50	1,1	25
7	2	20	11,10	8,90	4,70	4,2	25
8	3	21	10,25	10,75	9,25	1,5	15/46
9	2	19	11,60	7,40	4,80	2,6	31
10	2	22	12,70	9,30	5,70	3,6	18
11	3	23	11,40	11,60	10,60	1,0	25/18
12	2	22	11,70	10,30	8,60	1,7	32
13	2	24	10,70	13,30	11,50	1,8	26

На основе полученных данных, были вычислены основные показатели для расчета общей напряженности в месте расхождения стволов. Для этого исходили из того, что каждый ствол испытывает изгибающий момент, направленный перпендикулярно стволу, из-за взаимодействия силы тяжести, так как стволы

расположены под углом друг к другу, то распределение сил будет выглядеть следующим образом Рисунок 13.

Напряжение, возникающее в месте расхождения стволов, мы находим как сумму изгибающих моментов каждого ствола. При этом каждый ствол разделяется на 2 основные части для расчета напряжения: ствол от места расхождения до кроны и крона. Для многостволия с двумя стволами формула напряжения будет выглядеть следующим образом:

$$\sigma_{\text{общ}} = \sigma_{\text{ст1}} + \sigma_{\text{кр1}} + \sigma_{\text{ст2}} + \sigma_{\text{кр2}}, \text{ где} \quad (4.4)$$

$\sigma_{\text{ст1}}$ ,  $\sigma_{\text{ст2}}$  - напряжение в стволе после расхождения до кроны;

$\sigma_{\text{кр1}}$ ,  $\sigma_{\text{кр2}}$  – напряжение, вызванное в кроне 1 и 2 ствола.

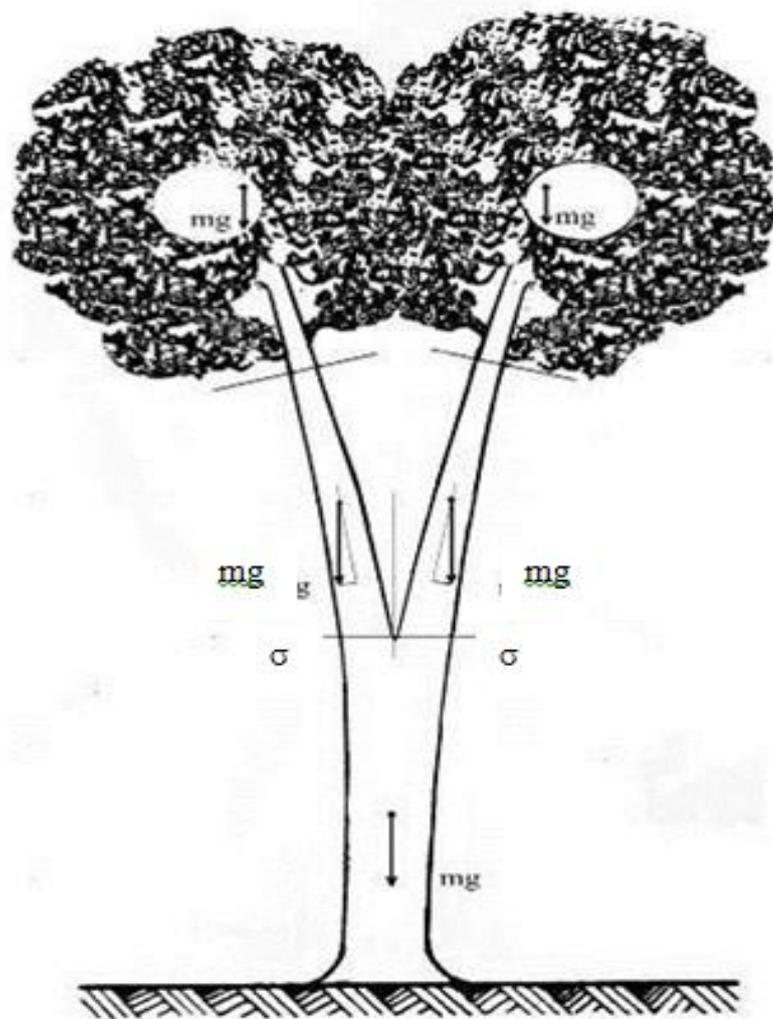


Рисунок 13 – Распределение сил у дерева с многостволием

Напряжение в стволе мы рассчитываем как напряжение в материале балки (растяжение с одной стороны и сжатие с другой) возникающего момента, которое равно:

$$\sigma = \frac{M}{W}, \quad (4.5)$$

Момент сопротивления круглого сечения балки, равно:

$$W = \frac{\pi D^3}{32}, \quad (4.6)$$

где  $D$  – диаметр ствола, м.

Изгибающий момент для ствола выше места расхождения до кроны находим по формуле:

$$M_c = mg \left| \sin \left( \frac{\pi \varphi}{360} \right) \right| * \frac{L_c}{2}, \quad (4.7)$$

где  $L_c$  - длина оставшейся части ствола без кроны, выше места расхождения  
 $L_c = L_m - L_k$ ;

$\varphi$  – угол расхождения между стволами;

$m$  - масса ствола выше места расхождения.

Масса ствола рассчитывается по формуле:

$$m = V\rho, \text{ где} \quad (4.8)$$

$\rho = 690$  (Уголев, 2001);

$V$ - объем цилиндра выбирается из таблицы «Объемы цилиндров,  $m^3$ , по диаметрам, см, и объемы стволов или круглых лесоматериалов,  $m^3$  по среднему диаметру см, и длине, м» (Лесотаксационный справочник, 1980).

Изгибающий момент для кроны рассчитываем, принимая крону за сферу, так как изгибающий момент кроны находится на расстоянии от места расхождения, то оно принимается как сумма длины кроны и ствола до места расхождения:

$$M_{кр} = m_{кк} \left( \frac{2}{5} \times \frac{L_k^2}{4} + (L_c + L_k)^2 \right) \sin \frac{\pi \varphi}{360}, \text{ где} \quad (4.9)$$

$m_{кр} = m$  (стволовой части кроны) +  $m$  (сучьев и ветвей)

Для расчета массы сучьев и ветвей сначала необходимо выяснить их объем, для этого воспользуемся таблицами «Объем сортиментов круглого леса, получаемых из вершинной части ствола (по ГОСТ 2708-75)» (Лесотаксационной справочник, 2008).

Объем сучьев и ветвей находится как 12% от стволовой древесины дуба в зависимости от развития кроны по таблице «Объемы кроны, сучьев, пней, и корней» (Лесотаксационной справочник, 2008). Следовательно, масса сучьев и ветвей также будет составлять 12% от массы стволовой части дерева, которая находится как сумма масс до расхождения двух стволов от расхождения до кроны и массы сортиментов из вершинной части. Так как учитывается масса всех стволов при многостволии, то массу ветвей каждого ствола находим в долях в зависимости от количества стволов, то есть:

для многостволия с 2 стволами,  $m = 0,12m_{00}/2$ ;

для многостволия с 3 стволами,  $m = 0,12m_{00}/3$ .

Исходя из этого, были рассчитаны основные параметры для расчета сопротивления каждого ствола и кроны: масса, напряжение ствола, кроны и момент сопротивления Таблица 18.

Предел прочности дуба при статическом изгибе для дуба составляет 95 МПа (Уголев, 2001). Для оценки степени патологичности разновидностей многостволия и расчета вероятности облома стволов необходимо найти процентное соотношение между пределом прочности и суммарным напряжением всех стволов (Таблица 19).

Данные, представленные в Таблице 19, не дают возможности в полной мере сравнивать особенности влияния разновидностей многостволия на облом, для этого на основе полученных данных были рассчитаны идеальные модели. С помощью моделей рассчитали общее напряжение, в месте расхождения учитывая высоту расхождения стволов (в нижней части, середина, крона), угла расхождения и количества стволов. Все промежуточные расчеты представлены в Приложениях (Приложение Е, Ж, З, И, К, Л), исходные параметры расчетов и итоговые результаты в Таблице 20.

Таблица 18 – Основные показатели для расчета напряжения

№	Масса ствола, (мст) кг			Масса кроны, (м кр) кг			Момент сопротивления (W)			Момент сопротивления, (Wкр)			Изгибающий момент, (М)			Изгибающий момент, (Мкр)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	135,4	117,1		207,8	121,7		1,227	0,987		0,0269	0,0170		233,763	202,181		51937,6	30417,7	
2	114,6	88,8		121,7	130,8		0,955	0,652		0,0331	0,0216		820,894	636,329		110718,7	119003,8	
3	31,2	42,5		38,9	57,1		0,136	0,215		0,0050	0,0170		72,888	99,209		14384,5	21117,7	
4	39,5	39,5		57,1	57,1		0,193	0,193		0,0365	0,0365		93,569	93,569		30741,5	30741,5	
5	2,7	4,7	2,7	49,7	49,7	49,7	0,003	0,008	0,008	0,0010	0,0034	0,0010	4,514	7,968		23858,0	23858,0	23858,0
6	10,3	18,3		91,1	91,1		0,026	0,061		0,0076	0,0258		12,028	21,383	8,892	20883,6	20883,6	
7	14,6	46,5		14,9	59,7		0,043	0,247		0,0092	0,0170		64,859	207,023		3128,0	12511,8	
8	20,2	20,2	12,8	24,8	24,8	14,1	0,071	0,071	0,036	0,0331	0,0045	0,0331	19,346	19,346		15097,5	15097,5	8555,3
9	12,7	19,8		14,1	24,8		0,035	0,068		0,0006	0,0034		43,147	67,242	36,874	3009,2	5310,4	
10	20,6	26,2		24,8	33,1		0,073	0,104		0,0170	0,0178		56,807	72,306		4810,4	6413,9	
11	22,8	13,7	17,9	27,3	14,1	21,5	0,085	0,039	0,059	0,0312	0,0331	0,0216	24,129	14,515	13,746	25697,3	13238,0	20246,4
12	67,5	56,9		103,5	78,7		0,432	0,334		0,1290	0,1194		154,895	130,490		40283,9	30615,7	
13	10,0	27,9		6,6	33,1		0,025	0,115		0,0247	0,0247		19,867	55,349		6198,5	30992,7	

Таблица 19 - Общее напряжение в месте расхождения стволов модельных деревьев

№	σ ств, Па			σкр, Па			σ общ, Па	Предел прочности, мПа	Вероятность облома, %
	1	2	3	1	2	3			
1	191	205		1928939	1793917		3723252	95	3,9
2	859	976		3343241	5520154		8865230	95	9,3
3	537	461		2863165	1245443		4109606	95	4,3
4	484	484		841298	841298		1683564	95	1,8
5	1341	1009	2642	23418589	7088595	23418589	53930765	95	56,8
6	466	349		2733137	809818		3543770	95	3,7
7	1498	839		338691	737900		1078928	95	1,1
8	274	274	1029	455883	3370192	258334	4085986	95	4,3
9	1228	984		4791799	1577817		6371828	95	6,7
10	781	692		283700	359967	939155	1584295	95	1,7
11	285	368	232	824434	399732		1225051	95	1,3
12	359	391		312331	256438		569519	95	0,6
13	805	482		251127	1255632		1508046	95	1,6

По полученным данным (Таблица 20) следует, что в кроне в независимости от угла и количества стволов при многостволии вероятность облома не превышает 7,5%. При возникновении многостволия в средней части ствола и с максимальным углом расхождения в  $85^{\circ}$  вероятность облома возрастает до 19,9% при 2 стволах и 25,1% при 3 стволах.

На основе полученных данных, построены графики зависимости вероятности облома ствола от угла расхождения, высоты расхождения и количества стволов (Рисунок 15).

При многостволии в нижней части с углом расхождения более  $60^{\circ}$  при 2 стволах и более  $30^{\circ}$  при 3 стволах многократно возрастает вероятность облома более 50,0%.

Таблица 20 - Суммарное напряжение в идеальных модельных деревьях в зависимости от высоты, угла расхождения и количества стволов

№	Высота дерева, м	Высота расхождения, м			Длина ствола от расхождения до кроны, м			Длина кроны, м	Угол расхождения	Вероятность облома у деревьев с 2 стволами, %			Вероятность облома у деревьев с 3 стволами, %		
		<1/3	1/3-2/3	> 2/3	<1/3	1/3-2/3	> 2/3			<1/3	1/3-2/3	> 2/3	<1/3	1/3-2/3	> 2/3
1	23	1,4	10,7	16,4	15,0	5,7	0	6,6	15	13,4	4,5	1,8	23,2	4,9	1,4
2									25	21,4	6,9	2,4	38,5	8,1	2,4
3									35	29,2	9,3	3,0	53,5	11,2	3,3
4									45	36,9	11,6	3,7	68,1	14,2	4,2
5									55	44,2	13,8	4,2	82,2	17,2	5,1
6									65	51,3	16,0	4,8	95,6	20,0	5,9
7									75	82,6	18,0	5,4	108,3	22,6	6,7
8									85	91,6	19,9	5,9	120,2	25,1	7,5

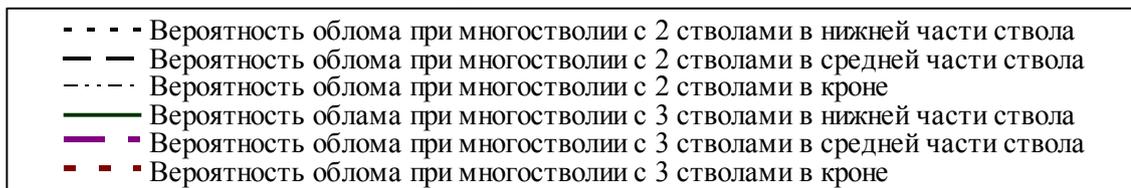
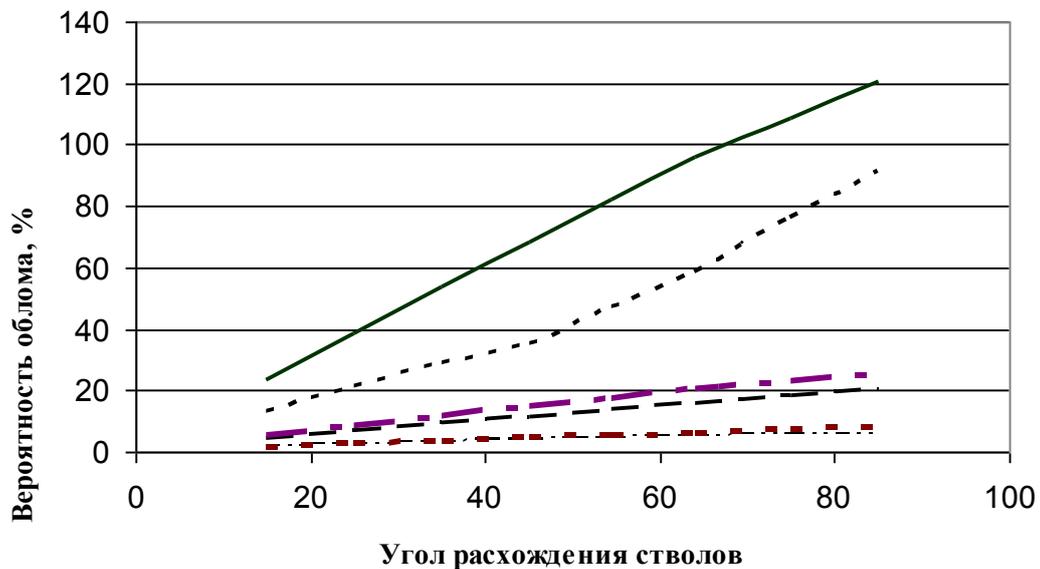


Рисунок 15– Зависимость вероятности облома от угла расхождения, высоты расхождения количества стволов

Это говорит о том, что у каждого второго такого многостволья происходит облом одного из стволов. Наши исследования по встречаемости разных видов многостволья подтверждают наши расчеты, так, деревья с многоствольем с 2 стволами и с углом расхождения более  $60^\circ$  встречаются только в 4,5%, а с 3 стволами не были встречены вообще.

На основе полученных данных, можно сделать следующие выводы:

1. Количество стволов, угол расхождения и высота расхождения влияет на вероятность облома стволов при многоствольи;
2. Расхождение в нижней части ствола с углом расхождения более  $60^\circ$  при 2 стволах и при 3 стволах более  $30^\circ$  возрастает, увеличивает вероятность облома стволов более 50,0%.

#### **4.5 Дифференциация спектра и классификация АФС**

При дифференцировании аномальные формы ствола у дуба черешчатого - критерии, по которым проводилась градация развитости признака, выбирались в зависимости от конкретного вида аномалии.

*Многостволье*, как было отмечено выше, возникает при повреждении главного побега и замены его осевыми. Главный критерий патологичности многостволья - это высота раздвоения на дереве, чем оно ниже, тем большую нагрузку испытывает место сочленения. Второстепенным, но не менее важным признаком является количество стволов, их может быть 2, 3, 4 и более. В зависимости от количества стволов угол отхождения соответственно изменяется 2 -  $30-45^\circ$ , 3 -  $45-60^\circ$ , 4-  $60-75^\circ$ , 5-  $75-90^\circ$ .

Одним из главных признаков нежизнеспособности дерева при многоствольи является наличие:

1. Трещины между стволами (говорит о возможном заражении дерева грибными инфекциями)
2. Облом одного из них (открытые ворота для проникновения всевозможных инфекций)

3. Низкое месторасположение многостволия (чем ниже находится разветвление стволов, тем это фатальней для дерева).

*Толстые скелетные ветви (ТСВ)* (Рисунок 4.14). Главным критерием для ТСВ является сочетание таких признаков патологии как соотношение диаметра ствола дерева к диаметру ветви и угол отхождения ветви от ствола.



Рисунок 4.14 - Толстые скелетные ветви у дуба черешчатого, произрастающего у тропы

Чем ближе диаметр ветви к диаметру ствола и больше угол отхождения ветки от ствола, тем вероятнее возникновение трещины и дальнейшего облома ветви. Место положения ветви по высоте на стволе имеет такое же значение, как у многостволия.

*Искривление.* Искривления бывают: а) эксклюзивное - редко встречаемая форма ствола у дуба черешчатого. На Рисунке 4.15 I представлен дуб черешчатой кустистой формы. Часто эксклюзивные формы используются как декоративные в ландшафтном дизайне и специально для этого культивируются (пирамидальная, шаровидная).

б) S-образное искривление или волнообразное, ствол дерева имеет несколько или много изгибов (Рисунок 4.15 II);



Рисунок 4.15 – I Дуб черешчатый кустистой формы; II – S-образное искривление

в) угловое искривление ствола часто возникает, когда один ствол при многостволии погибает и обламывается. При этом место облома затягивается каллусом. Оставшийся жизнеспособный ствол продолжает развиваться, а в месте затянувшейся раны образуется угол (Рисунок 4.16 I).

*Изгиб ствола* бывает:

а) серповидный - изгиб начинает формироваться на некоторой высоте от комля дерева (Рисунок 4.16 II);

б) саблевидный изгиб приобретает форму сабли с сильным прогибом в одну сторону, начинает формироваться от комля дерева.

Изгиб и искривление характеризуются радиусом изгиба, то есть на сколько диаметров дерева произошло искривление или изгиб относительно пряморастущего дерева.

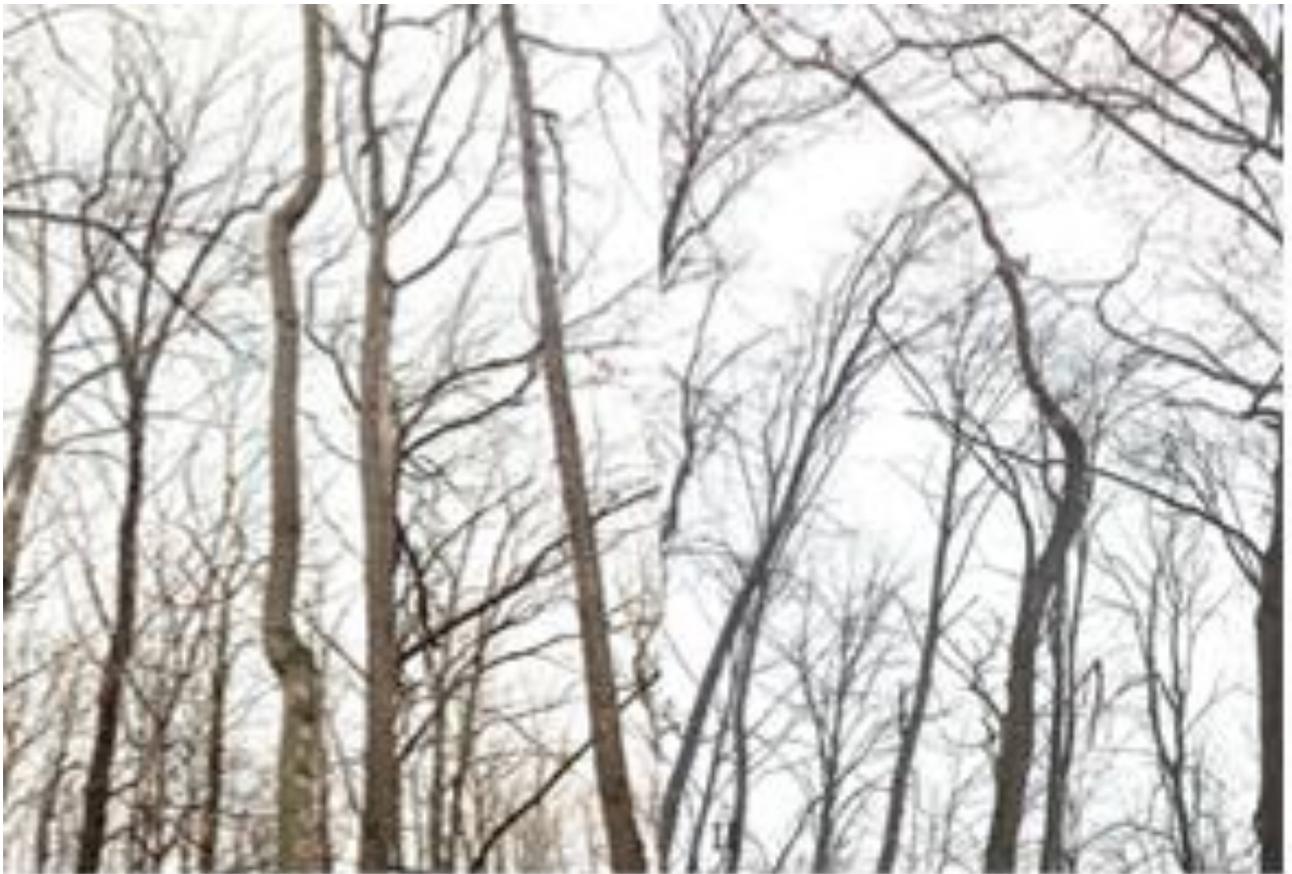


Рисунок 4.16 – I - Двойное угловое искривление ствола; II - Серповидное искривление ствола у дуба черешчатого

*Наклон ствола* у дуба черешчатого как патологический признак характеризуется углом отклонения. Чем больше угол, тем выше вероятность вывала дерева.

*Несимметричность ствола* приобретает вид сухобочины, перетяжки, ребристости и односторонней бочковидности:

а) сухобочина - возникает при поранении с одной стороны камбия, который отмирает, а с другой стороны живой камбий продолжает развиваться и расти, дерево приобретает характерный вид сухобочены (Рисунок 4.17 I).

б) ребристость – возникает при сильной комлеватости, чаще всего ребра формируются со стороны мощных корней, сглаживая угол между корнями и стволом дерева, тем самым укрепляя его.

в) перетяжка – может формироваться при сильном перетяжении ствола на длительный срок. Даже после устранения причины перетяжения неравномерность каллусных наростов остается и с течением времени усиливается.

г) односторонняя бочковидность - нами наблюдалась на первом этапе возникновения грибной инфекции внутри ствола (Рисунок 4.17 II).

Для более детального дифференцирования перетяжки и ребристости необходимо рассчитать степень влияния углубления на стволе дерева в зависимости от нормального диаметра ствола. В древесиноведении и товароведении ребристость находится как разность между наибольшим диаметром и наименьшим (Древесиноведение и лесное товароведение, 1977).

В полевых условиях в лесу это неудобно выполнить технически, и в данной формуле не учитывается соотношение глубины углубления к самому диаметру, так, для дерева с диаметром 32 и более глубина ребристости в 2 см не является значительной, а для дерева в молодом возрасте при диаметре менее 20, 2 см уже существенно.

Поэтому мы предлагаем считать ребристость следующим образом. Степень влияния ребристости ( $C_p$ ) определяется отношением  $l$  и  $r$ , где  $l$  - длина ребра (расстояние от гребня ребра до ствола),  $r$  - радиус ствола. При расчете степени влияния по этой формуле мы видим, что чем больше получается число, тем более выражена патология (Рисунок 4.18 I).



Рисунок 4.17– I Незаживший ошмыг; II Образование односторонней бочковидности вследствие заражения ложным дубовым трутовиком *Fomitiporia robusta* (P. Karst.)

$$C_p = l/r \quad (4.10)$$

По аналогии считается перетяжка. Степень влияния перетяжки ( $C_p$ ) определяется отношением  $l$  и  $r$ , где  $l$  - глубина перетяжки,  $r$  - радиус ствола выше места перетяжки; чем больше получается число, тем более выражена патология (Рисунок 4.18 II).

$$C_p = l/r \quad (4.11)$$

По степени влияния перетяжки и ребристости разделили на 2 группы: слабая до - 0,1; сильная более 0,1. Выбранная нами пограничная цифра 0,1

показывает, что глубина перетяжки или ребристости меньше радиуса дерева в 10 раз.

Степень влияния односторонней бочковидности (Сб) определяется отношением  $r_1$  и  $r_2$ , где  $r_1$  - наименьший радиус ствола,  $r_2$  - наибольший радиус ствола в месте максимального развития патологии (Рисунок 4.19 I).

$$Сб = r_1/r_2 \quad (4.12)$$

Если исходить из того, что соотношение радиусов у нормального ствола будет приближено к окружности, то отношение радиусов будет близко к 1. У дерева с такой аномалией как односторонняя бочковидность отношение радиусов будет находиться в пределах от 0 до 1.

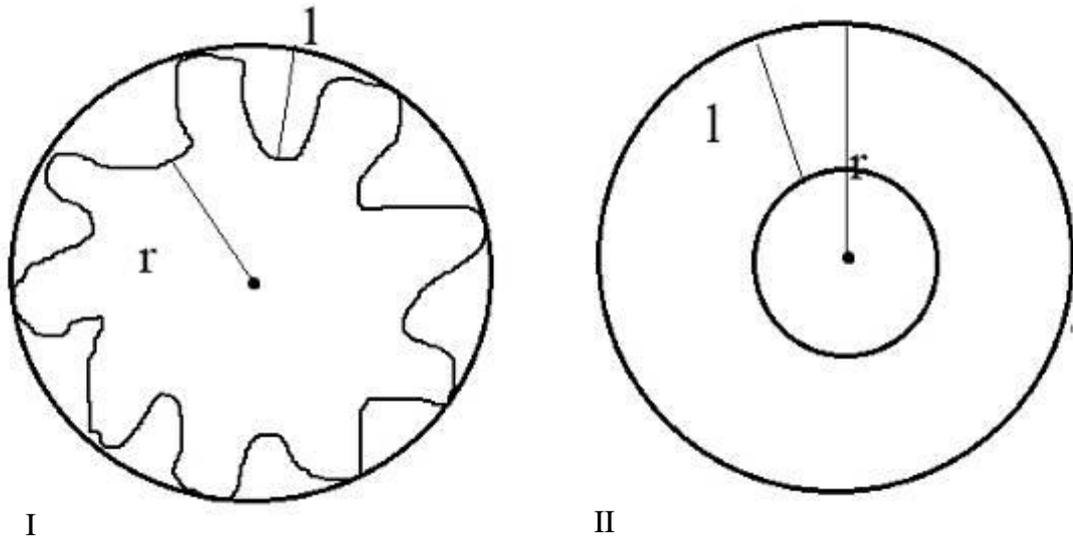


Рисунок 4.18 – Степень выраженности патологии у I - ребристости, II - перетяжки

При Сб от 0,5 до 1, радиусы дерева с односторонней бочковидностью изначально имеют разницу между собой меньше в 2 раза, то есть  $r_2 / r_1$  меньше 2, следовательно, аномалия менее выражена.

В свою очередь, если Сб меньше 0,5, значит, разница между радиусами дерева превышает в 2 раза, соответственно, чем меньше число, тем более развита аномалия.

Сухобочина представляет собой одностороннее повреждение ствола, шириной более 2 см. В древесиноведении этот порок оценивается как фактор, влияющий на товарность и количество получаемых из ствола деревьев сортиментов, поэтому учитывается длина в м, глубина в см и ширина (Уголев, 2001). По данным критериям очень сложно узнать жизнеспособность дерева.

Нами предлагается вычислять степень влияния сухобочины ( $C_c$ ) как отношение  $r_1$  и  $r_2$ , где  $r_1$  - наименьший радиус ствола,  $r_2$  - наибольший радиус ствола (Рисунок 4.19 II).

$$C_c = r_1 / r_2 \quad (4.13)$$

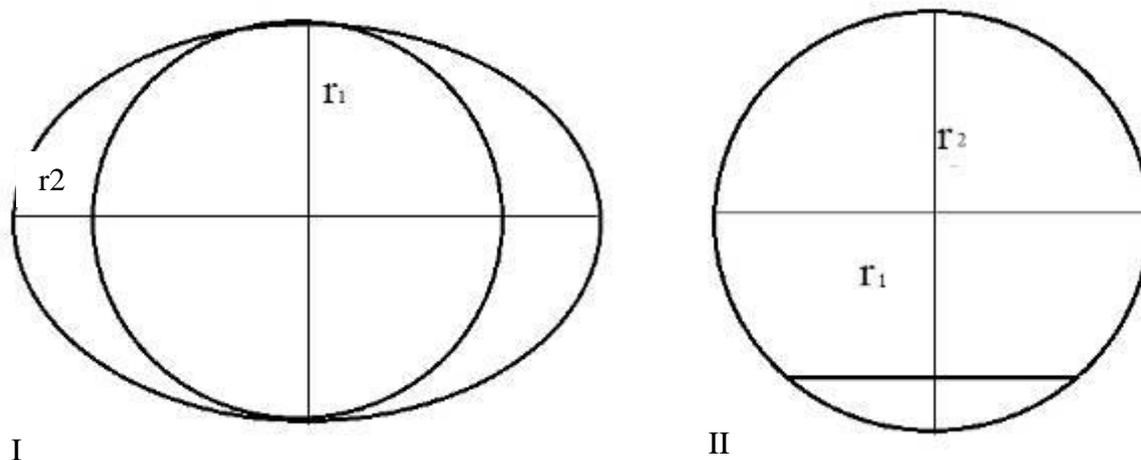


Рисунок 4.19 – Степень влияния: I – у односторонней бочковидности, II - у сухобочины

Следовательно, сухобочину и бочковидность мы разделили на 2 группы, по степени их влияния: слабая – 0,5-1,0; сильная 0 - 0,5.

*Наросты* – характеризуются размером, которые сильно варьируют от едва заметного наплыва древесины, в несколько раз превышающих диаметр самого дерева и его расположение на стволе. Наросты могут располагаться одиночно или группами.

По форме наросты разделили на шаровидный, окаймленный, муфтообразный, трещиноватый. По характеру наросты бывают в виде рака, капа или сувели.

*Срастание* - можно выделить различные срастания по форме соприкосновения:

1. Срастание точечное. Может происходить при налегании одной ветви на другую, при этом одна из ветвей образует каллус, обхватывающий другую ветку. Также может образовываться при близком стоянии стволов, при котором ветви врастают в чужой ствол, как бы пронзая его.

2. Фрагментарное срастание. Участки срастания могут быть как одиночные, так и групповые. Возникают при параллельном росте двух компонентов, один из которых чаще меньше по диаметру (это может быть как два ствола разного диаметра, так ствол и ветка). Часто один из стволов пытается как бы обхватить другой, образуя при этом что-то похожее на присоску. Срастание в таких случаях происходит не со стороны первичного контакта стволов, где возникает трение, а с боков посредством выпячивания каллусов.

3. Перемычкой. Срастание образуется за счет срастания одного из стволов, растущих рядом деревьев и ветвей другого, образуя, таким образом, подобие мостика. В зависимости от расположения стволов при срастании относительно друг друга бывают параллельное, крестообразное и витое.

По степени срастания различают:

- каллусное поверхностное срастание;
- заболонное срастание, начинает формироваться одно годичное кольцо;
- полное, общее годичное кольцо сформировано.

По протяженности бывает:

- непротяженное, менее 3 диаметров ствола дерева;
- протяженное, более 3 диаметров ствола.

Протяженное срастание стволов происходит, когда два ствола слишком близко растут друг с другом. В ходе естественного утолщения стволов они сначала соприкасаются, затем происходит слияние камбиальных слоев и новые

годовые кольца откладываются уже как одно общее. Такие деревья отличаются эксцентричной формой стволов и иногда понять, что это срастание, можно только при поперечном спиле, где явно видны два ядра и часто у таких деревьев видны две независимые вершины.

При дифференциации аномальных форм ствола были выделены небольшие группы: *Сбежистость*, *Комлеватость* (*Закомелистость*) *Закомелистость* различают по форме, она бывает округлой и ребристой.

Все многообразие признаков для АФС у дуба черешчатого для наглядности можно записать в таблицу 4.21.

Таблица 4.21 - Дифференциация АФС

ПФС	Дифференциация ПФС		
1	2		
<b>Многостволье</b>	<b>Количество стволов</b>	<b>Угол расхождения</b>	<b>Высота разветвления</b>
	2	До 30	До 1/3
	3	30-60	1/3-2/3
	4 и более	Более 60	Выше 2/3
<b>Толстые скелетные ветви</b>	<b>Отношение D ветви к D ствола</b>	<b>Угол крепления</b>	<b>Высота крепления</b>
	Менее 1/4	До 45	До 1/3
	1/4- 2/3	45-60	1/3-2/3
	Более 2/3	Более 60	Выше 2/3
<b>Срастание</b>	<b>Форма срастания</b>	<b>Пространственное расположение стволов</b>	<b>Протяженность</b>
	Точечная	Параллельное	Менее 3d
	Фрагментарная	Крестообразное	Более 3 d
	Перемычкой	Витое	
<b>Искривление</b>	<b>Разновидность искривления</b>	<b>Место искривления</b>	<b>Радиус изгиба</b>
	Угловое, Z-образное	До 1/3	Менее 1d
	S-образное	1/3-2/3	1d-3d
	Оригинальное	Выше 2/3	Более 3d
<b>Изгиб ствола</b>	<b>Разновидность изгиба</b>	<b>Место изгиба</b>	<b>Радиус изгиба</b>
	Саблевидное	До 1/3	Менее 1d
	Серповидное	1/3-2/3	1d-3d
		Выше 2/3	Более 3d

Окончание таблицы 4.21

1	2		3	4
<b>Наклон</b>	<b>Форма наклона</b>		<b>Угол наклона</b>	
	Прямая		Менее 30°	
			Более 30°	
<b>Наросты</b>	<b>Характер</b>	<b>Форма</b>	<b>Количество</b>	<b>Размер</b>
	Рак	Шаровидный	Одиночное	Менее 1/2 d
	Кап	Окаймленный	2-3 шт.	1/2d-1d
	Сувель	Муфтообразный	Более	Более 1d
		Трещиноватый		
<b>Несимметричность ствола</b>	<b>Форма</b>		<b>Степень выраженности</b>	<b>Место расположения</b>
	Односторонняя бочковидность		Незначительная	До 1/3
	Перетяжка		Сильная	1/3-2/3
	Ребристость			Выше 2/3

На основе многолетних полевых исследований и проведенного анализа дифференциации патологических форм ствола нами была разработана классификация (Рисунок 4.20) аномальных форм ствола для дуба черешчатого.

В основу классификации легло разделение всех аномальных форм ствола на 8 основных классов. Это многостволие, искривление, наклон, толстые скелетные ветви, поперечная несимметричность, срастание стволов, комлеватость-сбежистость, наросты, оголенные комлевые лапы. Классификацию можно представить в виде схемы.

Аномальные формы ствола очень разнообразны, и из одной формы в течение жизни дерева могут развиваться другие (многостволие - угловое искривление). Часто на одном дереве совмещены нескольких аномальных форм ствола еще и различные заболевания (в основном, грибные). Это связано с сильным снижением жизнеспособности дерева из-за возникновения АФС и дальнейшее его заражение различными инфекциями.

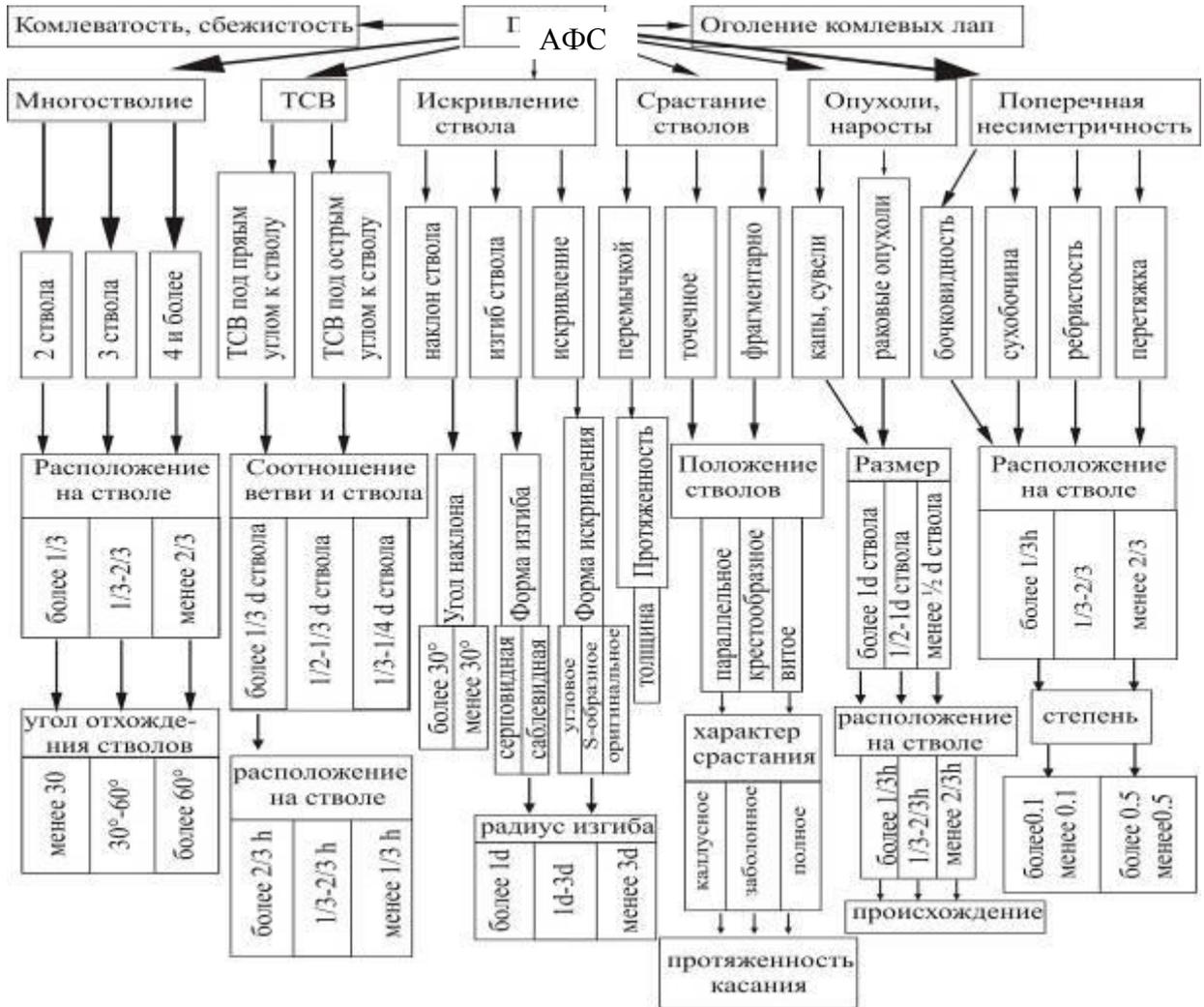


Рисунок 4.21 - Классификация АФС у дуба черешчатого

## ГЛАВА 5 ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПФС ДЛЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

Влияние каждой аномальной формы ствола на конкурентоспособность и жизнеспособность дерева индивидуально. Даже в пределах одного вида формы ствола, но при различной ее разновидности на дерево оказывается разная степень влияния. Так, с некоторыми АФС дерево способно прожить всю жизнь, а в то же время другие приводят к гибели дерева в молодом или приспевающем возрасте.

Для выявления влияния АФС на жизнеспособность и конкурентоспособность дуба черешчатого, нами была разработана методика вычисления средней степени патологичности (СП) по категориям. Для этого каждую выделенную нами аномальную форму ствола мы разделили на категории согласно предложенной нами классификации, которые оказывают влияние на жизнеспособность дуба. Каждой категории была присвоена своя степень патологичности в зависимости от влияния на жизнеспособность и конкурентоспособность дерева в баллах от 0 до 3.

Так как количество категорий, согласно нашей классификации по видам аномальных форм ствола, различно, то просто общая сумма баллов внутри конкретного вида не даст возможности сравнения различных видов между собой. Мы предлагаем находить среднюю СП как среднеарифметическую по всем категориям, что сделает возможным применять общую шкалу для оценки жизнеспособности дуба черешчатого с разными АФС:

$$СП_{cp} = \frac{\sum СП_k}{n}, \text{ где} \quad (5.1)$$

СП<sub>к</sub> - степень патологичности по категориям, выраженная в баллах от 0 до 3;

n - общее количество категорий, выделенное у конкретного вида АФС.

По полученным степеням патологичности можно судить о влиянии конкретной разновидностипатологии на жизнеспособность дерева:

0 - Отсутствуют признаки патологичности. Данная аномалия не оказывает влияние на жизнеспособность и конкурентоспособность дерева;

1 - Умеренная степень патологичности. При этом аномалия начинает влиять в незначительной степени, в основном, на конкурентоспособность дерева;

2 - Угрожающая аномалия. Оказывает существенное влияние на жизнеспособность дерева, снижая его конкурентоспособность. При этом дерево находится в пограничном состоянии, при ослаблении от инфекций или развитии сопутствующих патологий легко переходит к фатальным;

3 - Фатальная степень патологичности. Является последней стадией в развитии аномалии и оказывает такое сильное влияние на жизнеспособность дерева, что в большинстве случаев заканчивается его гибелью.

## 5.1 Многостволие

Многостволие - самая распространённая аномальная форма ствола, встречающаяся в дубравах Воронежской области. Данная аномалия имеет множество причин образования (около 16), и поэтому при сочетании нескольких неблагоприятных факторов образуется чаще, чем другие.

При образовании многостволия в молодом возрасте биомасса образующихся стволов незначительная, нагрузка на место расхождения стволиков мала, следовательно, СП 1, в приспевающем возрасте СП 2. В спелых насаждениях биомасса достигает максимальных значений, и оказывается сильное давление на слабые зоны в местах расхождения стволов, СП 3.

**Количество стволов** при формировании многостволия может быть различно. При рассмотрении влияния количества стволов на жизнеспособность дерева мы исходили из соотношения количества слабых зон, образовавшихся между стволами в месте расхождения и биомассы, действующей на разрыв:

а) Многостволие с 2 стволами (Рисунок 5.1 I). При таком многостволии слабая зона в месте расхождения стволов одна. На эту зону действует тяжесть двух стволов, направленная на разрыв, при этом СП равно 1;

б) Многостволие с 3 стволами. При этом слабых зон три, что значительно усиливает риск облома и возникновения трещины. Зафиксированные нами дубы с такой аномалией, в основном, имели облом или усохший ствол, (СП 2) (Рисунок 5.1 II);

в) При 4-х стволах у многостволия и более количество слабых зон также соответствует количеству стволов. Это самая редко встречаемая аномалия среди многостволия. Деревья с данной аномалией мы встречали только выше  $2/3$ , что свидетельствует о высокой фатальности такой разновидности многостволия, (СП 3) (Рисунок 5.1 III).

Многостволие у дерева образуется при повреждении главного побега, следовательно, возраст повреждения считается возрастом образования данной аномалии, поэтому расположение начала расхождения стволов при многостволии напрямую зависит от возраста его образования.

В нашей классификации высота расхождения стволов разделена на три группы: ниже  $1/3$ ;  $1/3-2/3$ ; выше  $2/3$  высоты ствола. Следовательно, для того, чтобы узнать возраст образования многостволия в каждой подгруппе, нужно найти высоту, которую достигает дерево в верхних границах подгрупп.

Согласно распределению древостоев по группам класса возраста дуб черешчатый порослевого происхождения считается спелым в возрасте 60-80 лет. По таблицам хода роста порослевых дубовых насаждений Шустова (Лесо-таксационный справочник, 1980) дуб в возрасте 80 лет в I-II бонитете достигает около 25 метров в высоту. Из этих данных и нашей классификации при рассмотрении дуба черешчатого в спелом возрасте с многостволием мы можем распределить его по следующим группам высот начала расхождения данной АФС:

- в группу «ниже  $1/3$  высоты ствола» относятся деревья с многостволием, расположенным от 1 – 8 метров, начиная от комля;
- в группу « $1/3-2/3$ » от 8-16 метров;
- в группу «выше  $2/3$ » от 16-25 м.

Зная верхние границы высоты в каждой группе, по таблицам хода роста мы можем установить возраст достижения дуба черешчатого данных высот, а, следовательно, возраст образования многостволия:

а) согласно таблицам хода роста, дуб черешчатый достигает 8 метров в высоту в возрасте до 20 лет, следовательно, многостволие, расположенное ниже  $1/3$  ствола, в спелом лесу было образовано в молодняках. И по мере роста и развития дерева, место расхождения стволов осталось в нижней части ствола (Рисунок 5.1 IV). Это достаточно редко встречающаяся аномалия (всего 1,3%). Такое расположение расходящихся стволов опасно тем, что с возрастом по мере накопления биомассы дерева будет постоянно возрастать давление в месте сочленения.

К среднему возрасту большинство таких деревьев имеют трещины в месте сочленения и, соответственно, столовую гниль. Это неминуемо приводит к бурелому, снеголому, усыханию одного из стволов и гибели дерева (СП 3);

б) достижение 16 м в высоту у дуба черешчатого порослевого происхождения происходит до 40 лет, следовательно, возникновение многостволия в средней части ствола происходит в возрасте от 20-40 лет в средневозрастных насаждениях (от  $1/3$  до  $2/3$ ) (Рисунок 5.2 I).

При таком расположении биомасса оказывает меньшую силу на разрыв на место расхождения стволов, в отличие от многостволия с нижним расположением расхождения. При такой высоте расхождения стволов многостволие является самой часто встречаемой в насаждениях и достигает 45,5%, от всех встреченных нами на линейный маршрутах (СП 2);

в) после 40 лет, то есть в средневозрастных и приспевающих насаждениях при усыхании главного побега у дуба черешчатого, многостволие образуется в кроне (выше  $2/3$ ) (Рисунок 5.2 II).

Даная аномалия практически не влияет на жизнеспособность дерева. В случае облома одного из стволов в кроне их диаметр достигает небольшого



Рисунок 5.1 - Многостволие I - с 2 стволами; II - с 3 стволами; III - с 4 стволами;  
IV - Многостволие, расположенное до  $1/3$  по  $h$

размера, дерево приобретает искривление, сильного снижения жизнеспособности не происходит (СП 1).

Другим важным критерием, влияющим на жизнеспособность при многостволии, является **угол расхождения стволов** относительно первоначальной оси роста. В зависимости от угла отхождения степень патологичности сильно варьирует. В нашей классификации данный признак был разделен на три группы:

а) Угол расхождения стволов до  $30^\circ$  (Рисунок 5.2 III). Угол расхождения стволов в  $30^\circ$  по силе тяжести биомассы каждого ствола на место раздвоения является самой минимальной, то есть нагрузка распределяется относительно равномерно.

Но при проведении натуральных исследований многостволия нами было замечено, что с небольшим углом расхождения у стволов место сочленения больше половины случаев имеет трещину, 69,23%. Это особенно хорошо заметно в период сильного сокодвижения весной, тогда из трещины интенсивно вытекает древесный сок.

Деревьев с данной аномалией встречается всего в 27,2% относительно всех встреченных нами многостволий. На Рисунке 5.2 III хорошо видно, что у дуба черешчатого при многостволии в средней части ствола с углом расхождения менее  $30^\circ$ , заметен истекающий древесный сок, которым питаются бронзовки обыкновенные (*Cetonia aurata* L.).

Образование трещины происходит вследствие естественного нарастания камбия. Место между стволами очень ограничено, и со временем камбий у стволов разрастается настолько, что происходит соприкосновение камбия двух стволов. При этом сила давления оказывается настолько сильной, что полного срастания не происходит, особенно в верхней части.

Как отмечалось выше, срастание возможно только при соприкосновении живыми тканями, а в нашем случае при таком расположении сильного трения между стволами для сдувания коры не происходит, а давление сильно

настолько, что между камбием стволов постоянно отмирают клетки, образуя дополнительный пробковый слой. Следовательно, в месте сочленения стволов с углом расхождения менее  $30^\circ$ , между нарастающим камбием происходит накопление отмерших клеток. Все это приводит к образованию постоянной незаживающей раны, через которую проникают споры дереворазрушающих грибов.

Данную разновидность АФС мы отнесли к СП 2, так как до образования плотно прилегающего камбия стволов и образования трещины требуется несколько лет после образования многостволия, то есть данная аномалия опасна при её развитии уже в спелом и перестойном возрасте;

б) Угол отхождения  $30^\circ - 60^\circ$  (Рисунок 5.2 IV). При таком расположении стволов чем больше угол расхождения, тем более неравномерно распределяется биомасса стволов, тем больше нагрузка на место расхождения стволов и тем более вероятно возникновение трещины.

Но с углом расхождения в  $30^\circ - 60^\circ$ , камбий между стволами имеет достаточно большое пространство для роста много лет, что не усугубляет процесс образования трещин.

Часто при обломе одного из стволов именно при таком расположении образуется саблевидное или серповидное искривление. Это самая широко встречаемая разновидность в данной категории 66,7%, что свидетельствует о достаточной жизнеспособности деревьев с такой разновидностью АФС СП 1;

в) С угол расхождения более  $60^\circ$  (Рисунок 5.3 I). С углом расхождения более  $60^\circ$  дерево в месте расхождения стволов испытывает самую большую нагрузку под своею тяжестью. Деревья с такой аномалией чаще всего страдают от ожеледей, снеголомов и сильного ветра.

При проведении натурных исследований на маршрутах в спелых и перестойных насаждениях нами было зафиксировано всего 10,6 % многостволий с таким углом расхождения.

Деревьев с многостволием и углом расхождения более  $60^\circ$ , находящимся на стволе ниже  $1/3$ , было обнаружено всего 6,1% из всех встреченных нами деревьев



Рисунок 5.2 - Многостволие, расположенное I - от 1/3 до 2/3 по h.; II - выше 2/3 h;  
 III - с углом расхождения стволов до 30°; VI - с углом расхождения стволов 30° -  
 60°;

дуба с данной аномалией, следовательно, они менее жизнеспособны и к спелому возрасту уже попадают в отпад (СПЗ).

На основе анализа патологичности всех разновидностей внутри каждой категории, рассчитана средняя степень их патологичности (Приложение Д).

По полученным результатам расчета среднего СП, к фатальной степени патологичности относятся многостволия, в приспевающем возрасте имеющие:

- 3 ствола в нижней части и расходящиеся под углами более  $60^\circ$
- 4 ствола до 1/3 с углом расхождения более  $60^\circ$  и менее  $30^\circ$
- 4 ствола до 1/3-2/3 с углом расхождения более  $60^\circ$

В спелом возрасте многостволие:

- 3 стволов в нижней части, имеющие угол расхождения более  $60^\circ$  и менее  $30^\circ$ ,
- 3 ствола в средней части с углом более  $60^\circ$ ,
- 4 стволов, расположенных ниже 1/3 с любым углом расхождения,
- 4 стволов в средней части ствола с углом меньше  $30^\circ$  и более  $60^\circ$ ,
- 4 стволов в верхней части с углом расхождения более  $60^\circ$ .

Для многостволия с возрастом и числом стволов увеличивается степень патологичности для дерева, сильно снижая жизнеспособность и конкурентоспособность.

## **5.2 Толстые скелетные ветви**

ТСВ образуются при дополнительном боковом освещении кроны. Деревья с такой аномалией встречаются, как правило, в низкополнотных насаждениях, парковых зонах, вдоль широких дорог. Средний процент встречаемости составляет 6,4%, но в отдельных насаждениях могут составлять и до 23,0%. Для определения жизнеспособности дуба с такой аномалией имеет большое значение положение на стволе ТСВ по высоте, соотношение диаметра ветви к диаметру ствола и угол отхождения от ствола.

В молодняках и приспевающих насаждениях ТСВ, как и само дерево, еще не набрало большую биомассу. В данной возрастной группе ТСВ только начинают формироваться, изгибаясь в сторону избыточного освещения, (СП 1). В спелом и перестойном возрасте ТСВ уже сформированы, имеют большую биомассу, (СП 3).

Определяющим показателем патологичности ТСВ является **положение её на стволе по высоте.**

а) от комля до  $1/3$  (Рисунок 5.3 II) При таком расположении ТСВ обычно начинают формироваться в начале приспевающего возраста и при дополнительном освещении хорошо развиты, имеют большую биомассу, что увеличивает нагрузку в месте отхождения ветви. При данном расположении чаще всего образуются трещины и обломы, (СП3).

На Рисунке 5.3 II изображено уникальное дерево дуба черешчатого, находящееся в Левобережном участковом лесничестве УОЛ ВГЛТА. Других таких деревьев дуба, доживших до такого возраста (порядка 300 лет) нами не было обнаружено, что свидетельствует как о редкости такого явления, так и о низкой их жизнеспособности;

б) Самое распространённое место отхождения ТСВ - это средняя часть ствола -  $1/3-2/3$  (Рисунок 5.3 III). В этом месте формирование ТСВ начинается в середине или конце приспевающего возраста.

ТСВ обладают достаточно большой биомассой и оказывают на место отхождения стволов давление на пределе прочности древесины, (СП 2);

в) Расположение ТСВ выше  $2/3$  (Рисунок 5.3 IV). Образование ТСВ в кроне больше относится к особенностям ветвления, чем к аномальным формам ствола.

Деревья с такой аномалией чаще всего встречаются на краю леса при свободном произрастании. При таких условиях происходит равномерное освещение со всех сторон, что способствует разрастанию скелетных ветвей (СП 1).

В следующей категории **рассматривается соотношение диаметра скелетной ветви к диаметру ствола.**



Рисунок 5.3 - I - Многостволие с углом отхождения более  $60^\circ$ ; II - Толстые скелетные ветви, отходящие в нижней части ствола; III – Толстые скелетные ветви, расположенные в средней части ствола; VI - ТСВ в кроне

а) ТСВ меньше  $1/3 d$  ствола в месте крепления (Рисунок 5.4 I). Это самая распространённая ситуация, соответствующая модальным параметрам для скелетных ветвей дуба. (СП 1);

б) ТСВ в пределах  $1/3-2/3 d$  ствола в месте крепления (Рисунок 5.4 II). При такой толщине ветви обладают достаточно большой массой. Они уже хорошо выделяются на фоне остальных скелетных ветвей.

При таком соотношении ветви к диаметру ствола при обломе место ранения практически не зарастает и становится местом развития стволовой гнили. Так, на Рисунке 5.4 IV видно, что на месте облома толстой скелетной ветви осталась часть ветви, которая препятствует зарастанию раны, и заметны первые признаки проникновения инфекции, (СП 2);

в) ТСВ больше  $2/3 d$  ствола в месте крепления (Рисунок 5.4 III). Это фактически уже раздвоение ствола, когда один из стволов расположен вертикально, а другой под большим углом отходит в сторону. У такого дерева риск облома ветви максимальный, о чем свидетельствует редкость таких ТСВ у деревьев дуба в зрелом возрасте.

При проведении натурных исследований нами было обнаружено дерево дуба, у которого ТСВ оказалась заметно больше диаметра ствола в месте крепления ветви. (СП 3).

Решающим показателем для определения жизнеспособности деревьев дуба при ТСВ является **угол отхождения ветви от ствола**:

а) Угол отхождения скелетной ветви до  $45^\circ$  (Рисунок 5.4 IV). При таком положении сила тяжести, образуемая ветвью, является самой минимальной и, соответственно, вероятность возникновения трещины или облома минимальна. На Рисунке 5.9 II дуб черешчатый, у которого ТСВ отходит под углом меньше  $45^\circ$ , расположена в нижней части ствола, что является редким случаем, так как этот угол больше присущ ТСВ в кроне (СП 1);

б) Угол отхождения ТСВ  $45^\circ-60^\circ$  (Рисунок 5.5 I). С таким углом отхождения ветви от ствола нагрузка на место прикрепления ветви возрастает и,



Рисунок 5.4 - I - Толстая скелетная ветвь с соотношением диаметра ветви к стволу  $1/3$ ; II - ТСВ с соотношением диаметра ветви к стволу  $1/3-2/3$ ; III – Толстая скелетная ветвь с соотношением диаметра ветви к стволу более  $2/3$ ; VI – ТСВ, отходящие под углом до  $45^\circ$

чем больше угол отхождения, тем более вероятно возникновение трещины. (СП 2);

в) Угол отхождения ТСВ более  $60^\circ$  (Рисунок 5.5 II). С углом отхождения более  $60^\circ$  дерево в месте отхождения ветви испытывает самую большую нагрузку под тяжестью массы ветви, возрастает и вероятность образования трещины. Деревья с такой аномалией чаще всего страдают от ожеледей, снеголома и сильного ветра, (СП 3).

ТСВ, сопоставимые с диаметром ствола опасны тем, что в месте сочленения возникает трещина, они часто подвержены облому, и у дерева возникает обширная рана. На Рисунке 5.5 III, видно, что при обломе такая ветвь часто тянет за собой часть заболони, образуя различные по величине обдиры, которые не зарастают. Через рану проникают различные инфекции (Рисунке 5.IV), дерево ослабевает, вследствие этого подвергается нападению насекомых и со временем усыхает. Эта аномалия особенно опасна, если толстая скелетная ветвь располагается почти под прямым углом.

Средняя СП толстых скелетных ветвей представлена в Приложении Е. По результатам расчета среднего СП, к фатальным относятся ТСВ, расположенные в молодом возрасте, до  $1/3$  по высоте, с диаметром ствола более  $2/3$  с углом отхождения более  $60^\circ$ .

В приспевающем возрасте ТСВ становятся более опасными и к фатальной степени патологичности следует отнести:

- ТСВ, растущие в нижней части ствола с соотношением диаметра ветвь к стволу  $1/3-2/3$ , отходящие под углом больше  $60^\circ$ , а также ТСВ с соотношением ветви к стволу более  $2/3$  с углом отхождения больше  $45^\circ$ ;

- ТСВ, растущие в средней части ствола, с соотношением диаметра ветви к стволу более  $2/3$  с углом отхождения более  $60^\circ$ .

В спелом возрасте ТСВ:

- в нижней части ствола при соотношении диаметра ствола и ветви менее  $1/3$  под углом отхождения более  $60^\circ$ ,



Рисунок 5.5 - I - Толстая скелетная ветвь, отходящая под углом  $45^{\circ}$  -  $60^{\circ}$ ; II - ТСВ с углом отхождения более  $60^{\circ}$ ; III – Незаросшая рана, образовавшаяся при обломе ТСВ; VI - Облом ТСВ с признаками заражения инфекцией

- также в нижней части ствола при соотношении диаметров больше  $1/3$  при угле отхождения более  $45^\circ$ ,
- в средней части ствола при соотношении диаметров от  $1/3$  до  $2/3$ , отходящие под углом более  $60^\circ$ ,
- в средней части ствола при соотношении диаметров более  $2/3$ , отходящие под углом более  $45^\circ$
- в кроне выше  $2/3$  при соотношении диаметров более  $2/3$  и отходящие под углом больше  $60^\circ$ .

Если диаметр скелетной ветви намного меньше диаметра ствола и она расположена под острым углом, то эта разновидность АФС не влияет на жизнеспособность дерева

### 5.3 Срастание

Срастание в молодом возрасте происходит легче, так как толщина коры небольшая, и под действием трения она легко счищается, обнажая живые ткани (СП 2). При длительном плотном прилегании в спелом возрасте срастание обычно не происходит из-за постоянно образующегося пробкового слоя.

При длительном плотном прилегании в спелом возрасте срастание обычно не происходит из-за постоянно образующегося пробкового слоя, отмерших клеток камбия из-за сильного сжатия образуется постоянно незаживающая рана (СПЗ).

Патологичность срастания зависит от многих факторов, один из которых - расположение на стволе по высоте:

а) Место срастания до  $1/3$  высоты ствола (Рисунок 5.6 I). Дерево в нижней своей части более устойчиво к колебаниям, вызванным сильным ветром, следовательно, деревья при срастании в нижней части ствола менее подвержены разрывам, (СП 2);

б) Место срастания  $1/3-2/3$  высоты ствола (Рисунок 5.6 II). В этой части ствола деревья имеют средние диаметры при возможных больших амплитудах колебания при сильном ветре.

В данном месте образовавшееся срастание больше всего подвержено разрывам и чаще всего образует незаживающие раны (СП 3).

в) Место срастания выше  $2/3$  высоты ствола (Рисунок 5.6 III). В данной части дерева амплитуда наклона (прогиба) при сильном ветре достигает максимального значения.

При возникновении разрывов у сросшихся частей в кроне раны быстрее затягиваются. При таком срастании возникает угроза потери скелетной ветви или облома ствола, следовательно, возникает многостволье в верхней части, что не сильно снижает жизнеспособность дерева (СП 1).

В нашей классификации аномальных форм ствола в зависимости от **площади соприкосновения**, выделено три вида срастания: точечное, фрагментарное, перемычкой:

а) Точечное срастание (Рисунок 5.6 IV) чаще всего происходит, когда диаметр соприкасаемой части одного растения намного меньше диаметра другого растения (соприкосновении ветвей и ствола). Такое срастание еще называют *пронизывающим*.

Этот вид срастания опасен тем, что размеры соприкосновения и срастания незначительны, вследствие этого на месте срастания при сильном ветре возникают надрывы, образуется постоянно открывающаяся рана, через которую проникают различные инфекции, (СП 3);

б) Фрагментарное срастание (Рисунок 5.7 I) происходит при соприкосновении боковых частей растения на некотором протяжении. При таком срастании в зависимости от соотношения диаметра стволов друг к другу возможно 2 варианта срастания.

В первом варианте при относительно равных диаметрах происходит равномерное разрастание каллуса с двух стволов, место срастания образуется ровное без раны (Рисунок 5.7 I).



Рисунок 5.6 - I – Срастание, расположенное в нижней части ствола; II – Срастание, расположенное в средней части; III - срастание в кроне; VI- Точечное срастание

Во втором варианте, если одна часть из соприкасаемых растений превосходит другую в несколько раз, то меньший ствол обычно обхватывается камбием большего ствола, разрастание может происходить до полного слияния каллусного наплыва большего ствола, (СП 1);

в) Срастание перемычкой (Рисунок 5.7 II). При срастании образование каллусного наплыва начинается на одном стволе, за счет вrastания ветви при плотном неподвижном примыкании.

При разрыве срастания во время сильного ветра возможно усыхание ветви, при этом на одном стволе образуется пасынок, на другом незаживающая рана Рисунок 5.6 II (СП 2).

В зависимости от **пространственного расположения частей дерева** распределение ветровой нагрузки и трения соприкасающихся частей срастание происходят по-разному:

а) Параллельное расположение стволов (Рисунок 5.7 III) имеет большую подвижность относительно друг друга, образуются частые разрывы при любом усилении ветра. При образовании частых разрывов образуются незаживающие раны, которые приводят к развитию различных заболеваний, (СП 3);

б) При крестообразном расположении стволов (Рисунок 5.7 IV).

Место срастания частично перекрывается растениями в двух взаимно перпендикулярных направлениях, что делает более устойчивое положение стволов у деревьев относительно друг друга. При таком расположении образуется срастание, более устойчивое к разрывам при сильном ветре. На Рисунке 5.16 II мы видим, что стволы дуба, сросшиеся крестообразно фрагментарно, на месте срастания не имеют ран и следов инфицирования, (СП 2).

в) при витом расположении (Рисунок 5.8 I) деревья закручиваются относительно друг друга, что приводит к срастанию по закрученной спирали. Деревья при этом расположении образуют прочное устойчивое к ветру срастание. При таком расположении стволов образование трещин в месте срастания минимально, (СП 1).



Рисунок 5.7 - Срастание: I - Фрагментарное; II – Перемычкой; III - Параллельное;  
VI - Крестообразное

**Степень срастания** определяет продолжительность процесса по времени, то есть количество лет срастания. От продолжительности срастания зависит не только механическая прочность, но и степень обменных процессов между двумя растениями. Выделяют три типа:

а) Каллусное срастание (Рисунок 5.8 II) - это начальный этап срастания, при котором, соприкасаясь живыми тканями, начинают происходить физиологические процессы между двумя разными растениями.

Происходит сглаживание пустот между стволами (ветвями) за счет разрастания камбия, начинает формироваться общее годичное кольцо. Это самое непрочное срастание, легко образуются разрывы и незаживающие раны (СП 3);

б) При камбиальном срастании (Рисунок 5.8 III) общее годичное кольцо сформировано. У двух растений в месте срастания годичный прирост формируется в одно годичное кольцо, при этом усиливаются обменные процессы между растениями (СП 2). Место срастания прослеживается в виде небольшой перетяжки;

в) При полном срастании (Рисунок 5.8 IV) в месте соприкосновения двух растений происходит формирование древесины из общего годичного кольца, то есть рост камбия происходит как у одного организма.

Место срастания двух растений визуально трудно различимо, образуется самое прочное срастание. Обменные процессы в месте срастания становятся общими, возможно передвижение растительного сока в двух направлениях от дерева к дереву (СП 1).

На протяженность срастания влияют много факторов, таких как возраст срастания, положение стволов при срастании, место срастания по высоте.

**По протяжности срастания** мы выделили две группы:

а) Непротяжённое, менее трех диаметров ствола (Рисунок 5.9 I), площадь срастания небольшая, что увеличивает риск разрыва и образование незаживающей раны (СП 3);

б) Протяженное (Рисунок 5.9 II), когда длина срастания превышает размер трех диаметров стволов.



Рисунок 5.8 -Срастание: I - Витое; II – Каллюсное; III - Камбиальное ; VI - Полное

При таком протяжении места соприкосновения увеличивает прочность соединения, быстрее и легче происходит полное срастание, следовательно, минимальный риск возникновения разрывов и заражения (СП 1).

Средняя степень патологичности по возможным сочетаниям видов срастания приведена в Приложении Ж.

По результатам расчета среднего СП, к фатальной степени патологичности относятся срастания в молодняках:

- расположенное в нижней части точечное, параллельное, каллусное и заболонное, непротяжённое срастания и крестообразное каллусное непротяженное;

- в средней части точечное, параллельное, каллусное, параллельное заболонное и полное непротяженное, крестообразное каллусное, заболонное непротяженное;

- в средней части фрагментарное, параллельное, каллусное непротяженное;

- в средней части срастание перемычкой, каллусное, непротяженное;

- в кроне точечное, параллельное, непротяженное, каллусное.

В спелых насаждениях к фатальным относят:

- в нижней части ствола точечное, параллельное, каллусное, параллельное заболонное и полное непротяженное срастание; точечное, крестообразное, каллусное и заболонное непрочное срастание и витое каллусное непрочное;

- в нижней части ствола фрагментарное, параллельное, каллусное, непротяженное;

- в нижней части ствола срастание каллусное не протяженное перемычкой;

- в средней части ствола точечное параллельное любое каллусное, заболонное и полное непротяженное срастание, точечное крестообразное любое каллусное и заболонное и полное непротяженное срастание, точечное витое каллусное и заболонное непротяженное срастание;

- в средней части ствола фрагментарное, любое параллельное, каллусное срастание и непротяжённое заболонное, фрагментарное, крестообразное каллусное, непротяженное;

- в средней части срастание непротяженное, каллусное и заболонное перемычкой;

- в кроне точечное параллельное каллусное и заболонное непротяженное, точечное крестообразное каллусное непротяженное.

Самое опасное срастание находится в средней части ствола. Здесь самая большая вероятность образование незаживающей раны.

Следует отметить, что при рассмотрении срастания выше 2/3 имелось ввиду срастание стволов и крупных скелетных ветвей, а не мелких веточек.

Срастание стволов в дубравах Воронежской области встречается достаточно редко и в среднем составляет 0,2%, однако, это вполне заметное количество (1 дерево из 500), чтобы такие деревья учитывать при проведении выборочных санитарных рубок.

#### **5.4 Опухоли, наросты**

Наросты и опухоли представляют собой различного рода аномальные разрастания древесины.

Характеризуются наросты (опухоль) формой, размером, расположением на стволе и количеством.

**Возраст образования нароста** на дереве определяет дальнейшее его развитие и жизнеспособность дерева:

а) При возникновении нароста *в молодом возрасте* по мере роста и развития дерева будет расти и развиваться нарост (опухоль), достигая в спелом возрасте больших размеров, поэтому при возникновении в молодняках такая аномалия сильно снижает жизнеспособность и конкурентоспособность дерева (СП 3);

б) При образовании нароста (опухоль) у дерева *в приспевающем возрасте* он не успевает разрастись и не оказывает фатального влияния на жизнеспособность и конкурентоспособность дерева.

При небольших диаметрах нароста ( $<1/2 d$  ствола), то есть при начальных стадиях развития нароста, степень патологичности такой аномалии не будет превышать 2-х единиц.

При соотношении диаметра нароста и ствола в месте его расположения в пределах от 1, степень патологичности будет максимальной. Такие деревья не доживают до возраста спелости, их следует относить к 4-й категории состояния и выбраковывать при рубках ухода и санитарных рубках.

в) На *спелых и перестойных* деревьях крупные наросты встречаются крайне редко. По этой причине и по причине возраста (возраст рубки спелого леса) теряет практический смысл определение патологичности данной аномалии на таких деревьях.

Одним из определяющих критериев для определения жизнеспособности дуба черешчатого является **происхождение нароста**, так как и кап, и сувель, и рак оказывают существенно разное влияние на дерево.

а) Как известно, образование капа не ведет к разрушению древесины. Кап (Рисунок 5.9 III) может снижать жизнеспособность дерева, разрастаясь до больших размеров, так как происходит отток пластических веществ в кап, а не в крону, (СП 1).

б) Сувель (Рисунок 5.9 IV) относится к неспецифическим изменениям древесины, приводящим к местному разрастанию проводящих тканей. Данная патология влияет, в основном, только на выход товарной древесины, (СП1).

в) Рак (Рисунок 5.10 I). На момент хорошо диагностируемых видимых признаков рака в виде разрастания и образования валиков, зараженное дерево уже является источником распространения инфекции. В таких случаях дерево обычно нежизнеспособно и обречено на гибель, (СП 3).

Перспективность дерева с наростом определяется положением разрастания **по высоте** на стволе.

а) Образование нароста в нижней части ствола дерева, до  $1/3$  по высоте, (Рисунок 5.10 II) в большей степени снижает конкурентоспособность дерева, поскольку увеличивает риск облома.



Рисунок 5.9 - I - Непротяженное срастание; II – Протяженное срастание;  
 III - Кап; IV – Сувель

При обломе ствола в таком месте дерево, как правило, нежизнеспособно, (СП 3);

б) При образовании нароста в срединной части ствола (Рисунок 5.10 III), есть большая вероятность распространения инфекции (если есть инфицирующее начало) ниже и выше его.

На Рисунке 5.10 III видно, что нижний нарост достигает большего размера, следовательно, мы предполагаем, что он образовался первым (СП 2);

в) При образовании наростов в кроне, выше  $2/3$  ствола (Рисунок 5.10 IV), даже если это раковые опухоли, сильного снижения жизнеспособности дерева не происходит, (СП 1). Так, на Рисунке 5.10 IV мы видим в кроне кап, который по размерам превзошел диаметр ствола в месте его образования, при этом дерево продолжает расти без видимых последствий от такой аномалии.

**Степень соотношения размера нароста с окружностью ствола** показывает его патологичность для дерева. Так, чем больше сувель или кап, тем больше пластических веществ он оттягивает, а если это раковые опухоли, то от размера зависит количество разрушенной и видоизмененной древесины.

а) При образовании раковой опухоли начинает разрастаться ткань ствола в виде валика, припухлостей. Так как эта начальная фаза развития, меньше  $1/2$  диаметра (Рисунок 5.11 I), разрушения древесины незначительны, следовательно, риск облома минимальный, на данном этапе развития патологии жизнеспособность дерева сильно не снижена, (СП 1);

б) Патология средней степени развития,  $1/2 - 1$  от диаметра ствола (Рисунок 5.11 II), оказывает влияние на конкурентоспособность и жизнеспособность дерева.

Разрушение и видоизменение древесины достигают больших размеров, увеличивается риск облома в месте разросшегося нароста, (СП 2).

в) При образовании нароста размером более 1 диаметра ствола (Рисунок 5.11 III), большая часть образовавшихся пластических веществ оттягивается на формирование нароста, что влияет на дальнейший рост дерева, происходит сильное снижение его конкурентоспособности и жизнеспособности.



Рисунок 5.10 – I - Трещиноватый рак; II – Муфтообразный рак около незаживающего обдира; III – Бактериальный рак в середине ствола; IV - Кап в кроне

Разрастание раковых опухолей до таких размеров приводит к ускоренной гибели дерева. Кроме того, при появлении раковой опухоли такого размера в насаждении следует ожидать распространения инфекции на здоровые деревья, (СП 3).

**Количество наростов** на стволе показывает склонность к их образованию (кап, сувель) или стадию распространения инфекции (рак).

а) Одиночные образования капа или сувели (Рисунок 5.11 IV) свидетельствуют о разрастании неспецифической ткани ствола дерева под действием различных факторов. Одиночная раковая опухоль говорит о начальной стадии зарождения, (СП 1);

б) При наличии на стволе 2-3 раковых образований (Рисунок 5.12 I) можно говорить о распространении инфекции по стволу, что переводит его в следующую категорию (СП 2).

На данной стадии часто происходит вторичное заражение грибными инфекциями, которые попадают в ствол дерева через трещины в раковых опухолях. Гриб, проникая в ослабленный организм дерева, быстро развивается.

в) При образовании на стволе многочисленных наростов (Рисунок 5.12. II) прослеживается явная предрасположенность данного дерева к образованию на нем соответствующих наростов.

На Рисунке 5.12 II видны многочисленные опухоли поперечного рака с плодовыми телами ложного дубового трутовика (*Fomes robustus* Karst), что свидетельствует о многолетнем совместном развитии двух инфекций и, возможно, об их синергизме;

В случае с раковой опухолью это свидетельствует об обширном распространении инфекции, часто с многочисленными участками разрушенной древесины, что говорит о последней стадии развития раковой опухоли, после которой наступает усыхание дерева или облом ствола (СП 3).

Средняя СП для наростов и опухолей приведена в Приложении 3.



Рисунок 5.11 – I – Образование каллусного наплыва размером менее  $\frac{1}{2}$ ; II – Нарост размером  $\frac{1}{2}$  - 1 диаметра ствола; III – Окаймляющий рак более 1 диаметра; IV - Одиночный трещиноватый рак

По результатам расчета средней СП, к фатальной степени патологичности относятся в молодняках:

- сувели и капы в нижней части ствола, многочисленные, размером более 1 диаметра ствола;

- раковые опухоли, находящиеся в нижней части ствола в количестве больше 2 при размере от 1/2 диаметра до 1 диаметра ствола, или единичные при размере более 1 диаметра;

- раковые опухоли, находящиеся в средней части ствола в количестве больше 3 размером от 1/2 диаметра до 1 диаметра ствола.

Наличие раковой опухоли любого размера на молодом дереве однозначно свидетельствует о его неперспективности. В спелых насаждениях опасность раковых опухолей зависит от размера и количества. При исследовании дубрав нами было обнаружено, что встречаемость всех видов наростов составляет в среднем 1,0% от всех деревьев дуба в насаждении. Это вполне заметная величина, при которой данная АФС, несомненно, влияет на лесопатологическое состояние насаждений и должна учитываться при проведении их санации.

### **5.5 Наклон, изгиб, искривление**

При сильном ветре или при обильном выпадении снега у дерева с наклоном может не выдержать корневая система, это приводит к снеговалу и ветровалу.

Степень патологичности наклона, в первую очередь, зависит от его угла.

Угол наклона по нашей классификации разделен на:

- а) Наклон меньше  $30^\circ$  (Рисунок 5.12 III) Данная аномалия не снижает жизнеспособность дерева, (СП 1). Чем меньше угол наклона, тем меньше вероятность возникновения снеговала и ветровала;

- б) Наклон больше  $30^\circ$  (Рисунок 5.12 IV). С таким углом наклона у дерева происходит неравномерное распределение нагрузки массы дерева со смещением в одну сторону и повышением натяжения с одной стороны корневой системы. Такое дерево может быть подвержено облому при заражении стволовой гнилью, а



Рисунок 5.12 – I - Два нароста на стволе; II - Многочисленные наросты и плодовые тела ложного дубового трутовика (*Fomes **robustus** Karst*) на стволе; III – Наклон менее 30°; IV - Наклон более 30°

также ветровалу или снеговалу, что приводит к неминуемой гибели дерева в любом возрасте, (СП 3).

Искривление ствола влияет, в основном, на товарность получаемой древесины и является фатальной только в крайних случаях. ***Искривление бывает:***

а) Оригинальное (Рисунок 5.13 I). Редко встречаемая форма ствола у дуба черешчатого. Часто такие формы совмещают в себе несколько видов искривлений и других АФС, угнетенные и низкорослые. До спелого возраста в условиях естественных насаждений такие деревья обычно не доживают, так как не выдерживают конкуренции с нормально развивающимися деревьями, (СП 3).

Оригинальная форма ствола у дуба черешчатого используется в качестве селекционного материала в ландшафтном дизайне, так были получены следующие формы дуба черешчатого: пирамидальная (f. fastigiata), плакучая (f. pendula), шаровидная (f. umbraculifera);

б) S-образное искривление или волнообразное (Рисунок 5.13 II). Ствол дерева имеет несколько или много изгибов. Такая АФС влияет только на товарность древесины, (СП 1). Средний процент встречаемости данной аномальной формы ствола составляет 6,4%. По нашим наблюдениям S-образное искривление встречается концентрированно в некоторых выделах, а не распределено равномерно в насаждении и может достигать до 34,0% встречаемости в одной круговой площадке;

в) Угловое искривление ствола (Рисунок 5.13 III) обычно образуется, когда один ствол при многостволии погибает и обламывается, место облома затягивается каллусом. Оставшийся жизнеспособный ствол продолжает развиваться и расти, в месте облома образуется угол. Если обломившийся ствол был больше 20 см в диаметре, то рана будет затягиваться долго, и возможен риск заражения инфекциями, (СП 2);

**Изгиб ствола.** Причины возникновения данной АФС многообразны, но чаще всего мы встречали её в случаях, связанных с дополнительным освещением или обломом ствола при многостволии:

а) Серповидный (Рисунок 5.13 IV) изгиб начинается на некоторой высоте от комля дерева. Чаще всего образуется при обломе ствола у многоствольных деревьев. Чем выше начинается изгиб, тем меньше степень патологичности (СП 1);

б) Саблевидный изгиб (Рисунок 5.14 I). Равномерный прогиб ствола в одну сторону, начиная от комля, вследствие чего ствол приобретает форму сабли. Начинает формироваться от комля дерева, часто совмещено с наклоном, образуется при одностороннем освещении (СП 2);

Изгиб и искривление характеризуются радиусом изгиба, то есть на сколько диаметров дерева произошло искривление или изгиб относительно пряморастущего дерева. **Радиус изгиба:**

а) Менее 1 диаметра ствола (Рисунок 5.14 II). При таком радиусе изгиба видно только незначительное искривление, которое находится в пределах нормально развитого ствола дерева, не снижает жизнеспособность и конкурентоспособность дерева, (СП 0).

б) От 1 до 2-х диаметров ствола дерева (Рисунок 5.14 III). Искривление ствола имеет четко выраженный радиус прогиба. Данная аномалия влияет, в основном, на товарность древесины, (СП 1);

в) Более 3-х диаметров ствола дерева (Рисунок 5.14 IV). Искривление и изгиб с сильным прогибом ствола в одну сторону испытывает большую нагрузку в месте, где начинается искривление.

Чем ниже оно находится, тем больше нагрузка. Следовательно, под действием ветра, ожеледи, снега возможны обломы ствола, (СП 2). На Рисунке 5.13 IV хорошо видно, что образование серповидного изгиба произошло вследствие отмирания одного ствола при многостволии, так как еще заметен каллусный наплыв, образовавшийся при зарастании раны.



Рисунок 5.13– I - Оригинальная форма ствола; II - S-образное искривление; III – Угловое искривление; IV - Серповидное искривление



Рисунок 5.14 – I - Саблевидный изгиб; II - S-образное искривление с радиусом изгиба менее 1 диаметра ствола; III – Угловое искривление радиусом изгиба от 1- 2 диаметра ствола; IV - Угловое искривление радиусом изгиба более 2;

Так как серповидный изгиб и угловое искривление возможно на любой высоте, то данную категорию мы дифференцировали еще **по высоте начала искривления:**

а) до  $1/3$ , при таком расположении место начала искривления испытывает максимальную нагрузку, СП 3;

б)  $1/3-2/3$ , место начала искривления испытывает среднюю нагрузку от тяжести массы дерева, СП 2;

в) выше  $2/3$ , в кроне, серповидное искривление, находящееся в кроне, сильно не снижает жизнеспособность дерева, но при возможном обломе происходит уменьшение кроны и образуется рана, что снижает конкурентоспособность дерева, СП 1.

Средняя СП искривления, наклона, изгиба в зависимости от угла наклона, радиуса изгиба, приведены в Приложении И. В большинстве случаев искривления, изгиб и наклон являются непатологическими аномалиями ствола, которые не снижают жизнеспособность дерева.

По полученным результатам расчета среднего СП, к фатальной степени патологичности относятся:

- наклон более  $30^\circ$ ;
- угловое и серповидное искривление, имеющие начало искривления в нижней части ствола с максимальным радиусом прогиба более 3 диаметров ствола;
- оригинальное искривление с радиусом изгиба более 3 диаметров ствола.

## **5.6 Поперечная несимметричность ствола**

Данный вид АФС объединяет деревья с несимметричной, эксцентричной формой ствола. При этом природа их образования различна, поэтому для определения жизнеспособности таких деревьев мы разделили их на две группы:

- не влияющие на жизнеспособность или ограниченно влияющие - ребристость, перетяжка;

- потенциально опасные или явно опасные - сухобочина и односторонняя бочковидность, вызванная деятельностью дереворазрушающих грибов.

Следовательно, СП для перетяжки и ребристости в молодом возрасте равно 0, так как не оказывает отрицательное влияние на жизнеспособность дерева. Для сухобочины СП равно 1. Это связано с тем, что образовавшаяся рана в молодом возрасте быстро затягивается каллусом, что снижает риск заражения дерева.

Даже на начальном этапе развития бочковидности под воздействием грибной инфекции заражение уже произошло, следовательно, данная аномальная форма ствола несет в себе опасность, СП 2.

В приспевающих и спелых дубовых насаждениях, для перетяжки и ребристости СП 0. Для овальности, вызванной грибной инфекцией и сухобочиной СП 3.

**Ребристость ствола** (Рисунок 5.15 I) представляет собой продольные углубления в комлевой части ствола, чаще всего идущие от корневых наплывов. Данная аномалия не оказывает отрицательного влияния на жизнеспособность дерева, а, скорее всего, наоборот усиливает защитные механизмы сопротивления неблагоприятным факторам СП 0.

Данная аномалия влияет на выход особенно ценных товарных сортиментов, так как в основном находится в нижней, прикорневой части ствола.

**Глубокая перетяжка** (Рисунок 5.15 II) может сильно влиять на движение сока из-за сужения сосудов в месте перетяжки, следовательно, глубокая перетяжка влияет на обменные процессы, происходящие в дереве, замедляя их по сравнению с деревьями, имеющими нормальное развитие. Так как данная аномальная форма ствола влияет только на обменные процессы и не ведет к разрушению древесины, то СП 1.

**Односторонняя бочковидность** (Рисунок 5.15 III), образовавшаяся на дереве, обычно является завершающей стадией развития дереворазрушающих

грибов. При этом часто видны многочисленные плодовые тела на противоположной стороне овальности со следами разрушения древесины.

Для дерева чаще всего такая АФС в данной стадии фатальна, так как инфекция распространилась по стволу, древесина ствола сильно разрушена, СП 3. На этой стадии ослабленное дерево заселяется насекомыми, поражается вирусными или бактериальными инфекциями, что ускоряет процесс усыхания.

**Сухобочина** (Рисунок 5.15 IVI) - потенциально опасная аномальная форма ствола. От размера образовавшейся раны зависит время затягивания её каллусом. При обширной раневой поверхности заживление происходит долго, до нескольких лет, что приводит к заражению различными инфекциями, СП 2.

На Рисунке 5.15 IV представлено дерево, у которого сухобочина привела к заражению дереворазрушающими грибами. Произошло полное разрушение древесины в месте заражения, образовалось обширное дупло. Деревья с АФС, совмещающие другие патологии, нежизнеспособно, подвержено ветровалам, снеголомам.

Для аномалий, незначительно влияющих на состояние дерева, их различное **расположение по высоте на стволе** не влияет на его жизнеспособность, СП 0, в отличие от потенциально опасных аномалий несимметричности ствола:

а) до 1/3 высоты ствола (Рисунок 5.16 I). При разрушении в нижней части ствола древесины в результате развития АФС, жизнеспособность и конкурентоспособность дерева сильно снижается. Деревья с данной аномалией часто подвержены облому ствола, следовательно СП 3;

б) 1/3-2/3 высоты ствола (Рисунок 5.16 II). При разрушении части древесины в средней части ствола дерева и при дальнейшем его возможном обломе дерево не погибает и может восстанавливаться за счет скелетных ветвей, но инфекция остается в дереве и постепенно распространяется по стволу, СП 2 ;

в) выше 2/3 высоты ствола, изменения в кроне дерева приводят к снижению фотосинтеза и уменьшению прироста, СП 1.

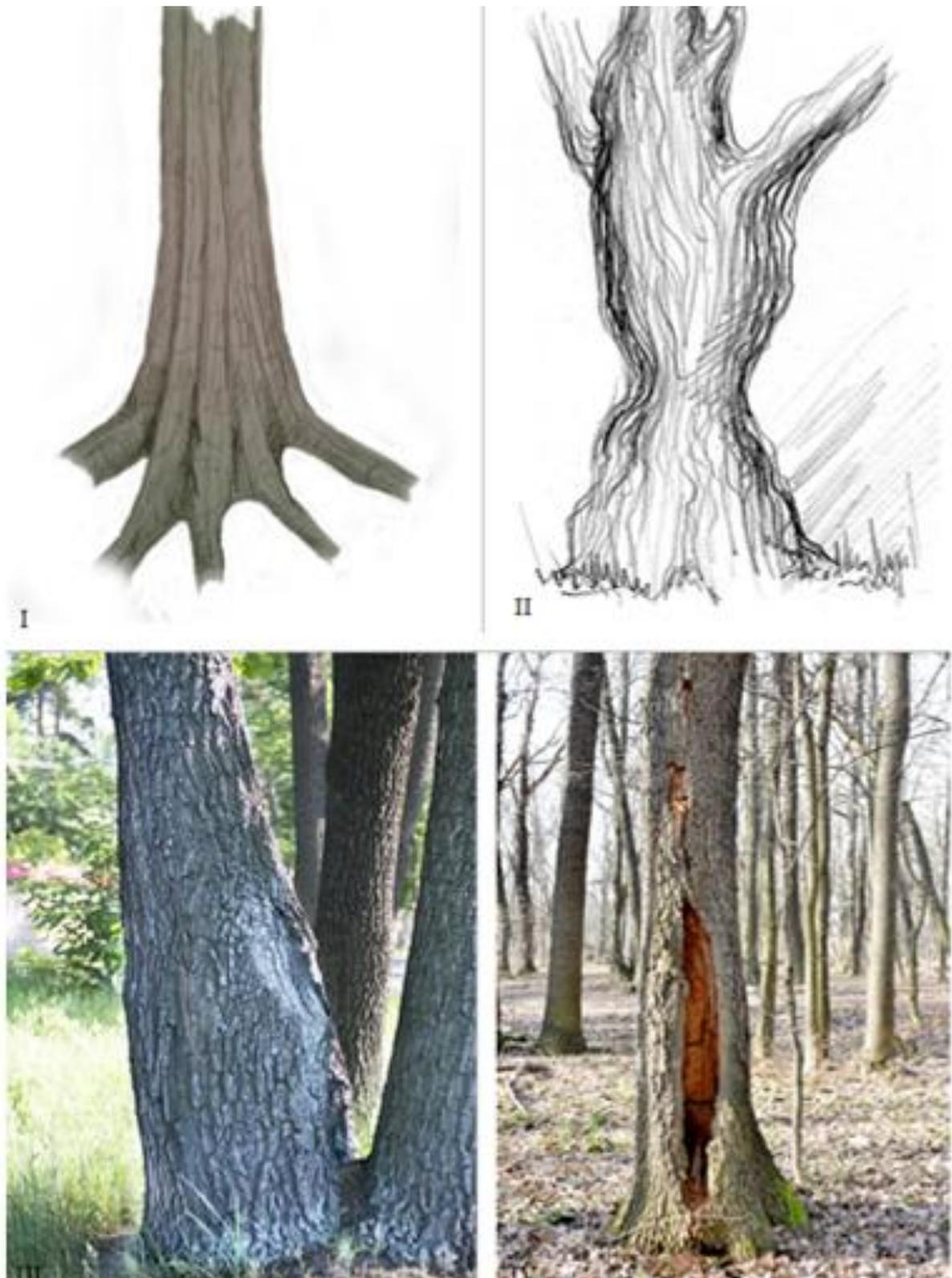


Рисунок 5.15 – I - Дуб черешчатый с ребристостью; II - Перетяжкой ствола; III - Односторонняя бочковидность, вызванная дереворазрушающими грибами; IV - Сухобочина в нижней части ствола у дуба черешчатого

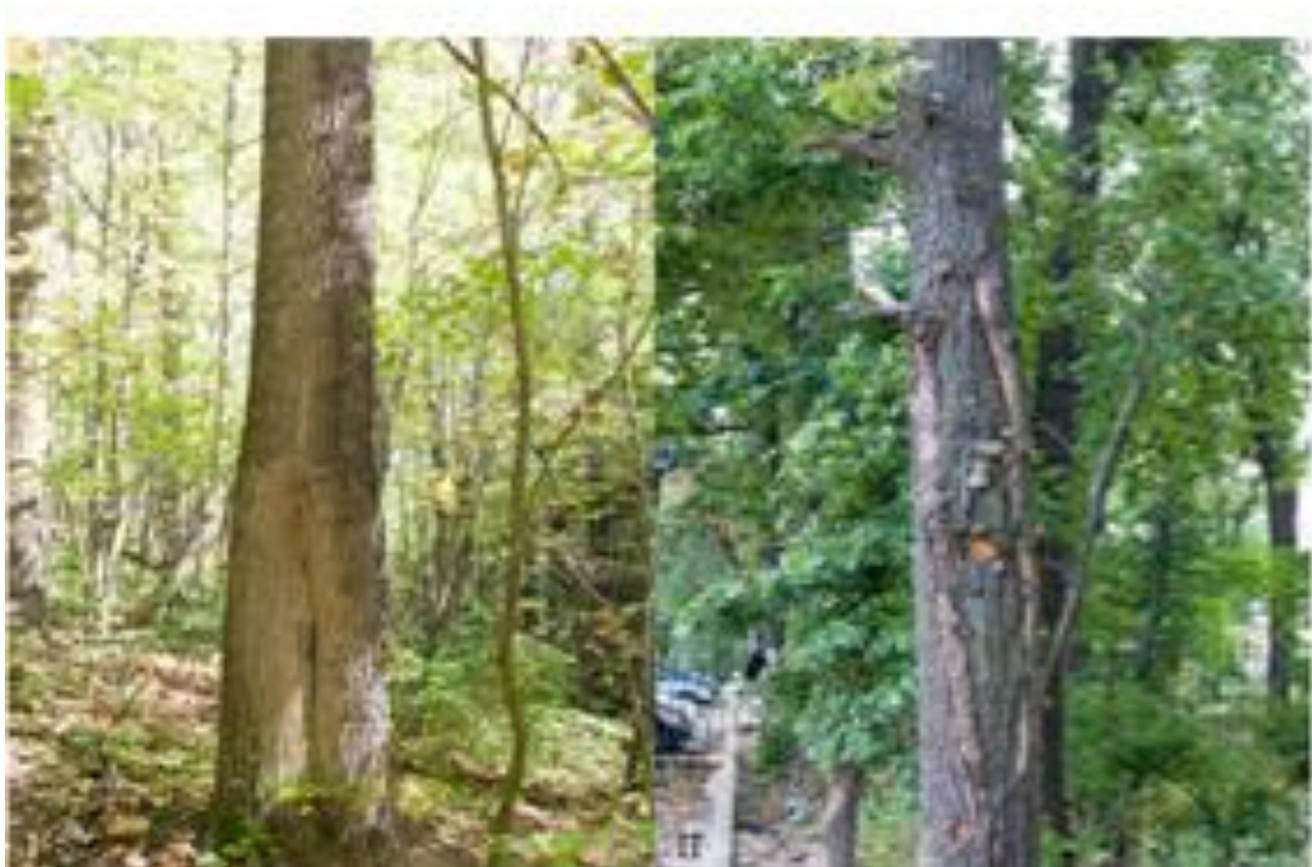


Рисунок 5.16 – I - Незаросший ошмыг в нижней части ствола; II - Односторонняя бочковидность в средней части ствола

Для точного определения степени патологичности перетяжки и ребристости мы в главе 4 предложили формулу для расчёта степени влияния углубления аномалии на ствол дерева в зависимости от нормального диаметра ствола. Данный признак мы предлагаем разделить на две группы по степени влияния:

- на слабую, где  $S_p$  (степень влияния ребристости) и  $S_r$  (степень влияния перетяжки) до  $0,1 \text{ СП}$  (степень патологичности)  $0$ ;

- сильную, где  $S_r$  и  $S_p$  более  $0,1 \text{ СП}$   $1$ , так как сами ПФС не сильно влияют на жизнеспособность дерева.

При расчете степени влияния ошмыга и односторонней бочковидности, нами также в главе 4 представлена формула расчета. Эту категорию по степени влияния мы разделили тоже на две группы:

- слабая, где  $S_b$  (степень влияния бочковидности),  $S_c$  (степень влияния сухобочины) от 0,5 до 1 при этом СП 2, так как в поперечном разрезе дерево будет приближено к нормальному, следовательно, ПФС небольшого размера;

- сильная, где  $S_b$   $S_c$  от 0 до 0,5 при таких значениях разница между радиусом дерева с АФС и нормой будет более чем в два раза, СП 3.

Исходя из степени выраженности такой аномалии как несимметричность ствола, мы рассчитали его среднюю патологичность (Приложение К). По полученным результатам расчета среднего СП, к фатальной степени относят в молодом возрасте:

- одностороннюю бочковидность, вызванную дереворазрушающими грибами в нижней части ствола, и в средней части со степенью  $S_o$  меньше 0,5;

В приспевающих и спелых насаждениях к фатальной АФС относят:

- любую одностороннюю овальность, кроме расположенной в кроне с  $S_o$  больше 0,5;

- любую сухобочину в нижней части ствола, а также в средней со  $S_c$  менее 0,5;

В насаждении деревья с односторонней бочковидностью, вызванной дереворазрушающими грибами, и сухобочина считаются одними из самых опасных. В первом случае данная патология не только снижает жизнеспособность дерева, но является потенциально опасной для стоящих рядом здоровых деревьев дуба, так, как мы уже отмечали выше, многие грибные инфекции передаются через насекомых. Во втором случае сухобочина является открытыми воротами для проникновения инфекции, и чем более выражена степень патологичности, тем выше риск заражения.

## ГЛАВА 6 ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПФС ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО

### 6.1 Лесохозяйственное значение ПФС

При рассмотрении лесохозяйственного значения патологических форм ствола надо учитывать таксационные параметры древостоев, так как от этого зависит степень интенсивности их использования и целевое назначение.

В защитных лесах главной функцией леса является биосферная. В таких лесах выход товарной древесины вторичен, а учитывается в первую очередь биологическая устойчивость дерева. В таких лесах следует уделять первоочередное внимание деревьям с фатальной степенью ПФС, так как такое дерево при возникновении сопутствующих заболеваний легко переходит в стадию сухостоя и уже не способно выполнять биосферные функции.

Также развитие деревьев с данной аномалией несет угрозу для произрастающих рядом здоровых деревьев. При обломе толстых скелетных ветвей или стволов при других ПФС происходит повреждение рядом стоящих деревьев с развитием у них в дальнейшем различных патологий.

Опасное развитие патологической формы ствола для дерева происходит, в основном, в спелом и перестойном возрасте при достижении максимального диаметра. Следовательно, их следует убирать такие деревья до приспевающего возраста.

Рассмотрим ПФС, на которые нужно обращать первостепенное внимание в лесозащитных лесах:

I. Многостволие. В лесах с главной биосферной функцией мы рекомендуем при проведении санитарных рубок ухода вырубать деревья с фатальной степенью патологичности, к которым относят:

В приспевающем возрасте многостволие, имеющее:

- 3 ствола в нижней части и расходящиеся под углами более  $60^\circ$ ;
- 4 ствола до  $1/3$  с углом расхождения более  $60^\circ$  и менее  $30^\circ$ ;

- 4 ствола до 1/3-2/3 с углом расхождения более 60°;

В спелом возрасте многостволие:

- 3 ствола в нижней части, имеющие угол расхождения более 60° и менее 30°;

- 3 ствола в средней части с углом более 60°;

- 4 стволов, расположенных ниже 1/3 при любом угле расхождения;

- 4 стволов в средней части ствола при угле меньше 30° и более 60°;

- 4 стволов в верхней части при угле более 60°.

При таких разновидностях многостволия возникает повышенный риск развития трещин, через которые происходит заражение различными инфекциями (Рисунок 6.1.1 I), приводящими к усыханию одного из стволов, образованию пасынков или облому (Рисунок 6.1.1 II). Это приводит к снижению жизнеспособности и конкурентоспособности дерева.



Рисунок 6.1— Последствия, вызванные многостволием: I – Отхождение коры вследствие заражения грибной инфекцией, через трещину в коре; II – Облом сразу двух стволов

На маршрутах по изучению многостволья было выявлено, что у 48,8% многоствольей уже есть трещина, а у 30,2% деревьев уже есть признаки заражения грибной инфекцией на разных стадиях развития (мицелий на стволе, плодовые тела, бочковидность).

Для наглядности как разнообразие видов многостволья влияет на развитие дерева, нами была разработана схема перспективности развития ПФС. В ней в зависимости от различных категорий патологических форм ствола можно проследить возможные варианты её развития (Рисунок 6.2).

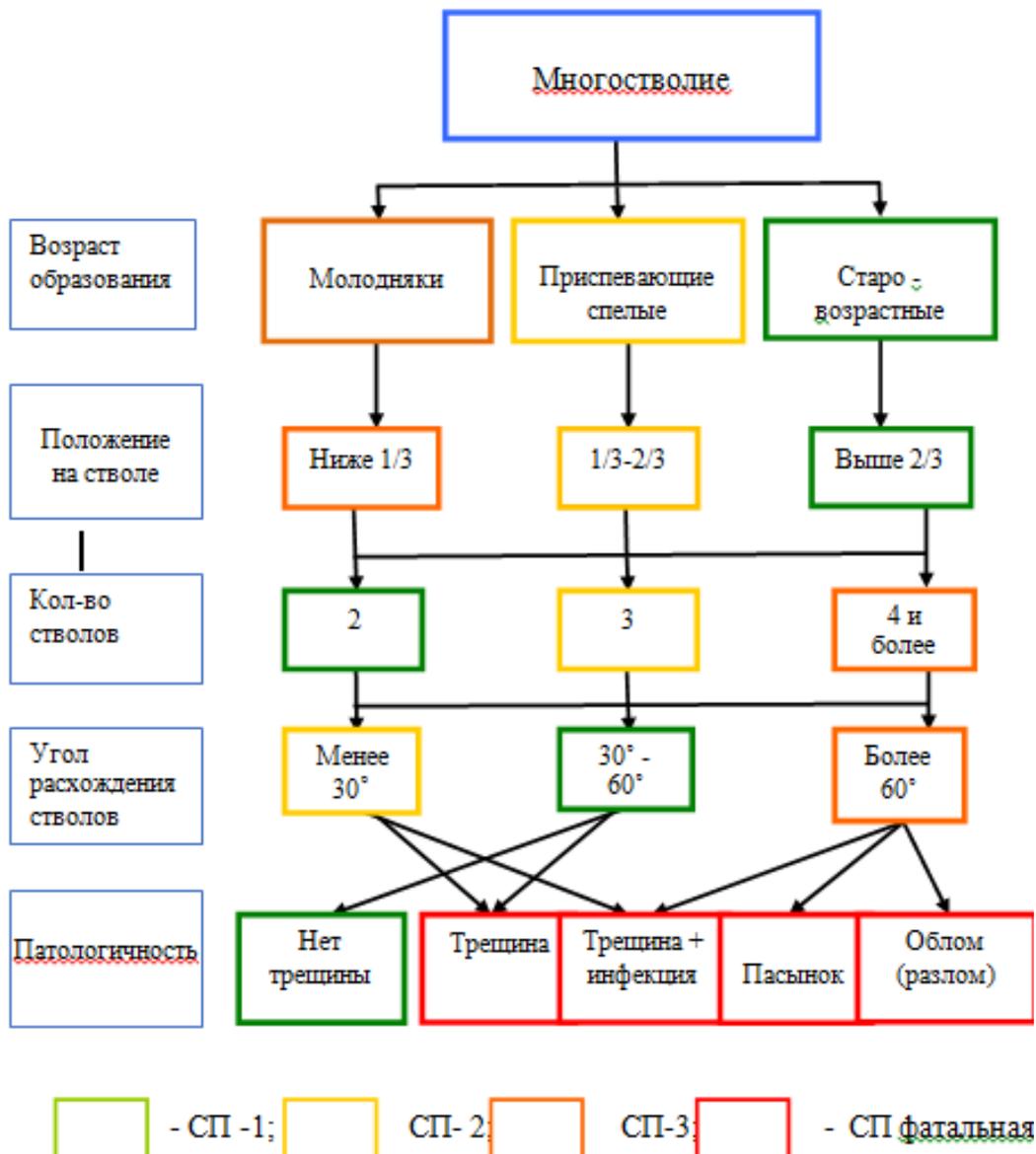


Рисунок 6.2 - Схема перспективы развития многостволья на дубе черешчатом.

II. Толстые скелетные ветви. В лесозащитных лесах следует убирать деревья с фатальной степенью патологичности в молодом возрасте:

- расположенные до 1/3 с диаметром ствола более 2/3 с углом отхождения более 60°.

В приспевающем возрасте ТСВ становятся более опасными и к фатальной степени патологичности относят:

- растущие в нижней 1/3 ствола с соотношением диаметра ветви 1/3-2/3, отходящая больше 60°;
- растущие в нижней 1/3 ствола с соотношением ветви более 2/3 с углом отхождения больше 45°;
- ТСВ, растущие в середине ствола с соотношением диаметра ветви более 2/3 с углом отхождения более 60°.

В спелом возрасте:

- в нижней части ствола при соотношении диаметра ствола и ветви менее 1/3 под углом отхождения более 60°;
- также в нижней части ствола при соотношении диаметров больше 1/3 при угле отхождения более 45°;
- в средней части ствола при соотношении диаметров от 1/3 до 2/3, отходящие под углом более 60°;
- в средней части ствола при соотношении диаметров более 2/3, отходящие под углом более 45°;
- в кроне выше 1/3 при соотношении диаметров более 2/3, отходящие под углом больше 60°.

При таких видах толстых скелетных ветвей самый большой риск возникновения трещины, приводящей к инфицированию дерева различными инфекциями, приводящие к облому ТСВ.

Облом ветви может происходить полностью, заподлицо в месте крепления к стволу и частично (обламывается только часть ветви). При полном обломе ветви у дерева образуется большая незаживающая рана, приводящая к еще большему

ослаблению дерева. На степень произведенного ущерба при таком обломе влияет время года и размер диаметра ветви.

Если облом произошёл зимой, рана успевает подсохнуть ко времени активизации спор большинства дереворазрушающих грибов. Особенно опасен облом вначале сокодвижения, весной, когда кора легко отходит от древесины. В этом случае облом частично сопровождается большим обдиrom коры. Нами при проведении натуральных исследований были обнаружены деревья (Рисунок 6.3), у которых падающая ветка потянула за собой кору, что привело к образованию большой раны.



Рисунок 6.3 – I - Облом ТСВ, приведший к обдиру при падении; II - Признаки дереворазрушающей грибной инфекции на месте обдира

При частичном обломе затягивание каллусом затруднено, следовательно, всегда будут присутствовать ворота для проникновения инфекции.

На Рисунке 6.4 хорошо заметно, что на раневой поверхности видно начальную стадию разрастания и заражения дерева дереворазрушающим грибом. На данном этапе развития гриба идентифицировать вид визуально затруднительно, так как еще не сформированы плодовые тела.

Схема перспективности развития аномалии (Рисунок 6.4), отражает варианты возможного развития сопутствующих заболеваний.

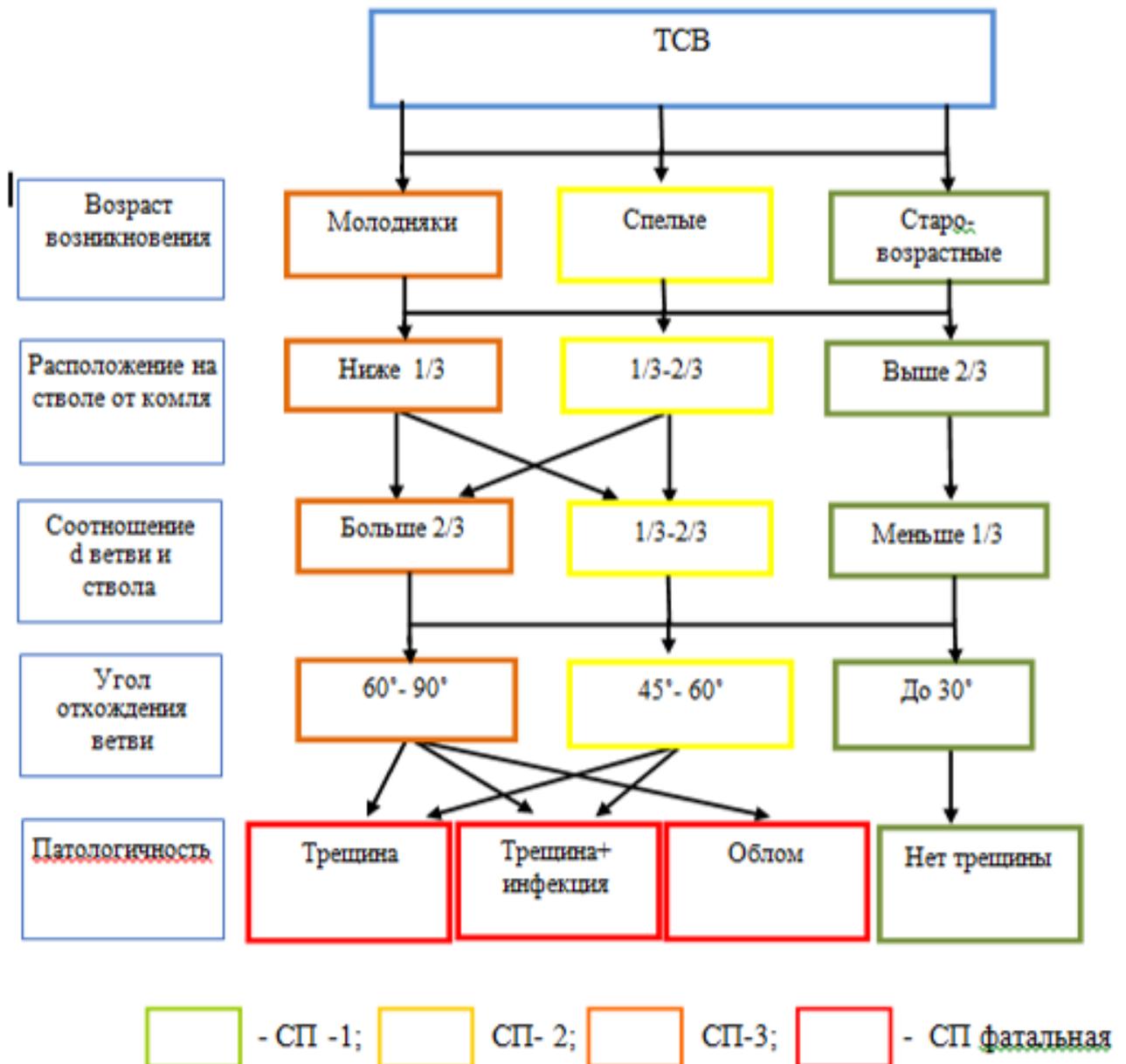


Рисунок 6.4 - Схема перспективности развития толстых скелетных ветвей

Деревья дуба черешчатого с фатальной степенью патологичности в лесозащитных лесах следует убирать в спелых и перестойных насаждениях, когда угроза облома самая большая. В молодняках и приспевающих уборка таких деревьев нецелесообразна, так как деревья второго ряда, оказавшись у опушки, под дополнительным освещением начнут образовывать ТСВ.

III. Срастание стволов - редко встречаемая АФС в дубравах Воронежской области. Это можно объяснить сложностью начала процесса срастания стволов в месте соприкосновения.

Срастание по своим характеристикам не несет отрицательного влияния, но при сочетании определенных категорий патологичности таких, как расположение в средней части ствола, параллельное расположение стволов, каллусное (т.е. поверхностное) и непротяженное (менее 3 диаметров), точечное и перемышкой, могут способствовать образованию незаживающих ран.

Данные аномалии чаще встречаются в загущенных насаждениях или при произрастании деревьев дуба черешчатого в порослевом кусте. Эти условия способствуют уменьшению расстояния между деревьями и делают возможным плотное прилегание друг к другу двух частей разных растений, что является первым условием срастания.

Данные аномалии могут привести к постоянным разрывам места срастания, что приводит к образованию долго незаживающих, постоянно открывающихся ран, что в свою очередь ведет к заражению и гибели одного или всех стволов.

На Рисунке 5.6 II хорошо заметно, что при каллусном срастании перемышкой, расположенной в средней части ствола, произошло отмирание самой ветви. Процесс срастания был остановлен, но усохшая перемышка продолжает травмировать место прилегания, что увеличивает риск заражения одного дерева через усохшую ветвь, а второе дерево - через незаживающую рану.

Схема перспективности развития срастания стволов (Рисунок 6.5) показывает варианты возможного развития аномалии и приобретение сопутствующих заболеваний.

К фатальной степени патологичности относятся срастания в молодняках:

- расположено в нижней части точечное параллельное каллусное и заболонное непротяжённое срастание и крестообразное каллусное непротяженное;

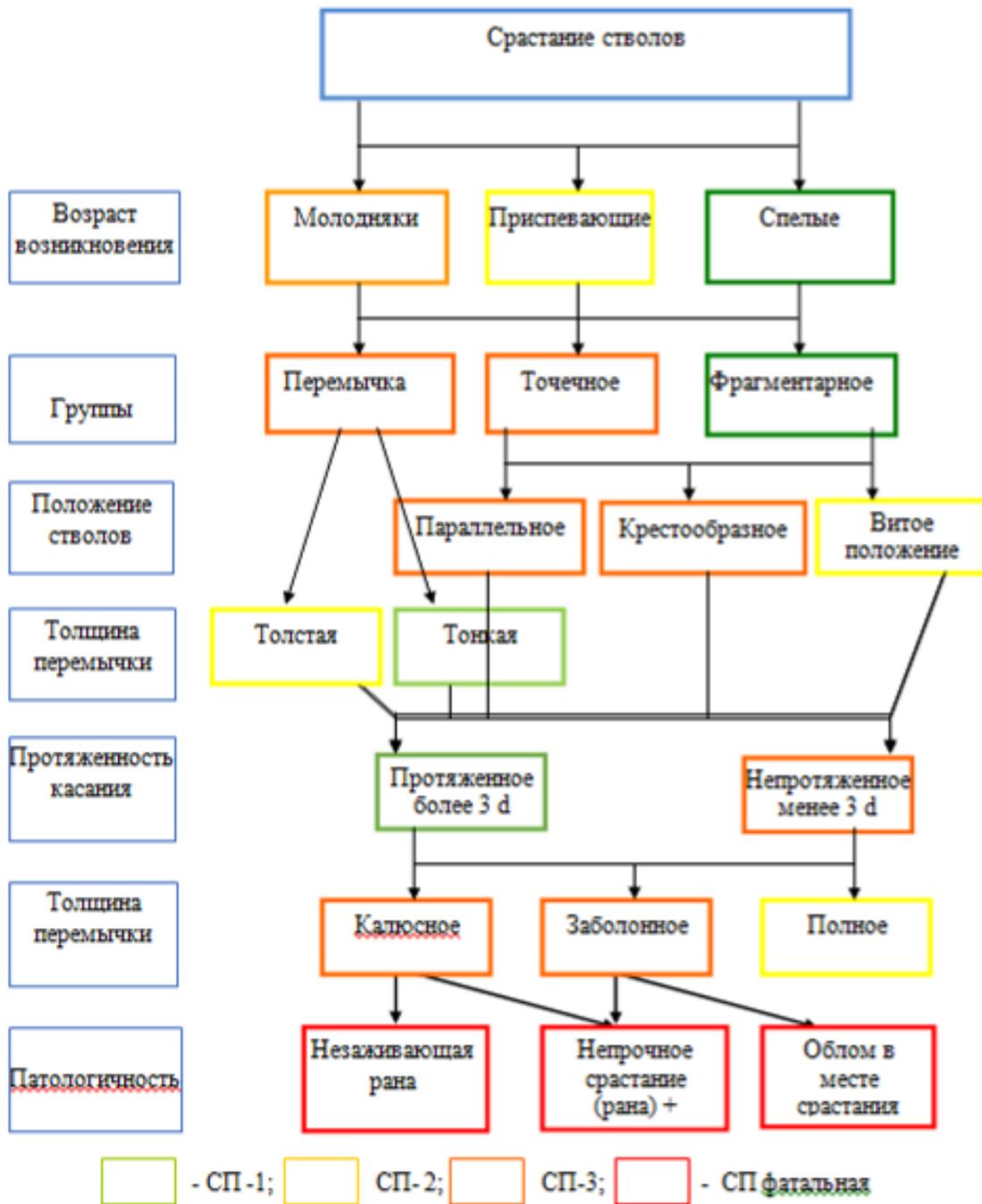


Рисунок 6.5 - Схема перспективы развития срастания стволов

- в средней части точечное параллельное любое каллусное, параллельное заболонное и полное непротяженное, крестообразное каллусное, заболонное непротяженное;

- в средней части фрагментарное параллельное каллусное непротяженное;
- в средней части срастание перемычкой каллусное непротяженное в середине ствола;
- в кроне точечное параллельное непротяженное каллусное.

В спелых насаждениях к фатальным относят:

- в нижней части ствола точечное параллельное каллусное, параллельное заболонное и полное непротяженное срастание; точечное крестообразное каллусное и заболонное непрочное срастание и витое каллусное непрочное;
- в нижней части ствола фрагментарное параллельное каллусное непротяженное;
- в нижней части ствола срастание каллусное непротяженное перемычкой;
- в средней части ствола точечное параллельное любое каллусное, заболонное и полное непротяженное срастание, точечное крестообразное любое каллусное и заболонное и полное непротяженное срастание, точечное витое каллусное и заболонное непротяженное срастание;
- в средней части ствола фрагментарное любое параллельное, каллусное срастание и непротяженное заболонное, фрагментарное крестообразное каллусное непротяженное;
- в средней части срастание непротяженное каллусное и заболонное перемычкой;
- в кроне точечное параллельное каллусное и заболонное непротяженное, точечное крестообразное каллусное непротяженное.

Данные аномалии необходимо убирать из всех насаждений, так как при таких видах срастания два дерева нормально развиваться не будут. Убирают более слабое и угнетённое дерево, при условии отсутствия на втором видимых признаков заражения.

IV. Раковые опухоли являются инфекционной болезнью, возбудителем которого являются бактерии или вирусы, следовательно, заболевания могут распространяться на другие здоровые деревья с помощью насекомых или ветра,

что еще больше усиливает степень угрозы от их присутствия в насаждении. В насаждениях рекомендуется вырубать:

В молодняках:

- сувели и капы в нижней части ствола многочисленные более 1 диаметра;
- раковые опухоли, находящиеся в нижней части ствола, больше 2 при размере от 1/2 диаметра до 1 диаметра ствола, при размере более 1 диаметра, единичные;
- раковые опухоли, находящиеся в средней части ствола, больше 3 при раке от 1/2 диаметра до 1 диаметра ствола, более 2 шт. при раковой опухоли, более 1 диаметра.

В спелых насаждения к фатальным относят раковые опухоли в нижней части ствола от 1/2 диаметра до 1 в количестве более 3 шт., и при более 1 диаметра более 2 шт., и в средней части ствола при диаметре опухоли более 1 диаметра в количестве больше 3.

Капы и сувели в отличие от раковых опухолей в дубовых лесах встречаются намного реже, и природа их образования до сих пор точно не установлена. Капы и сувели являются новообразованиями древесины, которые с возрастом разрастаются.

Данные аномалии не несут в себе угроз облома, ран и заражения инфекциями. Их максимальное воздействие на дерево заключается в оттоке питательных веществ в новообразования (Рисунок 6.6).

В исследуемых нами насаждениях дуба черешчатого общий средний процент встречаемости всех возможных наростов составляет 1,0%.

Это связано с тем, что в настоящее время раковые опухоли входят в список деревьев, убираемых при выборочных санитарных рубках, следовательно, данная аномалия не успевает накапливаться и распространиться в насаждении.

V. Искривление. В отличие от других аномальных форм ствола искривление имеет более выраженную видимую аномалию развития, влияющую, в основном, на выход товарной древесины, чем на снижение жизнеспособности дерева в целом.

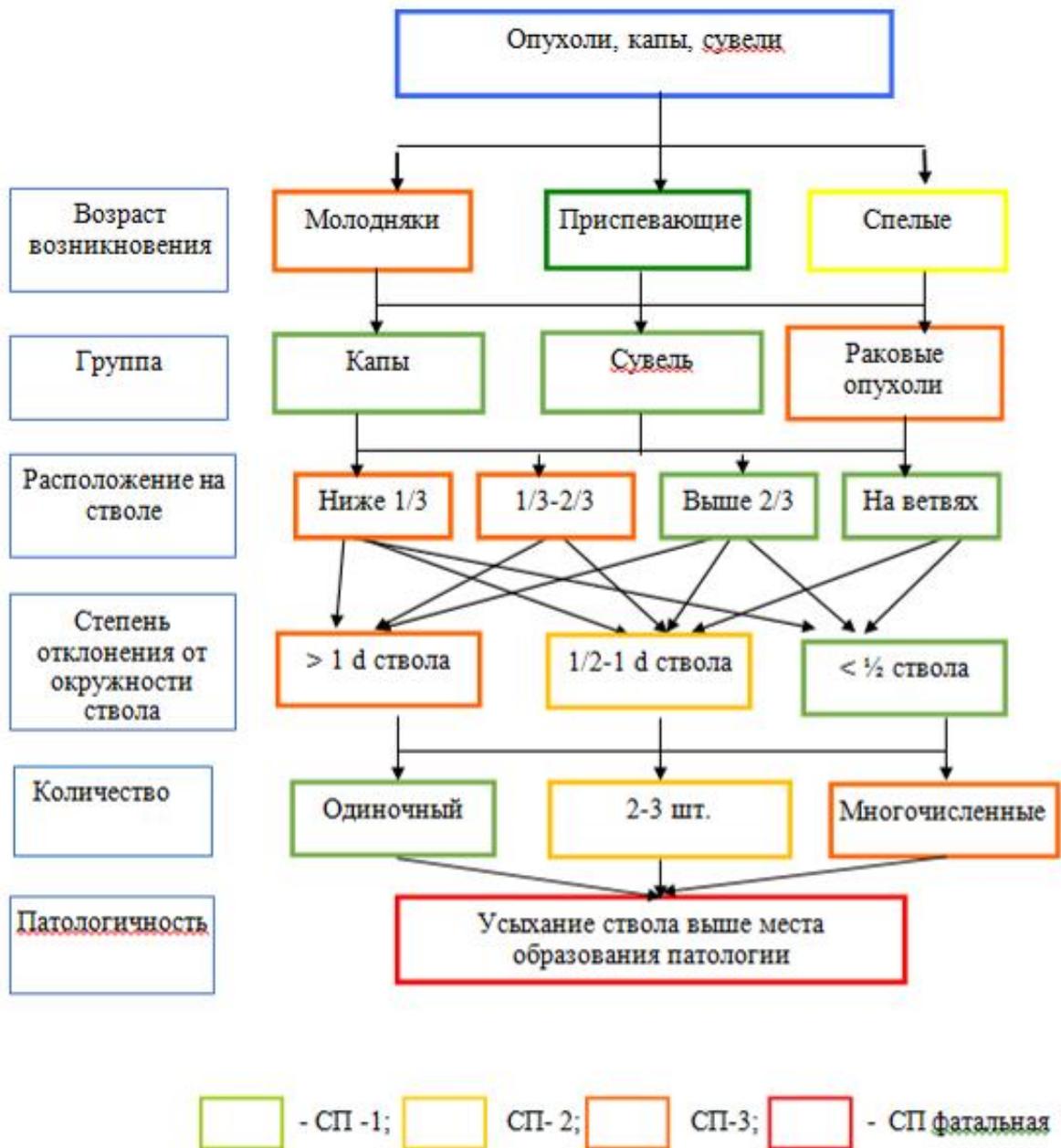


Рисунок 6.6 - Схема перспективы развития аномалии - опухоли, капы, сувели

Наклон ствола более  $30^\circ$  опасен вывалом ствола при слабой корневой системе дерева (поражение гнилыми, переувлажнение, поверхностная корневая система) (Рисунок 6.7 I) и обломе при поражении дерева стволовыми гнилями (Рисунок 6.7 II).

Облом и вывал сам по себе фатален для дерева, но помимо этого в процессе падения повреждаются рядом стоящие здоровые деревья, снижается их

жизнеспособность и товарность, следовательно, деревья с данной патологией необходимо убирать из насаждения при выборочной санитарной рубке.



Рисунок 6.7. I – Начало вывала дерева; II - Облом ствола при наклоне

В лесозащитных лесах в спелом возрасте следует выбирать деревья с оригинальным искривлением при радиусе изгиба более 3 диаметров, так как данные деревья имеют комплекс патологий и чаще всего оказываются нежизнеспособными.

По полученным результатам расчета среднего СП, к фатальной степени патологичности относятся:

- наклон более  $30^{\circ}$ ;
- угловое искривление и серповидный изгиб, имеющие начало искривления в нижней части ствола с максимальным радиусом прогиба более 3 диаметров ствола;
- оригинальное искривление с радиусом изгиба более 3 диаметров ствола.

Схема перспектив развития патологического наклона искривления (Рисунок 6.8), показывает варианты возможного развития сопутствующих заболеваний.

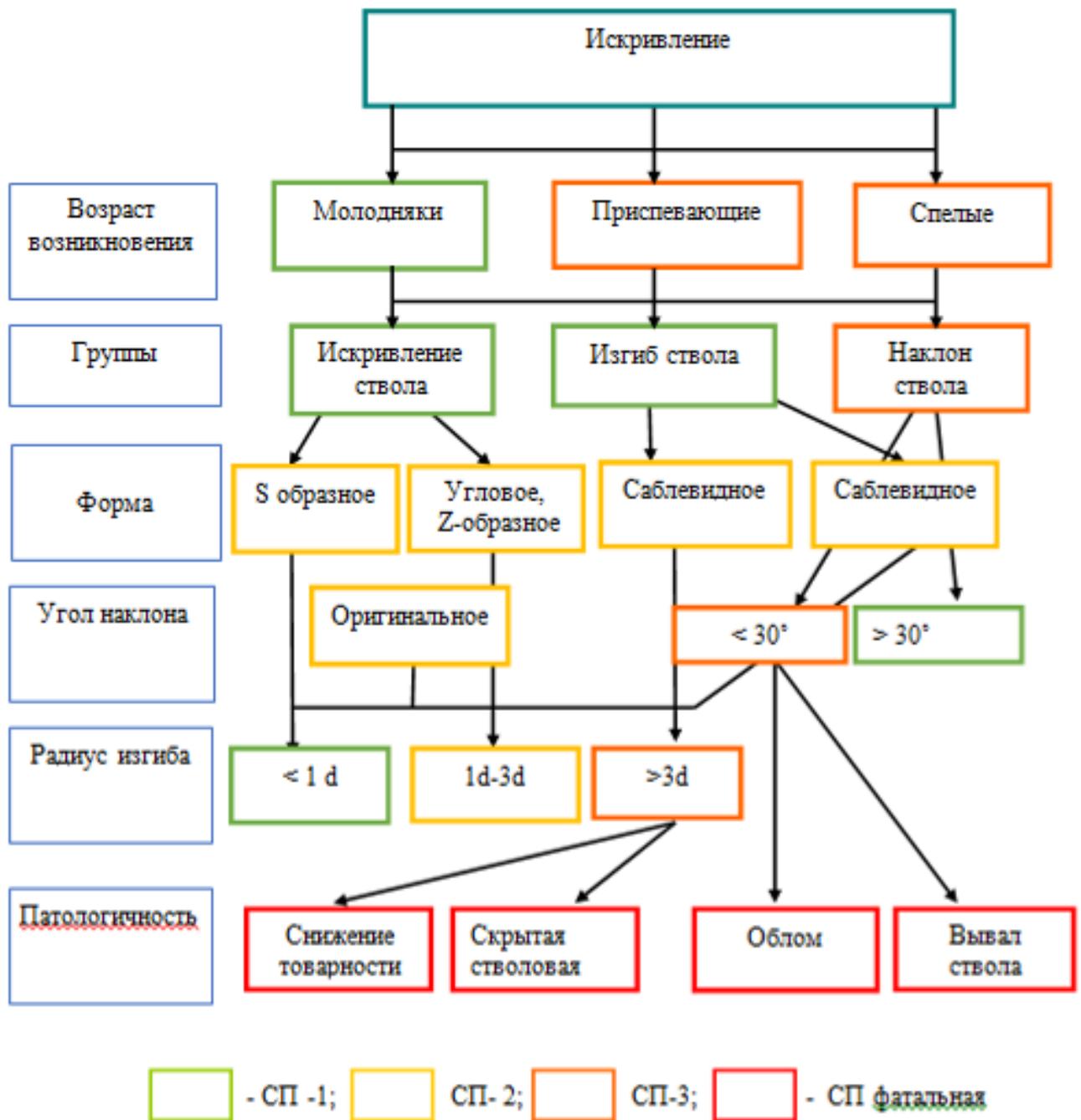


Рисунок 6.8 - Схема перспективы развития патологии искривления, изгиба, наклона

VI. Поперечная несимметричность ствола у дуба черешчатого включает перетяжку, ребристость, одностороннюю бочковидность, вызванную дереворазрушающими грибами.

Такие АФС как ребристость и перетяжка негативно влияют, в основном, на выход деловой древесины, стволы, полученные из таких деревьев, относят в древесиноведении к пороком древесины, следовательно, эти аномалии следует убирать в эксплуатационных лесах в приспевающем возрасте со Сп и Ср (степень влияния перетяжки и ребристости) более 0,1.

Сухобочина сильно снижает жизнеспособность дерева, так как у дерева образуется большая раневая поверхность.

При Сс (Степень влияния сухобочины) меньше 0,5 рана превышает 1/2 от общего диаметра дерева, такая рана в приспевающем и спелом возрасте не зарастает полностью, что способствует проникновению различных инфекций.

Если сухобочина образуется в нижней части ствола, то после заражения грибной инфекцией начинается разрушение древесины ствола, что в дальнейшем приводит к его облому.

В отличие от сухобочины при односторонней бочковидности заражение уже произошло, следовательно, дерево изначально ослаблено и разрушение древесины уже началось.

Данная аномалия часто проявляется многочисленными плодовыми телами и видимыми участками разрушенной древесины. Это подтверждают наши исследования. Так, на Рисунке 6.9 поперечного среза ствола у дуба черешчатого, у которого обнаружена односторонняя бочковидность, хорошо видно, как сильно ложный дубовый трутовик (*Fomes robustus* Karst) поразил дерево. Мицелий гриба разросся почти по всему периметру ствола, оставив незатронутым только небольшую часть заболони.

В любых насаждениях следует убирать АФС, относящиеся к фатальной СП в молодом возрасте:

- одностороннюю овальность, вызванную дереворазрушающими грибами в нижней части ствола и в средней части со степенью Сб (степень влияния бочковидности) меньше 0,5;

В приспевающих и спелых насаждениях к фатальной ПФС относят:



Рисунок 6.9 - Поперечный срез ствола дуба при бочковидности, вызванной ложным дубовым трутовиком (*Fomes robustus* Karst)

- любую одностороннюю овальность, кроме расположенной в кроне с Сб больше 0,5;

- любую сухобочину в нижней части ствола, а также в средней со Сс (степень влияния сухобочины) менее 0,5;

Схема перспективности аномалии (Рисунок 6.10) показывает варианты возможного развития поперечной несимметричности сопутствующих заболеваний на дубе черешчатом.

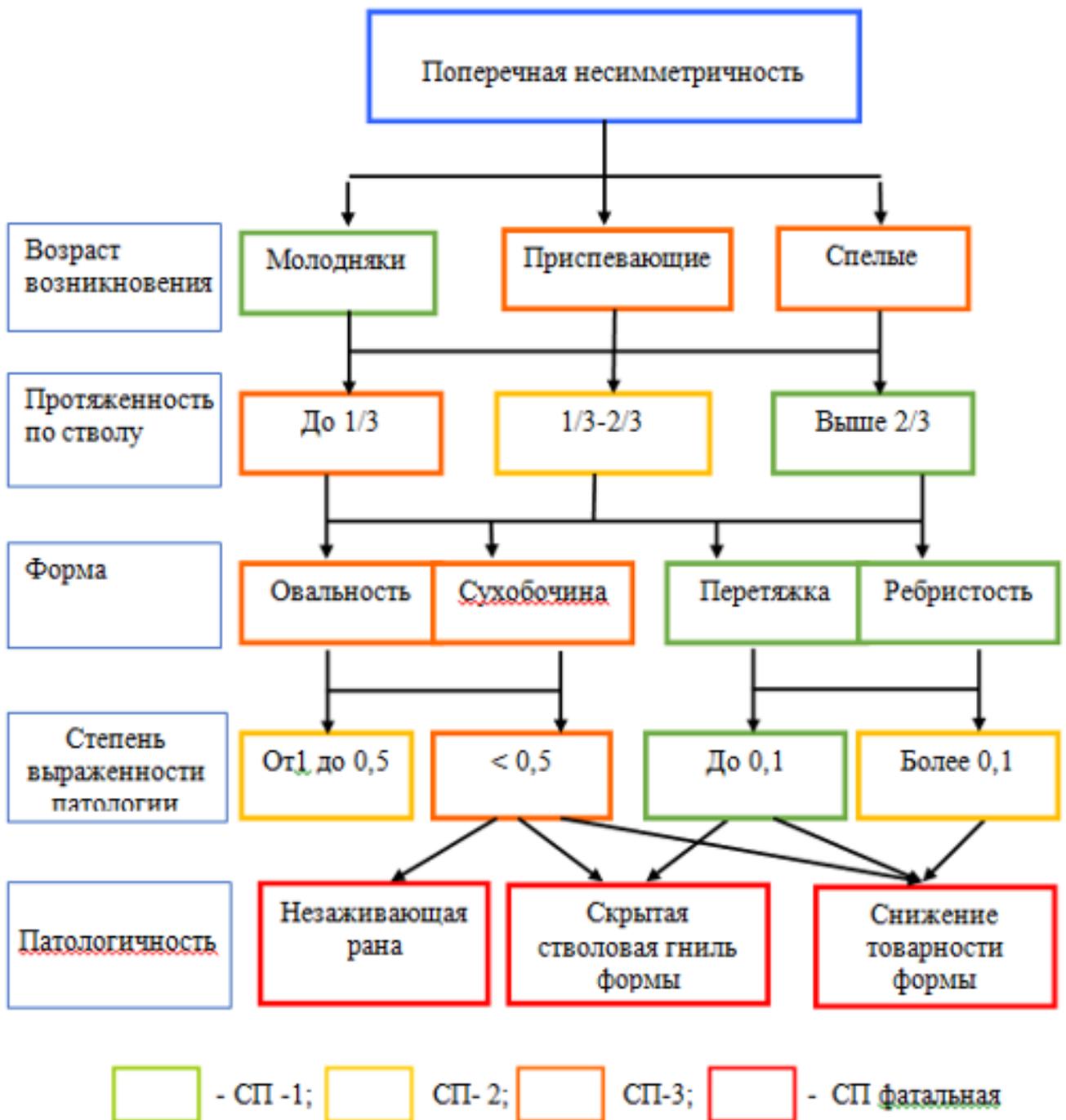


Рисунок 6.10 - Схема перспективы развития патологии поперечной несимметричности

При неправильности определения критериев состояния, жизнеспособности дерева и проведении ВСР часто вместо положительного результата наблюдается негативный, а также сохраняется инфекционный очаг в насаждении.

Все это влияет на эффективность и целесообразность проведения данного лесохозяйственного мероприятия, то есть правильность выбора конкретного дерева в свою очередь зависит выбранной им классификации оценки дерева.

Основная проблема большинства классификаций, диагностируемых состояние древесных растений, это неудобство их применения на практике (низкая скорость определения состояния, нарушение целостности объекта), поэтому широко используются классификации по отбору деревьев в рубку именно по внешним патологическим признакам.

Многие классификации на сегодняшний день не имеют достаточного обоснования, используют субъективные внешние признаки, такие, как цвет листвы, ажурность кроны, которые, в свою очередь, могут зависеть от многих факторов (климатических, антропогенных, энтомовспышек), и не является постоянными во времени.

Оценка прироста текущего года при диагностики дерева, может неоднозначно говорить о его категории состояния, так как снижение прироста может быть связано с множеством факторов (насекомые, природно-климатические), также для взятия керна и проведения анализа требуется нарушение целостности дерева. Через раневую поверхность возможно водно-воздушное заражение или перенос возбудителя через грязный инструмент, от заражённого дерева к здоровому.

Следовательно, перед учеными стоит задача усовершенствовать визуальные и приборные методы оценки состояния. На основе проведенных нами исследований мы предлагаем увеличить перечень диагностируемых внешних признаков, включающих аномальные формы ствола, которые, на наш взгляд, сильно снижают жизнеспособность дуба черешчатого (деревья с фатальной СП). Данные признаки легко определяются визуально в любое время года и не зависят от природно-климатических факторов.

При разработке биологически обоснованной классификации, благодаря которой будет производиться отбор деревьев в рубку, следует учитывать следующие рекомендации:

- классификация разработана для дуба черешчатого, так как у него чаще, чем у других пород, встречаются аномальные формы ствола;
- простой в применении, мог воспользоваться любой рабочий;
- не требовать много времени на отдельные циклы работ.

Предложенная нами детальная «Шкала Категорий состояния дуба черешчатого» (Таблица 6.1) разрабатывалась на основе рассчитанной степени патологичности включает в себя все многообразие аномальных форм ствола дуба черешчатого.

Таблица 6.1 - Шкала категорий состояния дуба черешчатого с учетом АФС

Степень патологичности и перспективы его развития		
Умеренная СП=0,5-1,4	Угрожающая СП=1,5-2,4	Фатальная СП=2,4-3,0
1	2	3
<b>Многостволие</b>		
Только в молодом возрасте: - с 2 стволами. расходящиеся на высоте 1/3-2/3 с углом отхождения от 30° - 60° - 2 ст. выше 2/3 с углом расхождения до 60° - 3 ствола выше 2/3 с углом расхождения 30°-60°	-2 ствола, до 1/3 h, с углом расхождения до 60° -2 ствола, выше 1/3 по h с любым углом отхождения -3 ст. до 1/3 h, с углом отхождения 30° - 60° -3 ствола 1/3-2/3 по h, с углом отхождения < 60° -3 ст. выше 2/3 по h с любым углом отхождения - 4 ст. 1/3-2/3 по h, с углом отхождения 30°-60°, -4ст выше 2/3 с углом отхождения <60°	-2 ствола, расположенные до 1/3 с углом > 60° -3 до 1/3 h, с углом отхождения <30°, и > 60° -3 ствола 1/3-2/3 по h, с углом отхождения > 60° -4 до 1/3 по h, с любым углом отхождения -4 ст. 1/3-2/3 h, с углом отхождения < 30°, и >60° -4 ст. выше 2/3 по h с углом отхождения > 60°
<b>Поперечная несимметричность ствола</b>		
Только в молодняках: - любая ребристость и перетяжка	- односторонняя бочковидность выше 2/3 по h с Co 1-0,5 - сухобочина: 1/3-2/3 по h с Cc от 0,5-1,0;любого размера выше 2/3	- односторонняя бочковидность до 2/3 по h любого размера, и выше 2/3 с Co <0,5 - сухобочина: до1/3 любого размера 1/3-2/3 по h с Cc меньше 0,5
<b>Искривление, наклон, изгиб</b>		
-прямой наклон менее 30° - саблевидный изгиб с радиусом прогиба до 3	Выше 2/3 по h с радиусом прогиба более 3 диаметров - S-образное искривление с	-серповидный изгиб и угловое искривление до 1/3 по h с радиусом прогиба

1	2	3
<p>диаметров -серповидный изгиб и угловое искривление: до 1/3 по h с радиусом прогиба до 1 диаметра ствола; 1/3-2/3 по h с радиусом прогиба до 1 диаметра ствола; выше 2/3 по h с радиусом прогиба до 3 диаметров ствола; - S-образное искривление с радиусом прогиба до 3 диаметров</p>	<p>радиусом прогиба более 3 диаметров - оригинальное искривление с радиусом прогиба до 3 диаметров</p>	<p>более 3 диаметров ствола - оригинальное искривление с радиусом прогиба более 3 диаметров</p>
<b>Толстые скелетные ветви</b>		
<p>Только в молодняках: - до 1/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола менее 1/3, с углом отхождения &lt;45° - 1/3-2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола менее 1/3, с углом отхождения &lt;45° - выше 2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола до 1/3 с углом отхождения &lt;60° - выше 2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола 1/3-2/3, с углом отхождения &lt;45°</p>	<p>- до 1/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола &lt;1/3, с углом отхождения &lt;60° - до 1/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола 1/3-2/3, с углом отхождения &lt;45° - до 1/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола более 2/3, с углом отхождения &lt;45° - 1/3-2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола менее 1/3, с любым углом отхождения - 1/3-2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола 1/3-2/3, с углом отхождения &lt;60° - 1/3-2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола более 2/3, с углом отхождения &lt;45° - выше 2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола до 2/3, с любым углом отхождения - выше 2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола больше 2/3, с углом отхождения &lt;60°</p>	<p>- до 1/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола &lt;1/3, с углом отхождения &gt;60° - до 1/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола 1/3-2/3, с углом отхождения &gt;45° - до 1/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола более 2/3, с углом отхождения &gt;45° - 1/3-2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола 1/3-2/3, с углом отхождения &gt;60° - 1/3-2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола более 2/3, с углом отхождения &gt;45° - выше 2/3 по h, с соотношением диаметра ТСВ и ствола более 2/3, с углом отхождения &gt;60°</p>

1	2	3
<b>Срастание стволов</b>		
<p>Только в молодняках</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фрагментарное, до 1/3 по h: протяженное витое полное более 3 диаметров</li> <li>- фрагментарное, выше 2/3 по h: крестообразное полное более 3 диаметров</li> <li>- фрагментарное любое витое более 3 диаметров</li> <li>- перемышкой выше 2/3 полное более 3 диаметров</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- точечное, до 1/3 по h: параллельное протяженное заболонное и полное срастание;</li> <li>крестообразное протяженное каллусное, заболонное и любое полное срастание;</li> <li>витое протяженное каллусное и любое заболонное и полное срастание</li> <li>- точечное, 1/3-2/3 по h: параллельное протяженное заболонное и полное срастание;</li> <li>крестообразное протяженное заболонное и полное срастание;</li> <li>-витое протяженное каллусное заболонное и любое полное срастание</li> <li>- точечное, выше 2/3 по h: параллельное протяженное каллусное и заболонное и любое полное;</li> <li>крестообразное каллусное протяженное и любое заболонное и полное;</li> <li>любое витое</li> <li>- фрагментарное, до 1/3 по h: параллельное протяженное каллусное и любое заболонное и полное; любое крестообразное и витое</li> <li>- фрагментарное, 1/3-2/3 по h: параллельное протяженное заболонное, любое полное; крестообразное протяженное каллусное, любое заболонное и полное; любое витое</li> <li>- любое фрагментарное, выше 2/3 по h: параллельное протяженное каллусное</li> <li>- перемышкой, до 1/3 по h: протяженное каллусное, любое заболонное и полное перемышкой,</li> <li>1/3-2/3 по h: протяженное каллусное и заболонное,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- точечное, до 1/3 по h: параллельное любое каллусное, непротяженное заболонное и полное срастание;</li> <li>крестообразное непротяженное каллусное и заболонное срастание; витое непротяженное каллусное срастание.</li> <li>- точечное, 1/3-2/3 по h: параллельное любое каллусное и не протяженное заболонное и полное срастание;</li> <li>крестообразное любое каллусное и непротяженное заболонное и полное срастание непротяженное заболонное и полное срастание</li> <li>витое непротяженное каллусное заболонное</li> <li>- точечное, выше 2/3 по h: параллельное и крестообразное каллусное протяженное и параллельное непротяженное заболонное</li> <li>- фрагментарное, до 1/3 по h: параллельное непротяженное каллусное</li> <li>- фрагментарное, 1/3-2/3 по h: параллельное любое каллусное, непротяженное заболонное;</li> <li>-крестообразное непротяженное каллусное</li> <li>- перемышкой, до 1/3 по h: непротяженное каллусное</li> </ul>

Окончание таблицы 6.1

1	2	3
	любое полное -любое перемычкой, выше 2/3 по h.	- перемычкой, 1/3-2/3 по h: непротяженное каллусное и заболонное
<b>Наросты</b>		
<p>в молодняках кап, сувель в единичном количестве выше 2/3 с соотношением диаметра ствола и нароста меньше 1/2</p> <p>- в спелом возрасте кап, сувель в единичном количестве расположенный 1/3-2/3 по h, с соотношением диаметров меньше 1/2</p> <p>- кап, сувель выше 2/3 до 2 шт. при соотношении диаметра меньше 1/2, и единичные при соотношении диаметров от 1/2 до 1</p>	<p>- в любом количестве капы и сувели ниже 1/3 по h, любого размера</p> <p>- кап, сувель 1/3-2/3 по h, меньше 1/2 диаметра ствола больше 2; размером более 1/2 диаметра ствола любое количество; -кап сувель выше 2/3 по h с диаметром более 1/2 ствола больше 3 шт.;</p> <p>с диаметром 1/2- 1 больше 2 шт.; с диаметром более 1 при любом количестве</p> <p>- раковые опухоли до 1/3 по h: размером &lt; 1/2 диаметра ствола любое количество; размером 1/2-1 диаметра ствола до 3 шт.;</p> <p>-раковые опухоли 1/3-2/3 по h: любое кол-во размером до 1 диаметра ствола; размером &gt;1 диаметра ствола до 3 шт.;</p> <p>- раковые опухоли расположенные выше 2/3 по h любого размера и количества</p>	<p>- раковые опухоли до 1/3 по h: размером 1/2-1 диаметра ствола более 3 шт.;</p> <p>размером более 1 диаметра ствола больше 2шт</p> <p>- раковые опухоли 1/3-2/3 по h: размером более 1 диаметра ствола больше 3 шт.;</p>

В первую категорию отнесли патологии со средней СП, во вторую категорию мы отнесли деревья с угрожающей степенью патологичности, в третью - с фатальной степенью патологичности,

Если на дереве присутствуют несколько АФС с разной СП, то перспективность дерева оценивается по признаку, отражающему наибольшую степень патологичности.

При наличии на дереве нескольких АФС с одинаковой степенью патологичности, дерево переходит в следующую (более низкую) категорию состояния. Также следует поступать при совмещении на одном дереве АФС и

патологий из перечня категорий сильно ослабленных и усыхающих, принятых в «Шкале категорий состояния лиственных пород» (Правила санитарной безопасности в лесах Российской Федерации, 2007)

Для практического применения разработана предельно упрощенная шкала категорий состояния дуба черешчатого с учетом аномальных форм ствола (Таблица 6.2), учитывающая только наиболее распространенные и опасные разновидности.

Таблица 6.2 - Дополнение к шкале категории состояния лиственных пород к «Правилам санитарной безопасности в лесах РФ, 2014»

Категория состояния деревьев	Аномальная форма ствола	Диапазон признака
1	2	3
1 – без признаков ослабления	- перетяжка, ребристость S-образное, угловое искривление, изгиб	не сильная прогиб меньше 1d ствола дерева в месте искривления
2 – ослабленные	- многостволие из 2 стволов	выше 2/3 h, под углом 30°-60°
	- толстые скелетные ветви	менее 1/3 d ствола в месте крепления, под углом < 45°
	- наклон ствола	менее 30°
	- S-образное, угловое искривление, саблевидный изгиб	прогиб 1-3 d ствола дерева в месте искривления
	- сувели, капы	выше 2/3 h, <1/2 d ствола в месте крепления
	- срастание	ниже 1/3 h, фрагментарное
3 – сильно ослабленные	- многостволие из 2 стволов и более	ниже 1/3 h, под углом 30° - 60°
	- толстые скелетные ветви	ниже 1/3 h, 1/3 - 2/3 d ствола в месте крепления, под углом 60°-30°,
	- наклон ствола	30° - 45°
	- раковые опухоли	ниже 2/3 h, 1/2 - 1d ствола в месте крепления
4 – усыхающие сухокронные	- многостволие из 2 стволов и более,	ниже 1/3 h, под углом < 30°, и более 60°
	- толстые скелетные ветви	ниже 1/3 h, > 2/3 d ствола в месте крепления, под углом >60°
	- наклон ствола	> 45° ствола в месте крепления

1	2	3
	- раковые опухоли	ниже $2/3 h$ , $> 1d$ ствола в месте крепления
	- сухобочина, односторонняя бочковидность	$< 0,5$ (отношение наибольшего $d$ ствола к наименьшему)
	- сувели, капы	ниже $1/3 h$ , $> 1d$ ствола в месте крепления
	- срастание	$<$ на $1/3 h$ , точечное

Наличие значительного количества ПФС в дубравах свидетельствует, что они сильно ослаблены и продолжают деградировать. Одним из инструментов, с помощью которых лесоводы пытаются приостановить данный процесс, является проведение выборочных санитарных рубок, во время которых должен убираться не только сухостой, но и сильно ослабленные деревья, являющиеся базой для размножения вредителей и болезней. Большинство деревьев с ПФС по факту входят в эту категорию, и их своевременная вырубка повысит эффективность санитарной рубки и устойчивость насаждений.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Проведенные нами исследования дубрав в центральной лесостепи и анализ обширной литературы, посвященной аномалиям развития форм ствола, позволяют нам сделать ряд выводов по тем вопросам, которые были поставлены в начале данной работы:

1. Основными видами АФС для дуба черешчатого являются: многостволие (12,2%); S-образное искривление (6,5%); толстые скелетные ветви (6,4%); саблевидный изгиб (4,5%), односторонняя бочковидность (1,6%) угловое искривление (1,1%). Единично встречаются такие АФС как наросты (шаровидный, трещиноватый, продольный, окаймляющий, муфтообразный) и срастание.

2. Среди разновидностей многостволия преобладают деревья дуба с двумя стволами и местом расхождения, находящимся выше  $1/3$  ствола, составляя 74,2% от всего встреченного нами многообразия данной АФС.

3. Наиболее тесная прямая корреляционная связь ( $r = 0,512$ ) отмечена между встречаемостью АФС и диаметром ствола на 1,3 м.

4. Процент встречаемости патологических форм ствола, влияющих на жизнеспособность дерева, составляет 15,7%.

5. При возникновении многостволия в средней части ствола и с максимальным углом расхождения в  $85^{\circ}$  вероятность облома возрастает до 19,9% при 2 стволах и 25,1% при 3 стволах.

6. У дуба черешчатого обнаружено 8 видов и 60 разновидностей АФС.

7. Патологичность АФС для дуба черешчатого колеблется в большом диапазоне и зависит как от вида патологических форм ствола, так и от степени её развитости.

8. Разработанное «Приложение к шкале категорий состояния деревьев дуба черешчатого с учетом АФС» значительно повысит уровень объективности оценки состояния дубравных насаждений.

9. Учет патологических форм ствола у дуба черешчатого принципиально повлияет на оценку состояния дубового древостоя (в сторону её понижения) и на принятие решения о назначении санитарно-оздоровительных мероприятий.

## РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОИЗВОДСТВУ

1. Не использовать желуди с деревьев дуба, имеющих аномальную форму ствола для выращивания посевного материала.
2. При создании культур дуба стремится к смешанным насаждениям с преобладанием дуба над другими сопутствующими породами до 7-8 единиц, так как при данной доли дуба встречается наименьшее количество деревьев дуба с паралогической формой ствола.
3. При проведении рубок ухода (прочистки и прореживания) удалять деревья дуба с любой разновидностью многостволия.
4. В приспевающем возрасте следует убирать деревья с толстыми скелетными ветвями (более 1/3 диаметра ствола в месте крепления).
5. Деревья с наклоном более 30°, и с максимальной саблевидностью, следует убирать при проведении любых выборочных рубках, так как они имеют большую вероятность вывала или облома.
6. В любом возрасте следует убирать деревья с опухолями, односторонней бочковидностью, так как они однозначно являются очагами инфекций.
7. Для улучшения санитарного состояния и повышения устойчивости древостоя в дубравах, необходимо при проведении рубок ухода и санитарных рубок, удалять деревья с патологическими формами ствола со степенью патологичности более 2,4 баллов по предлагаемой нами шкале.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1     Алексеев Е.В. Типы украинского леса. Киев: Правобережье, 1925(1-е изд.); 1928(2-е изд.)
- 2     Аминев, П. И. Фитопатология [Текст] : учеб. термин. слов. : утв. ред.-изд. сов. СибГТУ в качестве термин. словаря для студентов вузов специальностей 250201, 250203, 250100 всех форм обучения, учащихся лесн. техникумов и колледжей, а также для специалистов лесн. хоз-ва и озеленения / П. И. Аминев ; П. И. Аминев; Фед. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение всш. проф. образования "Сиб. гос. технол. ун-т". - Красноярск : СибГТУ, 2006. - 96 с.
- 3     Арефьев, Ю. Ф. Лесная фитопатология [Электронный ресурс] : учебник для студентов лесных факультетов высших учебных заведений; доп. Методической комиссией лесного факультета Воронежской государственной лесотехнической академии в качестве учебника для подготовки бакалавров, обучающихся по направлению 250100 "Лесное дело" / Ю. Ф. Арефьев ; Ю. Ф. Арефьев; ВГЛТА. - Воронеж, 2013.
- 4     Ащеулов Д.И., Внутривидовая изменчивость дуба черешчатого в центральной лесостепи и на Кавказе [Текст] / Д.И. Ащеулов, А. И. Миленин // Лесной журнал.- 2008.-№6 .- 22-26 с.
- 5     Багаев С.Н., Карельская капокорешковая береза в лесах Костромской области // Лесн. хо-во.- 1963 а.- №2.- с. 20-22
- 6     Багаев С.Н., Технические ценные формы березы ВДНХ (ВНИИЛМ): 1963 б.- 17с.
- 7     Баранова ЕА, Образование наплывов на стебле эвкалипта // Бюлл. Глав. бот сада.-1952.-Вып-14.-с.23-26
- 8     Баранова Е.А., Формирование и развитие пазушных и спящих почек у эвкалипта // Бот. журн.-1960.- Т.46 №8.-с.1169-1175
- 9     Бартенев, И. М. Энергосберегающие и природосберегающие технологии в лесном комплексе [Электронный ресурс] : доп. учебно-

методическим объединением по образованию в области лесного дела в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных магистров направления 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» / И. М. Бартенев ; И. М. Бартенев; ВГЛТА. - Воронеж, 2014.

10 Белов, С.В. Ветер- главный фактор, определяющий форму стволов деревьев и их устойчивость[Текст] / С.В. Белов // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение: сб. науч. трудов.- Ленинград : РИО ЛТА, 1974.- Вып. 3.- с.3-24.

11 Болезни растений [Текст] : (эпифитотии и борьба с ними) / Я. Е. Ван дер Планк ; пер. с англ. Н. А. Емельяновой; под ред. и с предисл. К. М. Степанова. - М. : Колос, 1966. - 359 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 344-353 (220 назв.). - Пер. изд. : Plant diseases: epidemics and control / J. E. van der Plank. - (В пер.)

12 Вакин А.Т. Грибные повреждения древесины лиственных пород в Теллермановском лесу / А.Т. Вакин //Тр. Ин-та леса АН СССР, 1950. - Т. 3.- С. 107-132.

13 Вакин А.Т. Фитопатологическое состояние дубрав Теллермановского леса / А.Т. Вакин // Тр. Ин-та леса АН СССР, 1954. - Т. 16. - С. 50-109.

14 Ванин С.И. Лесная фитопатология,М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955.- 416ст.

15 Ванин С.И. Лесная фитопатология.-М.-Л.: Гослесбумиздат,1955.- 563. Власов, А.А. Мучнистая роса и борьба с ней [Текст] / А.А. Власов.-М.: Гослесбумиздат, 1949.- 15 с.

16 Вострикова Т.В. Цитогенетические реакции древесных растений в условиях техногенной нагрузки [Текст]/ Т.В. Вострикова// Лесное хозяйство, 2010.-№2.-с.26-28

17 Воронцов А.И. Патология леса / А.И. Воронцов. - М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 270 с.

18 Воронцов А.И. Лесозащита [Текст] / А.И. Воронцов, И.Г. Семенкова.- М: «Лесная промышленность».-1980.- 328 с.

19 Гартиг Р., Болезни деревьев.- М.: Т-во Кушкорев и К°. 1984.-256 с.

20 Гордина, Н. П. Лесоведение [Текст] : утв. ред.-изд. сов. СибГТУ в качестве учеб. пособия для бакалавров направления 250100 "Лесн. дело" очной и заоч. форм обучения / Н. П. Гордина, З. В. Ерохина ; Н. П. Гордина, З. В. Ерохина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Фед. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования " Сиб. гос. технол. ун-т". - Красноярск : СибГТУ, 2013. - 197 с.

21 Гречкин В.П., Вредители и болезни тополей и меры борьбы с ними [Текст]В.П. Гречкин, А.И. Воронцов.- М.: Гослесбумиздат, 1962.- 149 с.

22 Грудзинская, И.А Особенности моноподиального и симподиального ветвления у древесных пород// Проблемы ботаники, т.6.-М.: Изд. АН СССР, 1962.-С.-219-231.

23 Древисиноведение и лесное товароведение [Текст] изд. 2 переработанное, под ред. М.Д. ... «Вышэйшая школа», Минск,- 1977.-280 ст.

24 Данилов М.Д. Некоторые особенности структуры популяции дуба черешчатого в условиях северо-восточной части его ареала [Текст]/ М.Д. Данилов, Д.Т. Гурьев, П.Н. Федоров// ТР. Ин-та экологии растений и животных УрНЦ АН СССР. Вып.91 Свердловск, 1975. С.13-17

25 Дунин М. С., Иммуногенез и его практическое использование[Текст] / М.С. Дунин// Рига, 1946;

26 Ерусалимский В.И. Долговечность семенного (материнского) поколения степных дубрав [Текст] / В.И. Ерусалимский, А.А. Власенко// Лесное хозяйство,2012 .- №4.-с.32-33

27 Жуков А.М. Галловая болезнь осины в Новосибирской области // Известия СО АН СССР.- 1966.- Т.2.- Вып. 8.- с. 142-144.

28 Жуков А.М., Грибные болезни лесов Верхнего Приобья.: Новосибирск: Наука, 1978.-247 с.

29 Жуковский П.М., Культурные растения и их сородичи. -М.: Советская наука,1950.- 592с.

- 30 Журавлев И.И Диагностика болезней леса [Текст] /И.И Журавлев.- М.: Издательства сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1962.- 194с.
- 31 Зонн С.В. Почвенная влага и лесные насаждения. М.1959.-198с.
- 32 Иванов Л.А., О влиянии ветра на рост деревьев.- Ботанический журнал.-1934.-Т.ХІХ.-№3, с. 211- 216
- 33 Иванов Л.А., Анатомия растений.- Л.: Гослестехиздат, 1939.-256 с.
- 34 Иванов А.Л. Свет и влага в жизни наших древесных пород [Текст] / А.Л. Иванов.- М., 1946 .
- 35 Кагарманова, Е. С. Габитуальные признаки патологии деревьев дуба [Текст] : деп. рукопись / Е. С. Кагарманова ; Е. С. Кагарманова; Фед. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Воронеж. гос. лесотехн. акад.". - Воронеж, 2008. - 37 с
- 36 Казарцев И.А., Каповые формы грецкого ореха // Научная информации ВНИИЛМ.- 1962.- Вып.11 №1.- с.30-32
- 37 Казарян В.О., Старение высших растений.- М.: Наука.1969.-314 с.
- 38 Калиниченко, Н.П. Дубравы России [Текст]: монография / Н.П. Калиниченко.- М: ВНИИЦлесресурс, 2000.- 536 с.
- 39 Каплина, Н.Ф. Морфология крон и состояние дуба черешчатого в средневозрастных насаждениях лесостепи [Текст] Н.Ф. Каплина, Н.Н. Селочник //Лесоведение.- 2009.- №3.- с. 32-42
- 40 Карпов В.Г. О конкуренции между древостоями и подростом в насаждениях засушливой степи [Текст] // Ботанический журнал.- 1955.- Т. 40.- №3 ст. (Лесная климатология и гидрология ТЗ 1961)
- 41 Кирилов С.В. Географические культуры дуба черешчатого в условиях республики Марий Эл [Текст]/ С.В. Кирилов, А.С. Яковлев// Лесное хозяйство.- 2011.- №1- 28-30с.
- 42 Кистерная М.В. Изменение анатомического строения древесины сосны под влиянием комплекса лесохозяйственных мероприятий [Текст] М.В. Кистерная, Я.А. Аксененкова //Лесной журнал.- 2007.-№4.-с. 19-24

- 43 Кобельков М.Е. Современное санитарное состояние лесов и пути его улучшения [Текст]/ М.Е. Кобельков // Лесное хозяйство, 2005.-№2.-с40-42
- 44 Кожаринов А.В. Распространение дубовых лесов на территории Восточной Европы за последние 13 тысяч лет [Текст] / А.В. Кожаринов, П.В. Борисов // Лесоведение.-2012.- № 5.- 22-29 с.
- 45 Козьмин А.В., О биологии каповой березы // Лесн. хоз-во.- 1962.- №4.- с. 24- 27 180)
- 46 Козьмин А.В., Каповая береза // Лесн. хоз-во.- 1965 а.- №1.- с. 61-66
- 47 Козьмин А.В., Селекция и культура каповй березы: Автореф. дисс...канд. с.-х. наук.-М.: 1965 б.- 18 с.
- 48 Козьмин А.В., О каповой березе // Лесн. хо-во.- 1968.- №9.- с. 29-30
- 49 Козьмин А.В., Об аномальной каповой древесине березы // Докл. ВАСХНИЛ.- 1969.- №10.- с.20-23
- 50 Константинов, М. Ю. Ассоциация насекомых-ксилофагов с офиостомовыми грибами и реакция растения-хозяина при стрессовых воздействиях [Текст] : автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / М. Ю. Константинов ; М. Ю. Константинов; Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. - Красноярск, 2003. - 19 с.
- 51 Коробейникова, З.А. Естественные ресурсы подземных вод[Текст]/ З.А. Коробейникова// Гидрогеология СССР.- М.:Недра,1971.-Т4.- с. 336-343.
- 52 Коровин В.В., Структурные особенности коры березы пушистой *Betula pubescens Ehrh* // Биол. науки.- 1970 а.- №11.- с.55-60
- 53 Коровин В.В., Особенности строения березовых капов// Бот. журн.- 1970 б.- Т.55 №11.-с.1575-1584.
- 54 Коровин В.В., Изменчивость анатомических и морфологических признаков березы пушистой в связи с капообразованием в условиях Горной Башкирии . Автореф. дисс... канд. биол. Наук.- М, 1972 а.- 21с.
- 55 Коровин В.В., Внутрипопуляционная изменчивость березы пушистой // Тез. работ. II съезда ВОГ и С Выставка I.- 1972 б.- Вып.1- с. 143

56 Коровин В.В. Образование капов у березы пушистой как форма экологической адаптации // Проблемы онкологии и тератологии растений.-Л.: Наука, 1975.- с. 170-173

57 Коровин В.В., Закономерности в развитии структурных аномалий у семенных растений // Тез.докл. I Всесоюзн. конф. По анатомии растений.- Ленинград. 1984.- с. 76

58 Коровин В.В., Структурные аномалии стебля древесных растений [Текст] / ВВ Коровин, ГА Курносков // Экология, мониторинг и рациональное лесопользование // Научн. тр. МГУЛ.- Вып.301 (1).- М.: МГУЛ, 2000 а.- с.118-125

59 Коровин В.В., Капы [Текст]/В.В. Коровин, ГА Курносков // Лесной вестник.- 2000 б.- №4 (13).- с.29-34

60 Коровин, ВВ Структурные аномалии: случайность или ... [Текст] В.В. Коровин, Г.А. Курносков //Лесной вестник .-М: МГУЛ, 2009.- №1.- С.26- 31

61 Костин С.И. Климатические зоны и районы Центральной и Восточной лесостепи и степи Русской равнины / С.И. Костин // Тр. Воронеж. ун-та. - 1954. - Т. 30. - С. 3-21

62 Коросов, А. В. Компьютерная обработка биологических данных [Текст] : метод. пособие / А. В. Коросов, В. В. Горбач ; А. В. Коросов, В. В. Горбач; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования, Петрозавод. гос. ун-т. - Петрозаводск : ПетрГУ, 2007. - 76 с.

63 Кочергина, М. В. Практикум по фитопатологии [Текст] / М. В. Кочергина ; М. В. Кочергина; М-во образования Рос. Федерации, Воронеж. гос. лесотехн. акад. - Воронеж, 2002. - 136 с.

64 Краснов, В.Г Санитарное состояние искусственных насаждений дуба черешчатого в среднем Поволжье[Текст] / В.Г. Краснов, В.Ф. Краснова, И.А. Алексеев, А.С Яковлев //Лесной журнал.- 2007.-№6.- с 42-48

65 Кренке, Н.П. Регенерация растений [Текст] Н.П. Кренке, Москва, Ленинград.: Академия наук СССР, 1950.-

- 66 Крюденер А.А Опыт группировки почвенного покрова в связи с местоположением, почвой, изоляцией и возобновлением под пологом и на лесосеках// Лесной журнал. Вып.5-6,-1903
- 67 Кулыгин, А.А. Пути повышения продуктивности степных дубрав [Текст]/ А.А. Кулыгин, И.И. Ревяко, С.Н. Кружилин // Лесное хозяйство, 2007.-№6.- с.23-24.
- 68 Кулагина С.В. Поперечный надломовидный рак дуба и его роль в деградации порослевых дубрав Белгородской области [Текст]/ С.В. Кулагина//т Лесной вестник, 2006.- №6.-с. 22-25.
- 69 Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР / С.Ф. Курнаев. - М.:Наука, 1973. - 204 с
- 70 Курненкова, 1998 Глебов В.П., Верхунов П.М., Урманов Г.Н. Дубравы Чувашии. Чебаксары: Чувашия, 1998
- 71 Лесная генетика, селекция и физиология древесных растений [Текст] // Материалы международного симпозиума 25-30 сентября 1989 г., Воронеж //- М.: 1989. –с. 222
- 72 Лесная климатология и гидрология [Текст]: тр. Лаб. лесоведения. Т. 3 / отв. ред. А. А. Молчанов; Акад. наук СССР, Лаборатория лесоведения. - М. : АН СССР, 1960. – 217
- 73 Лесная фитопатология [Текст] : доп. М-вом высш. и сред. спец. образования РСФСР в качестве учеб. пособия для лесохозяйств. специальностей высш. учеб. заведений / И. И. Журавлев, Д. В. Соколов ; И. И. Журавлев, Д. В. Соколов; под общ. ред. Д. В. Соколова. - М. : Лесн. пром-сть, 1969. - 368 с.
- 74 Лесная энциклопедия [Текст]: В 2-х т., т.2/Гл.ред. Воробьев Г.И.; Ред.кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. - М.: Сов. энциклопедия, 1986.-631 с.,
- 75 Лохматов Н.А., Причины ранней потери березы бородавчатой порослевой способности // Лесн. хоз-во.-1953.-№2.- с. 42-44
- 76 Лямцев Н.И. Влияние лестогрызущих насекомых на прирост дуба в порослевых насаждениях// Лесоведение., №6,- 1995

- 77 Калинин, К.К. Лесоводство [Текст] : курс лекций / К. К. Калинин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Марийский гос. технический ун-т"- Йошкар-Ола: МарГТУ.- 2011.- 247с.
- 78 Камалов Р.Г. Взаимоотношения леса и лося в антропогенных ландшафтах (на примере зеленой зоны города Уфы) / Р. Г. Камалов; Башк. гос. аграр. ун-т -Уфа: БГАУ.- 2005.-159 с.
- 79 Матанцев А. Н. Грибы : справочник-определитель / Матанцев А.Н., Матанцева С.Г. - Ростов н/Д : Феникс, 2014. - 205 с.
- 80 Межебовский А.М. Исследование факторов, влияющих на ветровал и бурелом ели / А.И. Межебовский // Лесн. журн., 1970. - № 4 – С.124 – 126.
- 81 Молчанов, А.А. Дубравы лесостепи в биогеноценоотическом освещении [Текст]/ А.А. Молчанов. - М., 1975.-374 с.
- 82 Молчанов, А.А. Воздействие антропогенных факторов на лес// А.А. Молчанов.-М.: Наука, 1978.-136с.
- 83 Молчанов А.Г. Интенсивность фотосинтеза фенологических форм дуба черешчатого в условиях недостаточного увлажнения [Текст]/А.Г. Молчанов// Лесоведение, 2012,-№4 .-с31-38
- 84 Мозолевская Е.Г. К методологии мониторинга состояния лесов / Е.Г. Мозолевская // Науч. тр. МЛТИ. - М., 1990. – Вып. 225. - С. 44-55.
- 85 Мозолевская Е.Г. Оценка состояния и устойчивости насаждений / Е.Г. Мозолевская // Технология защиты леса. – М.: Экология, 1991. – С. 234-237.
- 86 Мозолевская Е.Г. Система лесопатологического мониторинга в России / Е.Г. Мозолевская // Лесн. хоз-во. – 1995. – № 5. – С. 2-4.
- 87 Мозолевская Е.Г. Методы оценки и прогноза динамики состояния насаждений / Е.Г. Мозолевская // Лесное хозяйство. – 1998. - №3. – С. 43-45
- 88 Морозов Г.Ф., Избранные труды [Текст] : в 2 т. Т. 2 / Георгий Федорович ; Г. Ф. Морозов; редкол.: И. С. Мелехов (пред.) [и др.]. - М. : Лесн. пром-сть, 1971. - 536 с.

- 89 Мильков Ф.Н. Лесостепь Русской равнины: Опыт ландшафтной характеристики / Ф.Н. Мильков. - М.: Изд-во АН СССР, 1950. - 295 с.
- 90 Минкевич И.А. Растениеводство [Текст] / 1965, И.А.- М.: Высшая школа, 1965.- 534с.
- 91 Миронов О.В. Восстановление дуба в лесостепи [Текст] /О.В. Миронов// Лесное хозяйство, 2007.-№6.- с.25
- 92 Мусиевский ,А.Л., Состояние и продуктивность средневозрастных семенных дубрав Шипова леса, созданных Г.Г. Юнашем / Мусиевский А.Л., Кравченкова Н.Н.// Лесотехнический журнал.- 2014.- №2.- с. 51- 60
- 93 Науменко И.М. Усыхание дуба в лесах Воронежской обл. - его размер, характер и причины / И.М. Науменко // Науч. зап. Воронеж. лесотех. Ин-та. – Воронеж: ВЛТИ, 1950. - Т.11. - С. 39-59.
- 94 Негер Ф.В. Болезни древесных растений.- М.: Гостехиздат, 1927.- 151 с.
- 95 Никитченко, Л. А.Мониторинг рекреационного воздействия на пригородные леса города Воронеж [Текст] / Л. А. Никитченко, А. И. Миленин ; Л. А. Никитченко, А. И. Миленин // Лесотехнический журнал. - 2012. - № 4 (8). - С. 167-171.
- 96 Новикова Т.Н Качество стволов у географических потомств сосны обыкновенной в условиях Западного Забайкалья [Текст] Т.Н. Новикова// Лесное хозяйство.-2006.- №6.- с42-43
- 97 Новицкая Л. Л. Карельская береза: механизмы роста и развития структурных аномалий [Текст] = Karelian Birch: Mechanisms of Growth and Development of Structural Abnormalities : [монография] / Людмила Людвиговна ; Л. Л. Новицкая; Рос. акад. наук, Кар. науч. центр, Ин-т леса. - Петрозаводск : [Verso], 2008. - 144 с
- 98 Огарков, Б. Н. Грибы - защитники, целители и разрушители / Огарков Б.Н., Огаркова Галина Родионовна , Самусенок Любовь Викторовна ; Иркутский гос. ун-т, НИИ биологии. - Иркутск, 2008. - 247 с.

99 Орлов М.М. Дубовые леса Европейской России // Лесной журнал.- 1895.-№6.-с.769-781.

100 Патлай, И.Н. Фенологические и экологические формы дуба черешчатого в культурах [Текст] / И.Н. Патлай // Лесоводство и агролесомелиорация: сб. науч. трудов / Министерство лесного хозяйства Украинской ССР.- Киев: Урожай, 1977.- Вып. 48.- с.41-47.

101 Петровский, В. С. Автоматизированное проектирование режимов и выбора машин для проведения рубок ухода за лесом [Текст] : монография / В. С. Петровский, В. В. Малышев, Ю. В. Мурзинов Москва: Флинта: Наука.-2012.- 216с.

102 Планк, Я. Е. ван дер Устойчивость растений к болезням [Текст] / Пер. с англ. Н. А. Емельяновой; Под ред. и с предисл. проф. К. М. Степанова Москва: Колос.-1972.- 254 с.

103 Плетминцева Т.И. Селекция позднезацветающей разновидности дуба черешчатого для массового выращивания [Текст] Т.И.Плетминцева.- Москва.- 1966.-45 с

104 Погребняк, П.С. Основы лесной типологии [Текст] / Петр Степанович ; П. С. Погребняк; Акад. наук УССР, Ин- т лесоводства. - Киев : АН УССР, 1955. - 456 с.

105 Положенцев П.А. К этиологии отмирания дубрав / П.А. Положенцев // Причины усыхания дубрав Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1980. - .143-150.

106 Практикум по общей фитопатологии [Текст] : доп. Гл. упр. высш. и сред. с.-х. образования М-ва сел. хоз-ва РФ в качестве учеб. пособия для студентов с.-х. учеб. заведений по специальности "Защита растений" / П. Н. Головин [и др.] ; П. Н. Головин, М. В. Арсеньева, А. Т. Тропова, З. И. Шестиперова. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - СПб. : Лань, 2002. - 288 с.

107 Пятницкий С.С. Жизнестойкость долговечность и возобновляемость лесных насаждений в степи// Записки Харьковского СХИ.Т.Х (XLVII), Харьков, 1955.- с.13-14.

- 108 Радкевич В.А. Экология листогрызущих насекомых /В.А. Радкевич – Минск: Наука и техника, 1980. – 237 с.
- 109 Родигин, М. Н. Общая фитопатология [Текст] : доп. Гл. упр. высш. и сред. с.-х. образования М-ва сел. хоз-ва СССР в качестве учеб. пособия для студентов с.-х. вузов по специальности 1504 "Защита растений" / М. Н. Родигин ; М. Н. Родигин. - М. : Высш. шк., 1978. - 369 с.
- 110 Рожков, А.А. Устойчивость лесов [Текст]/ А.А. Рожков, В.Т. Козак.- М.:Агропромиздат,1989.-239 с.
- 111 Романовский М.Г. Изучение капообразующей березы пушистой // Лесное хоз-во.-1981 а.-№10.- с. 68-69
- 112 Романовский М.Г. Климатические и биоценотические аналоги центров встечаемости прикорневого капа березы пушистой // Научн. тр. Моск. лесотехн. Ин-т.- Вып. 120.-1981 б.- с.97-102
- 113 Романовский М.Г. Изменчивость формового состава каповых популяций березы пушистой Автореф. дисс... канд. с.-х. наук.-М.: 1982 а.- 18 с.
- 114 Романовский М.Г. Хронографическая изменчивость капообразующих популяций березы пушистой // Лесн. журн.- 1982 б.- №3.- с. 30-34
- 115 Рубцов В.В. Анализ взаимодействия листогрызущих насекомых с дубом / В.В. Рубцов, Н.Н. Рубцова - М.: Наука, 1984. - 184 с.
- 116 "Руководство по лесовосстановлению и лесоразведению в лесостепной, степной, сухостепной и полупустынной зонах европейской части Российской Федерации", М., 1994.
- 117 Руководство по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий/ Приложение 2 к приказу Рослесхоза от 29.12.2007 №523 32 ст
- 118 Самцов А.С. Структурные особенности раковых образований хвойных пород // Тез. Докл. Всесоюзной научн.-техн. конф. 22-24 сент., 1981, Воронеж.-1981.-с. 63-65
- 119 Селочник Н.Н. Роль болезней в ослаблении и усыхании дубрав / Н.Н. Селочник, Н.К. Кондрашова // Состояние дубрав лесостепи: Сб. науч. статей. - М.: Наука, 1989. - С. 137-188.

120 Семенкова Ирина Григорьевна. Фитопатология. Дереворазрушающие грибы, гнили и патологические окраски деревьев (определятельные таблицы) : учебное пособие для вузов / Семенкова И.Г. ; Моск. гос. ун-т леса. - 2-е изд. - М. : Изд-во Моск. гос. ун-т леса, 2005. - 70 с.

121 Смирнов, А.П. Влияние сплошных рубок на гидрологию и качество воды малых лесных водотоков [Текст] / А. П. Смирнов, И. В. Вервейко, Н. А. Вервейко ; М-во образования и науки РФ, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Санкт-Петербургский гос. Лесотехни- Санкт-Петербург: СПбГЛТУ.-2011-99 с.

122 Смольянов, А. Н. Дисперсионный анализ [Текст] : метод. указания по курсу "Математические методы в лесн. хоз-ве" для студентов специальности 260400 - "Лесн. и лесопарковое хоз-во" / А. Н. Смольянов, А. М. Роднянский, А. И. Ревин ; А. Н. Смольянов, А. М. Роднянский, А. И. Ревин; М-во образования Рос. Федерации, Воронеж. гос. лесотехн. акад. - Воронеж, 2000. - 18 с.

123 Смольянов А. Н. Моделирование экосистем [Текст] : тексты лекций / А. Н. Смольянов ; А. Н. Смольянов; Фед. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования, Воронеж. гос. лесотехн. акад. - Воронеж, 2006. - 140 с.

124 Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Текст] : учеб. пособие для магистров : доп. УМО в качестве учеб. пособия для студентов и аспирантов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" / Н. И. Сидняев ; Н. И. Сидняев. - М. : Юрайт, 2012. - 399 с.

125 Синадский Ю.В. Береза. Ее вредители и болезни.-М.: Наука, 1973.- 216ст.

126 Синадский Ю.В. Курс лекций по лесной фитопатологии.- М. МГУ, 1977.- 211с.

127 Синадский Ю.В. Сосна. Ее вредители и болезни.-М.: Наука, 1983.- 338 ст.

- 128 Слепян Э.И Вредоносность и структурные особенности развития язвенного рака стволов сибирской ели [Текст] Э.И. Слепян, Э.В. Богуславская // Лесоведение.- 1969.-№6.- с. 81-82
- 129 Смирнов ,Б.Н. Воды девонских отложений [Текст] / Б.Н. Смирнов// Гидрогеология СССР.Т.4: Воронежская и смежная области.-М., Недра, 1971.-с.218-280.
- 130 Смирнова, А.Я. Минеральные воды Воронежской области [Текст] / А.Я. Смирнова, В.Л. Бочаров, В.Ф. Лукьянов.- Воронеж: Изд-во ВГУ, 1995.-182с.
- 131 Смирнова, Н.И. Воды неогеновх отложений [Текст] / Н.И. Смирнова, Л.П. Викторова // Гидрогеология СССР.Т4: ,Воронежская и смежные области.- М.,Недра, 1971.-с.129-134.
- 132 Соколов Д.В., Исследование раковой болезни ели [Текст] Д.В Соколов, В.И. Щедрова// Защита леса от вредных насекомых и болезней / Доклады Всесоюзной научн.-техн. конф. Воронеж.- 1971.Т 3.- с. 117-121.
- 133 Соколов Д.В., Некоторые данные о раковой болезни хвойных деревьев [Текст] Д.В Соколов, В.И. Щедрова// Проблемы онкологии и тератологии растений.- Л.: Наука, 1975а.-с.165-168.
- 134 Соколов Д.В., Анатомические исследования древесины раковых образований ели обыкновенной [Текст] Д.В Соколов, В.И. Щедрова // Защита леса/ Межвузовский сборн. науч. тр.: ЛТА.- 1975б.- Вып. 1.- с. 112-116
- 135 Титоренко, Г.А Влияние производственных рубок ухода на лесопатологическое состояние дубравного биоциноза: Автор. дис...канд. Биол.наук/ Г.А. Титоренко; ВГЛТА.- Воронеж, 1991.- с.40-42.
- 136 Тихонов, А. С. Типы леса, рубки, лесовозобновление и формирование древостоев в Скандинавско-Русской провинции [Текст] монография / А. С. Тихонов; М-во образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский гос. лесотехнический ун-т, Брянская гос. инженерно-технологическая ака-Калуга:Гриф.-2013.- 430 с.

- 137 Тарасенко, В.П. Русский лес в антропогене: Очерки истории народов и леса Европейской России за 25-30 тысяч лет Текст. / В.П.Тарасенко, В.К. Тепляков.- М.: Стагирит-М, 2003.- 400 с.
- 138 Уголев, Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения [Текст] : учебник / Б. Н. Уголев.- Москва: МГУЛ, 2001.- 340с.
- 139 Устиновская Л.Г. Степное лесоразвидение .М.-1979,-286с .
- 140 Харченко, Н.А. Деградация дубрав центрального Черноземья [Текст]/ Н.А. Харченко [и др.]; под общ.ред.Н.А. Харченко.- Воронеж, 2010.-604 с.
- 141 Харченко Н.А. Влияние выборочных санитарных рубок на фитопотологическое состояние порослевых дубрав. [Текст]/ А.А. Харчинко, В.В. Царалунга // Лесное хозяйство, 2004.- №4.- с21-22.
- 142 Харченко Н.Н., Мелиоративная роль дубрав Центральной лесостепи / Харченко Н.Н., Харченко Н.А., Ахтырцев А.Б. // Лесотехнический журнал.-2014.- № 1.-с.40 -47
- 143 Хмелев, К.Ф. Закономерности развития болотных экосистем Центрального Черноземья [Текст]/ К.Ф. Хмелев.-Воронеж: Из-во ВГУ,1985.-168 с
- 144 Чернышов П.М. Оптимизация организации хозяйства в дубовых лесах Европейской части Росии [Текст]/ М.П. Чернышов, В.А. Бугаев, А.Л. Мусиевский, Н.В. Есипов// Лесное хозяйство .-2011.-№3.- 15-17 с.
- 145 Чураков Борис Петрович. Лесная фитопатология : учебник / Чураков Б.П., Чураков Денис Борисович, Чураков Б.П. (ред.). - Изд. 2-е, испр. и доп. - СПб. [и др.] : Лань, 2012. - 447 с.
- 146 Царалунга, В.В. Санитарные рубки в дубравах: обновление оптимизация [Текст] В.В. Царалунга - М.; МГУЛ, 2003.-240 с.
- 147 Царалунга, В.В. Форма ствола у дуба черешчатого как патологический признак [Текст] / В.В. Царалунга,Е.С. Кагорманова, А.А. Крюкова// Вузовская наука: Материалы лесной всероссийской научно-технической конференции. В 2-х.Т.- Вологда: ВоГТУ, 2008.-Т.2.-607 с.
- 148 Шиман, Д. В. Ведение лесного хозяйства в условиях экстремальных нарушений лесных экосистем [Текст] : рек. УМО по образованию в обл.

природопользования и лесн. хоз-ва в качестве учеб.-метод. пособия для студентов учреждений высш. образования специальности 1-75 01 01 "Лесн. хоз-ва" заочн. формы обучения / Д. В. Шиман, К. В. Лобаха ; Д. В. Шимак, К. В. Лабоха; Учреждение образования "Белорус. гос. технол. ун-т". - Минск : БГТУ, 2013. - 112 с.

149 Ширнин, В.К. Селекция на качество древесины [Текст] // Лесная генетика, селекция и физиология древесных растений: материалы международного симпозиума 25-30 сентября 1989, Воронеж.- Москва.-1989.- с.151-152.

150 Шульга В.Д. Современное состояние дубрав Волго-Ахтубинской поймы и эффективность лесохозяйственных мер [Текст] / В.Д. Шульга, Д.В. Шульга, В.М. Шишкунов, С.В. Обельцев, Е.Ю. Бондаренко//Лесное хозяйство.- 2011.-№4.-23-26 с.

151 Шутяев, А.М Семейственно-эдафическиские испытательные культуры дуба черешчатого [Текст]/ А.М. Шутяев // Лесное хозяйство 2008.- № 6.- с29-31

152 Шутяев, А.М. Биоразнообразии дуба черешчатого и его использование в селекции и лесоразведении [Текст]/ А.М. Шутяев.- Воронеж, 2000.-336 с

153 Шутяев, А.М. О повреждении верхушечного побега дуба галлицами [Текст] / А.М. Шутяев //Зоологический журнал.- 1966.-№11.- с. 1729-1731

154 Шутяев, А.М. Влияние повреждений верхушечной почки на рост дуба черешчатого[Текст] / А.М. Шутяев //Лесоведение.- 1969.-№6.- с.60-65

155 Щербакова, Л. Н. Защита растений [Текст] : доп. Эксперт. сов. по проф. образованию в качестве учеб. пособия для использования в учеб. процессе образоват. учреждений, реализующих образоват. программы сред. проф. образования по специальностям "Лесн. и лесопарковое хоз-во" и "Садово-парковое и ландшафт. стр-во" / Л. Н. Щербакова, Н. Н. Карпун ; Л. Н. Щербакова, Н. Н. Карпун. - М. : Академия, 2008. - 272 с.

156 Щербин Парфененко, А. Л. Бактериальные заболевания лесных пород. -- М., 1963; Гвоздяк, Р. И., Яковлева, Л. М. Бактериальные болезни лесных древесных пород. --Киев, 1979.

- 157 Яблоков А.С. Селекция древесных пород. - М.: Сельхозиздат, 1962. - 305 с.
- 158 Яковлев Ф.С. Фитоценологическое и эколого-анатомическое изучение сухостоя дуба / Ф.С. Яковлев // Тр. Воронеж. заповедника, 1949. - Вып.3. - С. 34-69
- 159 Bamber R. K. Studies of the lignotubers of *Eucalyptus gummifera* (Gaertn.) / Bamber R. K., Mullette K.J // Hochn. 1.The nature of lignotuber.-Austral. J. Bot.- 1978 a.-V. 26, №1.-p. 9-14
- 160 Bamber R. K. Studies of the lignotubers of *Eucalyptus gummifera* (Gaertn.) / Bamber R. K., Mullette K.J // Hochn. II Anatomy.-Austral. J. Bot.- 1978 b.-V. 26, №1.-p.15-22
- 161 Bloch R. Abnormal development in plants: A survey // Encyclopedia of plant physiology. Ed. W. Runland, 1965.- V.15, Part 2 .- P. 156-183
- 162 Boyce J.S., Forest Pathology. 3 ed.: New-York.-1961.-572 p.
- 163 Boyce C.I Control of cambial activity and xylem cell differentiation (Discussion) // Dormancy in trees.- Kornik, 1974.-84 p.
- 164 Carr D.J., Jahnke R., Carr S. G.M. Initiation development and anatomy of lignotubers in some species of *Eucalyptus* // Austral. J. Bot.- 1984 a.-V.32, №4.-p.415-437
- 165 Carr D.J., Jahnke R., Carr S.G.M. Surgical experiments on eucalypt lignotubers // Austral. J. Bot.- 1984 b.-V.32, №4.-p.439- 444
- 166 Chattaway M.M. Bud Development and lignotuber formation in eucalyptus // Austral. J. Bot.- 1958 b.-V. 6, №2. -p.103-105
- 167 Lacey C.J. Development of large plate-like lignotubers in *Eucalyptus botyoides* Sm. in relation to environmental factors .- Austral. J. Bot.- 1983.-V.31, №2.-p.105-118
- 168 Klimaand Boden in ihren wirkura auf pelanzenleben 2. Verb.Aufl. 480p. Jena, Gustav Fischer,1930
- 169 James S. Lignotubers and burls /Their structure/ Function and ecological significance in Mediterranean ecosystem //Bot. Rev., 1984. V.50., N3. P. 225-266.

- 170 Peterson R.S. Development of western gall rust in longepole pine // *Phytopathology*.-1960,-V.50.- p. 876-881
- 171 Stone E.L. Cornwell S.M. Basal bud burls in *Betula populifolia* // *Forest Sci.*- 1968.-V.14, №1.- p. 64-65
- 172 Zalasky H., Xylem in galls of longepole pine caused by western gall rast, *Endocronartium harknessii* // *Canad. J. Bot.*- 1976.-V.54,№ 13.- p. 1586-1590
- 173 Kuster E. *Patologische Pflanzenanatomie*. 3 neubearb.- Jena, 1925.- 558 s.
- 174 Kuster E *Anatomie der Gallen*// *Handbuch der Pflanzenanatomie*.- Berlin.:Hrag. Von K. Linsbauer.- 1930.- В 5/1, 1 Abt., 3 Teil.
- 175 Tinnin R.D., Knutson D. M. How to indemnify brooms in douglas fir caused by dwarf mistletoe // *Res. Note. USDA. Forest Servis. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station.PNW- 426. USDA, Oreg., 1985.-8p.*
- 176 <sup>3</sup> [http://ru.wikipedia.org/wiki/Аномальная\\_жара\\_в\\_России#cite\\_note-55](http://ru.wikipedia.org/wiki/Аномальная_жара_в_России#cite_note-55) Аномальная жара в России Материал из Википедии — свободной энциклопедии
- 177 <sup>4</sup> <http://www.pogoda.ru.net/news/5184/> Такой жары в России не было тысячу лет 09 августа 2010 Фролов. // РИА "Новости"
- 178 <http://news.moe-online.ru/view/221311.html> Кожевенного кордона больше не существует 13:18 30.07.2010 Новые подробности самой страшной трагедии в новейшей истории Воронежа
- 179 <http://kp.ru/daily/24539.4/718996/> Масштаб бедствия: сколько домов и гектаров леса сгорело в Воронеже и области Пожары затихают. «Комсомолка» подводит итоги Анастасия КАЖАРИНА — 12.08.2010
- 180 <http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?f=24&t=8095> В Воронежской области на восстановление лесов уйдет пять лет Источник информации: ИА REGNUM Документ: <http://www.regnum.ru/news/1338235.html>
- 181 <http://allyears.ru/fitopatologiya/1566-rakovye-bolezni-chast-11.html> 2-03-2012, 01:57

## Характеристика круговых пробных площадок

№ пробн. площ.	Характеристика проб. пл								
	Участковое лесничество	Состав	Квартал, выдел	Диаметр	Высота	Возраст	Полнота	Бонитет	ТЛУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Правобережное Пригородное	7ДЗЯс	12 13	36	25	110	0,7	2	Д <sub>2</sub>
2	Правобережное Пригородное	10Дн	9 19	28	23	75	0,5	2	С <sub>2</sub>
3	Левобережное Пригородное	8Д2Лп+Кл	4 4	30	24	90	0,6	3	Д <sub>3</sub>
4	Левобережное Пригородное	10Д+Б	1 21	28	20	95	0,6	3	В <sub>2</sub>
5	Левобережное Пригородное	10Д	18 6	36	30	130	0,8	2	В <sub>3</sub>
6	Левобережное Пригородное	8Д2Ос	78 15	17	24	70	0,7	3	В <sub>5</sub>
7	Левобережное Пригородное	8Д2Ос	78 32	26	20	70	0,7	3	В <sub>3</sub>
8	Левобережное Пригородное	6Дн2Ос2Ол	78 15	26	18	80	0,7	3	С <sub>3</sub>
9	Левобережное Пригородное	5Дн3Ос2Б	78 15	24	17	80	0,7	4	С <sub>3</sub>
10	Животиновское Пригородное	5ДЗЯс2Ос	70 21	32	25	95	0,5	2	Д <sub>2</sub>
11	Животиновское Пригородное	8Д2Яс	65 1	32	26	110	0,7	2	В <sub>2</sub>
12	Коротоярское Острогожское	7ДЗЯс	132 11	28	21	80	0,7	3	Е <sub>2</sub>
13	Коротоярское Острогожское	7ДЗЯс	132 11	28	21	80	0,7	3	Е <sub>2</sub>
14	Острогожское Острогожское	6Д3Гр1Кл	138 2	26	18	50	0,6	2	Д <sub>2</sub>
15	Острогожское Острогожское	6Д3Гр1Кл	138 2	26	18	50	0,6	2	Д <sub>2</sub>
16	Острогожское Острогожское	7Д1Кл2Гр	138 4	24	19	50	0,6	2	Д <sub>2</sub>
17	Сомовское	10Дн	107 9	36	25	105	0,4	2	С <sub>2</sub>
18	Сомовское	10Дн	107 9	36	25	105	0,4	2	С <sub>2</sub>
19	Сомовское	10Дн	107 9	36	25	105	0,4	2	С <sub>2</sub>

## Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	Сомовское	10Д	110 26	28	21	100	0,6	2	С <sub>2</sub>
21	Сомовское	7Д2Лп1Б	13 32	30	27	100	0,6	2	С <sub>3</sub>
22	Сомовское	5Д3С2Ос	13 20	32	26	90	0,7	2	С <sub>2</sub>
23	Сомовское	4С4Д2Б+Ос	7 39	32	24	90	0,6	2	С <sub>2</sub>
24	Новоусманское Яблочное	10Д+Лп	48 16	22	18	70	0,7	3	Д <sub>2</sub>
25	Новоусманское Яблочное	10Д	48 17	22	17	70	0,7	3	Д <sub>2</sub>
26	Новоусманское Яблочное	4Д2Яс1Лп1Кл2Гр	48 14	32	21	75	0,4	3	Д <sub>2</sub>
27	Новоусманское Яблочное	7Д2Яс1Кл	64 4	26	17	60	0,7	3	Д <sub>1</sub>
28	Новоусманское Яблочное	9Д1Яс	64 2	30	20	80	0,3	3	Д <sub>1</sub>
29	Новоусманское Яблочное	7Д2Яс1Кл	64 4	26	17	60	0,7	3	Д <sub>1</sub>
30	Пригородное Правобережное	10Д+Б	53 20	44	20	100	0,4	4	Д <sub>2</sub>
31	Пригородное Правобережное	10Д+Б	53 20	44	20	100	0,4	4	Д <sub>2</sub>
32	Пригородное Правобережное	8Д2Лп+Кл	53 12	24	21	61	0,7	1	Д <sub>2</sub>
33	Пригородное Правобережное	10Дн	53 3	18	16	49	0,7	2	Д <sub>2</sub>
34	Пригородное Правобережное	6Дн2Я2Лп	53 1	28	23	90	0,7	3	Д <sub>2</sub>
35	Пригородное Правобережное	6Дн2Я2Лп	53 1	28	23	90	0,7	3	Д <sub>2</sub>
36	Пригородное Правобережное	7Дн2Лп1Яо	53 2	24	19	65	0,7	3	Д <sub>2</sub>
37	Пригородное Правобережное	4Дн2Яо1Кл	53 14	36	22	100	0,6	3	Д <sub>2</sub>
38	Пригородное Правобережное	4Дн2Яо1Кл	53 14	36	22	100	0,6	3	Д <sub>2</sub>

## Окончание приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
39	Пригородное Правобережное	8Дн 1Лп1Кп	53 18	40	23	100	0,6	3	Д <sub>2</sub>
40	Пригородное Правобережное	6Д2Кл 2 Лп	53 15	40	23	100	0,6	3	Д <sub>2</sub>
41	Пригородное Правобережное	5Дн3Д2Кл	53 24	36	22	100	0,4	3	Д <sub>2</sub>
42	Пригородное Правобережное	8Дн1Дн1Кл	53 17	36 26	24	100	0,5	2	Д <sub>2</sub>
43	Пригородное Правобережное	5Дн3Д2Кл	53 16	36	22	100	0,4	3	Д <sub>2</sub>
44	Сомовское	9Днп1С+Б	110 24	32	26	90	0,6	2	С <sub>2</sub>
45	Сомовское	10Дн	107 9	36	25	105	0,4	2	С <sub>2</sub>
46	Пригородное Правобережное	6Дн2Кл2Лп	53 15	40	23	100	0,3	3	Д <sub>2</sub>
37	Пригородное Правобережное	6Дн3Лп1Яо	52 23	22	22	65	0,8	2	С <sub>2</sub>
48	Пригородное Правобережное	6Дн1Яон1Лп1Яо1Кл	52 44	36	23	110	0,8	3	С <sub>2</sub>
49	Пригородное Правобережное	4Дн5Лп1Ко	52 38	24	19	90	0,8	4	С <sub>2</sub>
50	Пригородное Правобережное	10Дн	52 51	32	24	110	0,3	3	Д <sub>2</sub>
51	Пригородное Правобережное	10Дн	52 51	32	24	110	0,3	3	Д <sub>2</sub>
52	Пригородное Правобережное	8Дн1Днп1Клп+Лп	53 25	36	24	100	0,5	2	Д <sub>2</sub>
53	Пригородное Правобережное	10Дн	53 27	40	24	100	0,3	2	Д <sub>2</sub>
54	Пригородное Правобережное	10Дн	55 5	28	20	90	0,5	3	С <sub>2</sub>
55	Пригородное Правобережное	4Дн4Яо2Кл	54 35	44	20	100	0,5	4	Д <sub>1</sub>
56	Пригородное Правобережное	6Дн4Яо+Лп	54 18	32	22	110	0,3	3	С <sub>2</sub>
57	Пригородное Правобережное	10Дн+Лп+Кл	52 50	36	25	110	0,5	2	Д <sub>2</sub>
58	Пригородное Правобережное	4Дн3Лп2Клп	52 22	28	23	90	0,8	2	С <sub>2</sub>



продолжение прил. Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
7 (20)	15,0 3			5,0 1				5,0 1												25,0 5
8 (42)	11,9 5		4,8 2		7,1 3			4,8 2	2,3 1	2,3 1					2,3 1					35,5 15
9 (26)	15,4 4	3,8 1			3,8 1			7,7 2	3,8 1	3,8 1										38,3 10
10 (25)	20,0 5	4,0 1	8,0 2		4,0 1				8,0 2			8,0 2								32,0 13
11 (63)	6,3 4	3,2 2	1,6 1	1,6 1	1,6 1						1,6 1									15,9 10
12 (13)		23,0 3										23,0 3								46,0 6
13 (18)	11,1 2							11,1 2	5,6 1											33,4 6
14 (38)								2,6 1	2,6 1											18,4 7
15 (28)	3,6 1				7,1 2				7,1 2											17,8 5
16 (27)					14,8 4			3,7 1	3,7 1											22,2 6
17 (23)	13,0 3						4,3 1		17,4 4		8,7 2			4,3 1						47,7 11



Продолжение прил. Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
29 (32)	3,1 1				15,6 5															18,7 6
30 (25)	8,0 2						4,0 1	4,0 1	8,0 2		8,0 2	4,0 1		4,0 1					8,0 2	48,0 12
31 (29)	20,8 6						3,5 1	3,5 1	10,2 3			10,2 3	3,5 1			3,5 1				55,2 16
32 (47)	10,6 5						2,1 1			6,5 3									2,1 1	34,0 16
33 (83)	6,4 6	2,4 2	1,2 1		4,8 4			2,4 2	2,4 2		2,4 2				1,2 1		1,2 1			24,4 21
34 (35)	14,3 5								8,4 3		2,9 1									37,1 13
35 (40)	5,0 2								15,0 6	2,5 1		2,5 1								37,5 15
36 (44)	13,6 6								11,4 5		2,3 1									54,5 24
37 (59)	5,1 3	1,6 1	1,6 1	1,6 1	9,0 6			1,6 1	3,4 2			3,4 2								27,3 11
38 (80)	3,8 3								7,4 6											18,8 15
39 (40)	7,5 3								10,0 4			15,0 6	5,0 2		2,5 1					52,5 21



Продолжение прил. Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
51 (12)	25,0 3				8,3 1			8,4 1	8,3 1											50,0 6
52 (49)	8,1 4	2,0 1			4,1 2			4,1 2	4,1 2											22,4 11
53 (23)	21,7 5				8,7 2		4,3 1	4,4 1												39,1 9
54 (28)	7,1 2			10,7 3	10,7 3				3,6 1											32,1 9
55 (14)			7,1 1		14,3 2					7,2 1			42,8 6							71,4 10
56 (25)	4,0 1	12,0 3			4,0 1				12,0 4				4,0 1							36,0 10
57 (15)	6,7 1								13,3 2		20,0 3	6,7 1								46,6 7
58 (33)	6,1 2			3,1 1	12,1 4			3,0 1	3,0 1											27,3 9
58 (18)	11,1 2								5,5 1		22,2 4									38,8 7
60 (15)	33,2 5	6,7 1			6,7 1				6,7 1			6,7 1								60,0 9
61 (40)	12,5 5		2,5 1	7,5 3	10,0 4			2,5 1	2,5 1								2,5 1			40,0 16













Продолжение прил. Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
128 (19)	10,5 2	15,8 3		5,3 1								15,8 3								47,4 9
129 (21)	14,3 3							14,3 3	4,8 1			4,7 1								38,1 8
130 (38)					13,2 5			2,6 1	2,6 1											18,4 7
131 (30)	3,3 1				6,2				6,7 2											16,7 5
132 (32)	3,1 1				12,6 4			3,1 1	3,1 1											21,9 7
133 (27)	10,9 3				3,7 1		3,7 1	14,6 4		7,2 2	3,7 1		4,3 1							48,1 13
134 (29)	6,9 2	3,4 1			10,5 3			20,7	6,9 2	3,4 1	6,9 2	3,4 1	3,4 1							65,5 19
135 (27)	3,7 1	7,4 2		7,4 2		3,7 1	7,4 2	7,4 2	14,6 4							7,4 2				59,0 16
136 (48)	6,3 3			2,1 1				4,1 2	2,1 1											14,6 7
137 (21)	14,2												4,8 1							19,0 4
138 (21)	9,5 2						9,5 2	4,8 1						4,8 1						28,6 6



Продолжение прил. Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
151 (40)	10,0 4		2,5 1		5,0 2		2,5 1	7,5 3	5,0 2	2,5 1	5,0 2	2,5 1								42,5 17
152 (44)	13,5 6	2,3 1	4,5 2	4,6 2	13,6 6			6,8 3	2,3 1		6,9 3	4,6 2								59,1 26
153 (59)	1,7 1	1,7 1	1,7 1	1,7 1	5,1 3			1,7 1				1,7 1								15,3 9
154 (80)	5,0 4		5,0 4	1,3 1	2,5 2				2,5 2											16,3 13
155 (40)	7,5 3		5,0 2		5,0 2			2,5 1	5,0 2			15,0 6	5,0 2	2,5 1						47,5 19
156 (56)	12,3 7	3,5 2		3,5 2	3,5 2			5,3 3	3,5 2		7,1 4	5,3 3								44,0 25
157 (45)	11,1 5	2,2 1			6,7 3	4,4 2		2,2 1	2,2 1		8,9 4	6,7 3	6,7 3	2,2 1						53,3 24
158 (70)	11,7 8	1,4 1	1,4 1	2,8 2		2,8 2		13,0 9	7,3 5			4,1 3	4,1 3			1,4 1				50,0 35
159 (50)	6,0 3	4,0 2	2,0 1		2,0 1	6,0 3		6,0 3			6,0 3	2,0 1								34,0 17
160 (51)	10,9 4	2,8 1			5,5 2			5,5 2			2,8 1									27,5 10
161 (27)	7,4 2						14,8 4				11,1 3	3,7 1						7,4 2		44,4 12



## Дополнительная статистика регрессионного анализа

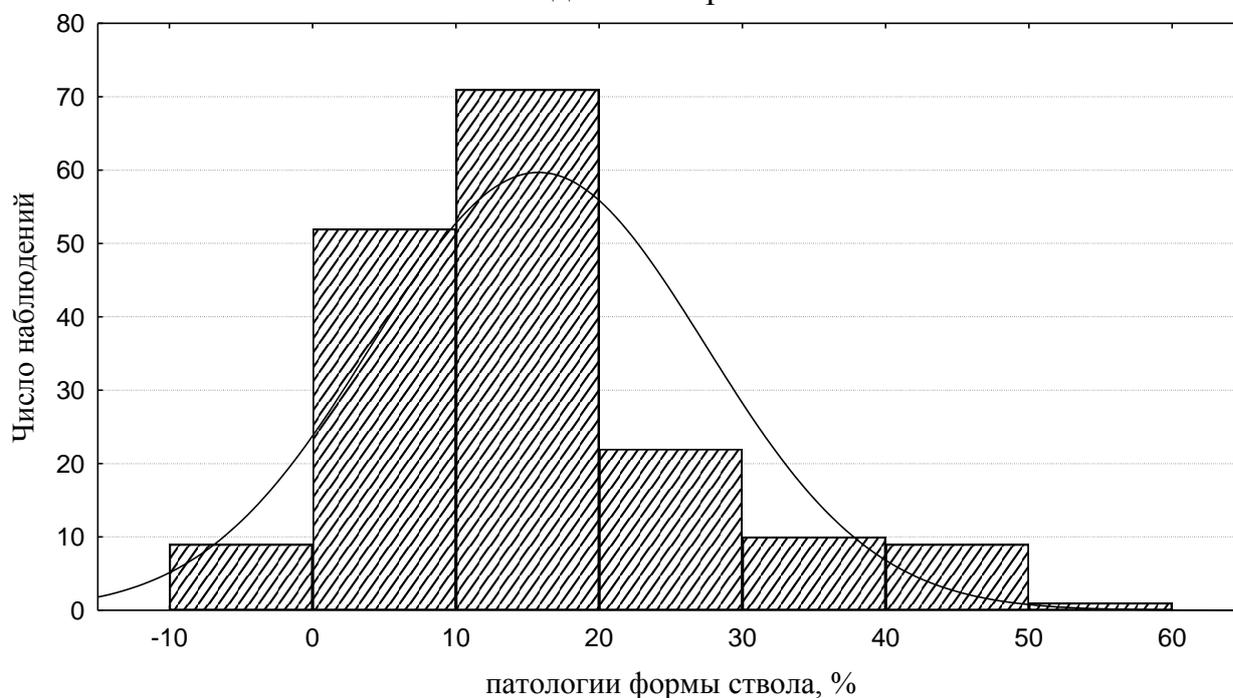
Хэксп	Үэксп	Үрегр	Остаток	Ст. остаток	Ст. ошибка	Дов. интервал
1	2	3	4	5	6	7
36	24	41,75	-17,75	-1,135	16,15	32,07
32	22,4	36,55	-14,15	-0,9047	16	31,77
20	2,5	20,95	-18,45	-1,18	16,25	32,27
28	7,8	31,35	-23,55	-1,506	15,97	31,71
24	18,3	26,15	-7,848	-0,5018	16,05	31,87
24	5,2	26,15	-20,95	-1,339	16,05	31,87
18	9,5	18,35	-8,847	-0,5657	16,39	32,55
12	8,4	10,55	-2,147	-0,1373	16,98	33,71
28	10,4	31,35	-20,95	-1,339	15,97	31,71
36	14,5	41,75	-27,25	-1,742	16,15	32,07
36	46,9	41,75	5,15	0,3293	16,15	32,07
28	74,9	31,35	43,55	2,785	15,97	31,71
30	34	33,95	0,05087	0,003252	15,97	31,71
28	58,2	31,35	26,85	1,717	15,97	31,71
36	49,8	41,75	8,05	0,5147	16,15	32,07
17	15,6	17,05	-1,447	-0,09254	16,47	32,71
26	45	28,75	16,25	1,039	16	31,76
26	35,5	28,75	6,751	0,4317	16	31,76
24	31,3	26,15	5,152	0,3294	16,05	31,87
32	52	36,55	15,45	0,9879	16	31,77
32	15,9	36,55	-20,65	-1,32	16	31,77
28	46	31,35	14,65	0,9368	15,97	31,71
28	33,4	31,35	2,051	0,1311	15,97	31,71
26	18,4	28,75	-10,35	-0,6617	16	31,76
26	17,8	28,75	-10,95	-0,7	16	31,76
24	22,2	26,15	-3,948	-0,2524	16,05	31,87
36	47,7	41,75	5,95	0,3804	16,15	32,07
36	64,3	41,75	22,55	1,442	16,15	32,07
36	62,5	41,75	20,75	1,327	16,15	32,07
28	15,9	31,35	-15,45	-0,9878	15,97	31,71
30	22,3	33,95	-11,65	-0,7448	15,97	31,71
32	19	36,55	-17,55	-1,122	16	31,77
32	49,9	36,55	13,35	0,8536	16	31,77
22	34,5	23,55	10,95	0,7002	16,14	32,04
22	36	23,55	12,45	0,7962	16,14	32,04
32	35,7	36,55	-0,8494	-0,05431	16	31,77
26	29,1	28,75	0,3514	0,02247	16	31,76
30	31,5	33,95	-2,449	-0,1566	15,97	31,71
26	18,7	28,75	-10,05	-0,6425	16	31,76
44	48	52,15	-4,151	-0,2654	16,78	33,32
44	55,2	52,15	3,049	0,1949	16,78	33,32
24	34	26,15	7,852	0,502	16,05	31,87
18	25,3	18,35	6,953	0,4445	16,39	32,55

Окончание приложения В						
1	2	3	4	5	6	7
28	37,1	31,35	5,751	0,3677	15,97	31,71
28	37,5	31,35	6,151	0,3933	15,97	31,71
24	54,5	26,15	28,35	1,813	16,05	31,87
40	67,5	46,95	20,55	1,314	16,41	32,59
36	27,1	41,75	-14,65	-0,9367	16,15	32,07
36	18,8	41,75	-22,95	-1,467	16,15	32,07
26	17,8	28,75	-10,95	-0,7	16	31,76
24	22,2	26,15	-3,948	-0,2524	16,05	31,87
26	18,7	28,75	-10,05	-0,6425	16	31,76
44	48	52,15	-4,151	-0,2654	16,78	33,32
32	49,9	36,55	13,35	0,8536	16	31,77
22	34,5	23,55	10,95	0,7002	16,14	32,04
24	22,2	26,15	-3,948	-0,2524	16,05	31,87
36	47,7	41,75	5,95	0,3804	16,15	32,07

Гистограмма распределения вариационного ряда

К-С  $d=0,12531$ ,  $p<0,01$ ; Лиллиефорса  $p<0,01$ 

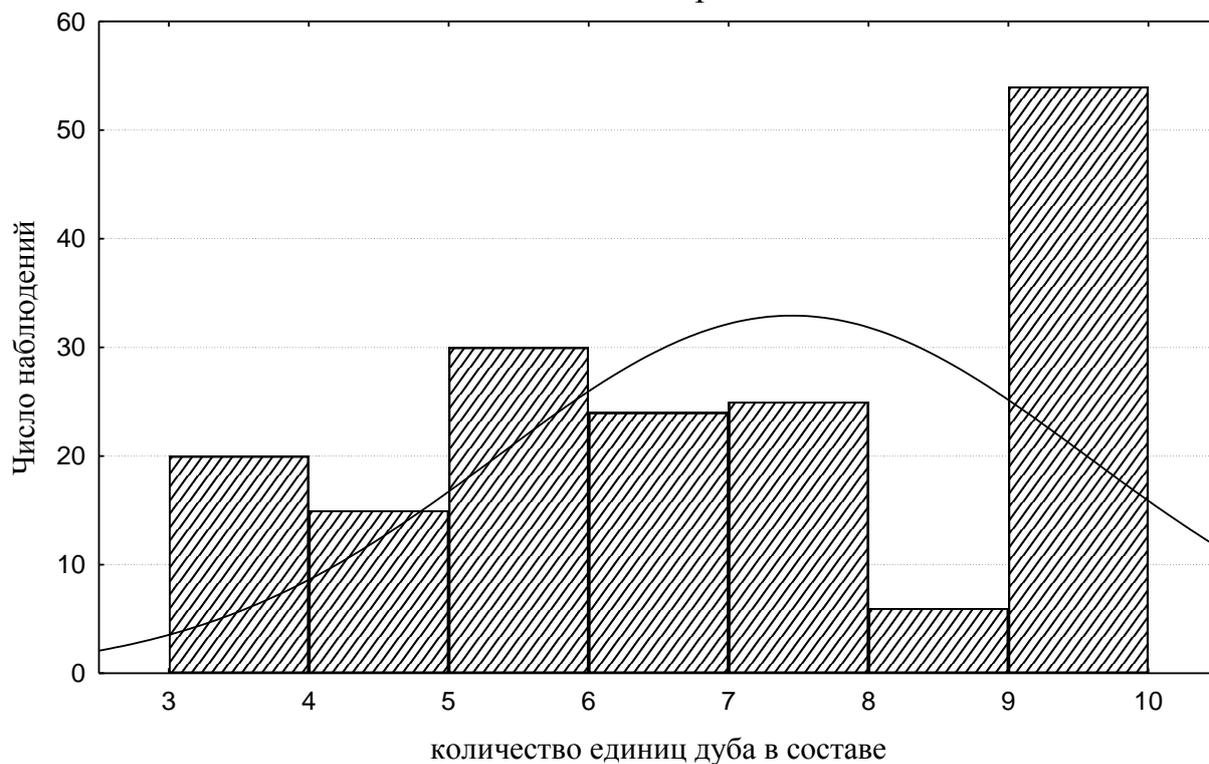
— Ожидаемое нормальное



Гистограмма распределения вариационного ряда

К-С  $d=0,19672$ ,  $p<0,01$ ; Лиллиефорса  $p<0,01$ 

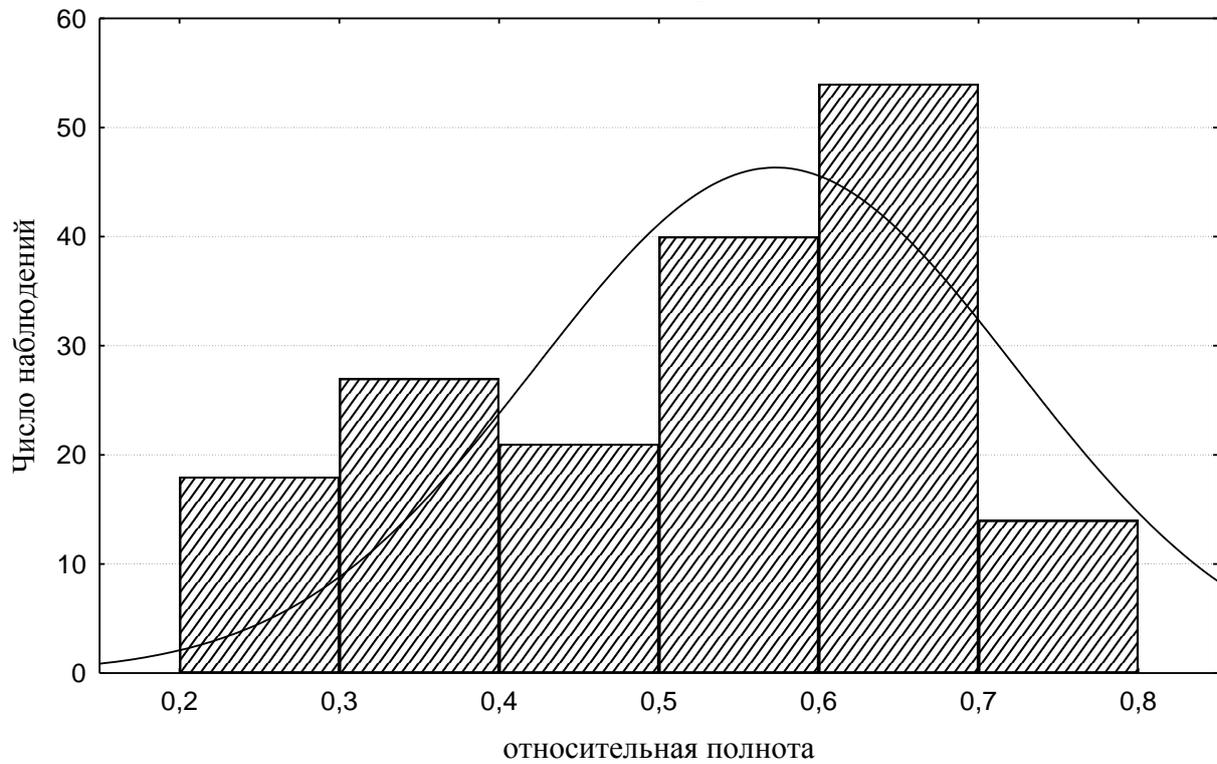
— Ожидаемое нормальное



Гистограмма распределения вариационного ряда

К-С  $d=0,19252$ ,  $p<0,01$ ; Лиллиефорса  $p<0,01$

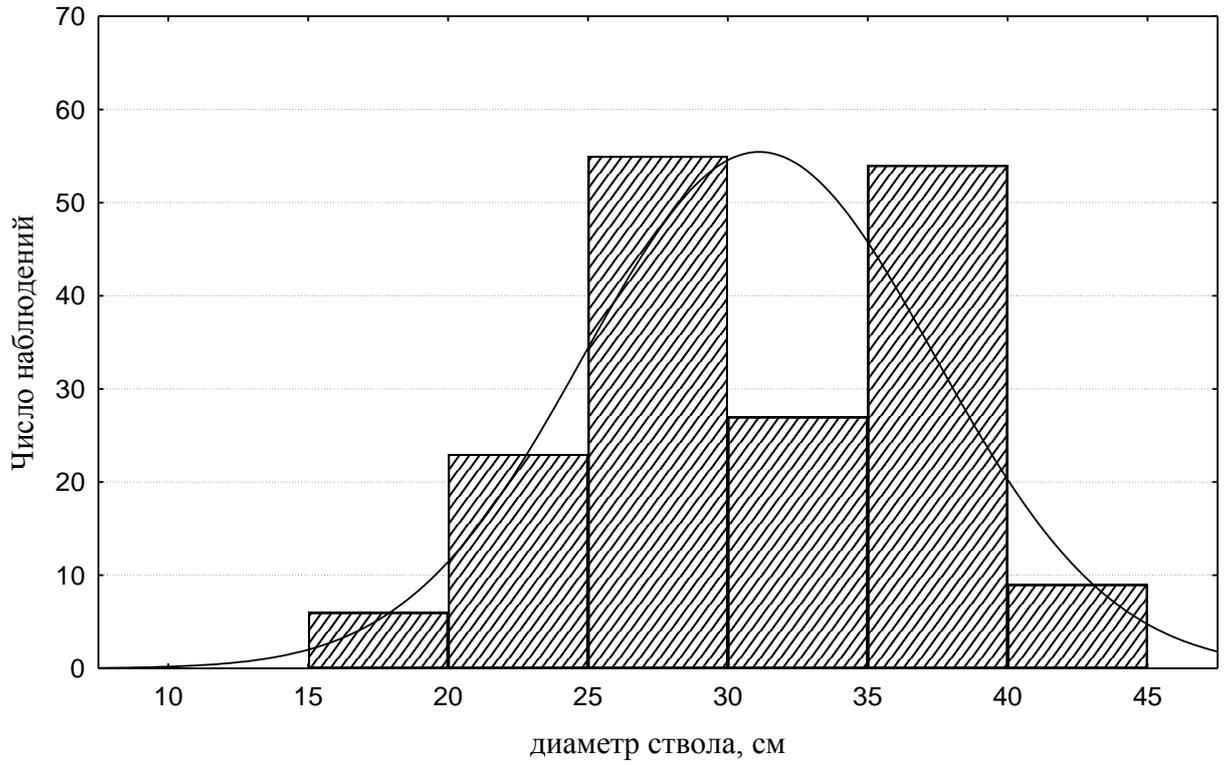
— Ожидаемое нормальное



## Гистограммф распределения вариационного ряда

К-С  $d=,14419$ ,  $p<,01$  ;Лиллиефорса  $p<,01$ 

— Ожидаемое нормальное



Расчет напряжения для многостволья с 2 стволами и расхождением в нижней части в зависимости от угла

№	Высота дерева, м	Высота расхождения, м	Длина кроны, м	Длина ствола, от места расхождения до кроны, м	Угол расхождения φ, град	Д на 1,3 м, см	Объем цилиндра отрезка, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	23	1,40	6,60	15,00	15	98	0,4858
2	23	1,40	6,60	15,00	25	98	0,4858
3	23	1,40	6,60	15,00	35	98	0,4858
4	23	1,40	6,60	15,00	45	98	0,4858
5	23	1,40	6,60	15,00	55	98	0,4858
6	23	1,40	6,60	15,00	65	98	0,4858
7	23	1,40	6,60	15,00	75	98	0,4858
8	23	1,40	6,60	15,00	85	98	0,4858
№	m0, кг	v1, м <sup>3</sup>	m1, м	W1, м <sup>3</sup>	M1, Нм	m общ, кг	σ1, Па
1	335,20	1,13	781,2	9,2354	7490,9739	2290,59	811,1112
2	335,20	1,13	781,2	9,2354	12421,659	2290,59	1344,998
3	335,20	1,13	781,2	9,2354	17257,904	2290,59	1868,659
4	335,20	1,13	781,2	9,2354	21962,939	2290,59	2378,113
5	335,20	1,13	781,2	9,2354	26500,992	2290,59	2869,487
6	335,20	1,13	781,2	9,2354	30837,560	2290,59	3339,044
7	335,20	1,13	781,2	9,2354	34939,674	2290,59	3783,214
8	335,20	1,13	781,2	9,2354	38776,145	2290,59	4198,622
№	V2, м <sup>3</sup>	m2, кг	D2, см	W2, м <sup>3</sup>	M2, Нм	σ2, Па	D на 1,3, см
1	1,2829	885,2	46,5	0,9865941	8488,050	8603,4	96,0
2	1,2829	885,2	46,5	0,9865941	14075,028	14266,3	96,0
3	1,2829	885,2	46,5	0,9865941	19554,995	19820,7	96,0
4	1,2829	885,2	46,5	0,9865941	24886,287	25224,4	96,0
5	1,2829	885,2	46,5	0,9865941	30028,371	30436,4	96,0
6	1,2829	885,2	46,5	0,9865941	34942,153	35416,9	96,0
7	1,2829	885,2	46,5	0,9865941	39590,274	40128,2	96,0
8	1,2829	885,2	46,5	0,9865941	43937,393	44534,4	96,0
№	D 1, см	D2, см	V1, м <sup>3</sup>	V2, м <sup>3</sup>	m1 ствола, кг	m2 ствола, кг	m сучьев, кг
1	50,0000	46,5	0,1644	0,2544	113,4	175,5	137,4
2	50,0000	46,5	0,1644	0,2544	113,4	175,5	137,4
3	50,0000	46,5	0,1644	0,2544	113,4	175,5	137,4
4	50,0000	46,5	0,1644	0,2544	113,4	175,5	137,4
5	50,0000	46,5	0,1644	0,2544	113,4	175,5	137,4
6	50,0000	46,5	0,1644	0,2544	113,4	175,5	137,4
7	50,0000	46,5	0,1644	0,2544	113,4	175,5	137,4

оконч. Приложения Д

1	2	3	4	5	6	7	8
8	50,0000	46,5	0,1644	0,2544	113,4	175,5	137,4
№	m 2 сучьев, кг	m об1, кг	m общ2, кг	M1, Нм	M2, Нм	D сер1, см	D сер2, см
1	137,4	250,9	313,0	24680,9	200048,7	14	12
2	137,4	250,9	313,0	33877,2	322930,1	14	12
3	137,4	250,9	313,0	42897,4	443457,9	14	12
4	137,4	250,9	313,0	51672,8	560715,7	14	12
5	137,4	250,9	313,0	60136,8	673812,0	14	12
6	137,4	250,9	313,0	68225,0	781887,0	14	12
7	137,4	250,9	313,0	708691,5	884118,9	14	12
8	137,4	250,9	313,0	785331,9	979730,6	14	12
№	W1, м <sup>3</sup>	W2, м <sup>3</sup>	σ1, Па	σ2, Па	σобщ, Па	Напряж ение на разрыв, Па	Вероятност ь облома, %
1	0,0269255	0,016956	916638,1	11798108	12724160	95	13,39
2	0,0269255	0,016956	1258184	19045183	20318978	95	21,39
3	0,0269255	0,016956	1593188	26153451	27768328	95	29,23
4	0,0269255	0,016956	1919104	33068867	35015573	95	36,86
5	0,0269255	0,016956	2233452	39738855	42005613	95	44,22
6	0,0269255	0,016956	2533844	46112703	48685303	95	51,25
7	0,0269255	0,016956	26320460	52141952	78506323,	95	82,64
8	0,0269255	0,016956	29166845	57780761	86996339	9500000 0	91,58

Расчет напряжения для многостволья с 2 стволами и расхождением в средней части в зависимости от угла

№	Высота расхождение, м	Длина кроны, м	Длина ствола, от места расхождения до кроны, м	Угол расхождения $\phi$ , град	Д на 1,3 м, см	Объем цилиндра отрезка, м	Высота дерева, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	23	10,70	6,6	5,70	15	50	1,8563
2	23	10,70	6,6	5,70	25	50	1,8563
3	23	10,70	6,6	5,70	35	50	1,8563
4	23	10,70	6,6	5,70	45	50	1,8563
5	23	10,70	6,6	5,70	55	50	1,8563
6	23	10,70	6,6	5,70	65	50	1,8563
7	23	10,70	6,6	5,70	75	50	1,8563
8	23	10,70	6,6	5,70	85	50	1,8563
№	$m_0$ , кг	$v_1$ , м <sup>3</sup>	$m_1$ , кг	$W_1$ , м <sup>3</sup>	$M_1$ , Нм	$m$ общ, кг	$\sigma_1$ , Па
1	1448,91	0,10	69,0	1,2266	251,4194	1904,87	204,9788
2	1448,91	0,10	69,0	1,2266	416,9078	1904,87	339,8994
3	1448,91	0,10	69,0	1,2266	579,2266	1904,87	472,2357
4	1448,91	0,10	69,0	1,2266	737,1416	1904,87	600,9817
5	1448,91	0,10	69,0	1,2266	889,4521	1904,87	725,1584
6	1448,91	0,10	69,0	1,2266	1035,0003	1904,87	843,8219
7	1448,91	0,10	69,0	1,2266	1172,6794	1904,87	956,0698
8	1448,91	0,10	69,0	1,2266	1301,4428	1904,87	1061,0489
№	$V_2$ , м <sup>3</sup>	$m_2$ , кг	$D_2$ , см	$W_2$ , м <sup>3</sup>	$M_2$ , Нм	$\sigma_2$ , Па	$D$ на 1,3, см
1	0,2468	170,3	22,7	0,1147776	620,503	5406,1	50
2	0,2468	170,3	22,7	0,1147776	1028,929	8964,5	50
3	0,2468	170,3	22,7	0,1147776	1429,531	12454,8	50
4	0,2468	170,3	22,7	0,1147776	1819,265	15850,3	50
5	0,2468	170,3	22,7	0,1147776	2195,168	19125,4	50
6	0,2468	170,3	22,7	0,1147776	2554,381	22255,0	50
7	0,2468	170,3	22,7	0,1147776	2894,173	25215,5	50
8	0,2468	170,3	22,7	0,1147776	3211,961	27984,2	50
№	$D_1$ , см	$D_2$ , см	$V_1$ , м <sup>3</sup>	$V_2$ , м <sup>3</sup>	$m_1$ ствола, кг	$m_2$ ствола, кг	$m_1$ сучьев, кг
1	13,6	22,7	0,157	0,157	108,3	108,3	114,3
2	13,6	22,7	0,157	0,157	108,3	108,3	114,3
3	13,6	22,7	0,157	0,157	108,3	108,3	114,3
4	13,6	22,7	0,157	0,157	108,3	108,3	114,3
5	13,6	22,7	0,157	0,157	108,3	108,3	114,3
6	13,6	22,7	0,157	0,157	108,3	108,3	114,3
7	13,6	22,7	0,157	0,157	108,3	108,3	114,3
8	13,6	22,7	0,157	0,157	108,3	108,3	114,3

оконч. приложения Е							
1	2	3	4	5	6	7	8
№	m2 сучьев, кг	m1 общ, кг	m2 общ, кг	M1, Нм	M2, Нм	D сер1, см	D сер2, см
1	114,3	222,6	222,6	52564,4	52564,4	13,6	13,6
2	114,3	222,6	222,6	80907,8	80907,8	13,6	13,6
3	114,3	222,6	222,6	108708,3	108708,3	13,6	13,6
4	114,3	222,6	222,6	135754,6	135754,6	13,6	13,6
5	114,3	222,6	222,6	161841,0	161841,0	13,6	13,6
6	114,3	222,6	222,6	186769,2	186769,2	13,6	13,6
7	114,3	222,6	222,6	210349,6	210349,6	13,6	13,6
8	114,3	222,6	222,6	232403,1	232403,1	13,6	13,6
№	W1, м <sup>3</sup>	W2, м <sup>3</sup>	σ1, Па	σ2, Па	сигма общ, Па	Напряжен ие на разрыв, Па	Вероятно сть облома, %
1	0,024682 9	0,0246829	2129584,7	2129584,7	4264780,4	95000000	4,49
2	0,024682 9	0,0246829	3277885,2	3277885,2	6565074,9	95000000	6,91
3	0,024682 9	0,0246829	4404191,7	4404191,7	8821310,4	95000000	9,29
4	0,024682 9	0,0246829	5499940,8	5499940,8	11016332,9	95000000	11,60
5	0,024682 9	0,0246829	6556801,7	6556801,7	13133454,0	95000000	13,82
6	0,024682 9	0,0246829	7566739,3	7566739,3	15156577,4	95000000	15,95
7	0,024682 9	0,0246829	8522075	8522075	17070321,5	95000000	17,97
8	0,024682 9	0,0246829	9415545,5	9415545,5	9416606,6	9443529,7	19,85

## Приложение Ж

Расчет напряжения для многостволья с 2 стволами в кроне в зависимости от угла

№	Высота дерева, м	Высота расхождение, м	Длина кроны, м	Длина ствола, от места расхождения до кроны, м	Угол расхождения $\varphi$ , град	Д на 1,3 м, см	Объем цилиндра отрезка, м
1	23	16,4	6,6	15	58	4,0978	2827,48
2	23	16,4	6,6	25	58	4,0978	2827,48
3	23	16,4	6,6	35	58	4,0978	2827,48
4	23	16,4	6,6	45	58	4,0978	2827,48
5	23	16,4	6,6	55	58	4,0978	2827,48
6	23	16,4	6,6	65	58	4,0978	2827,48
7	23	16,4	6,6	75	58	4,0978	2827,48
8	23	16,4	6,6	85	58	4,0978	2827,48
№	Мобщ, Нм	$V1, м^3$	$V2, м^3$	м1 ствола, кг	м2 ствола, кг	м1 сучьев, кг	м2 сучьев, кг
1	2858,48	0,199	0,199	137,31	137,31	171,5089	171,5089
2	2858,48	0,199	0,199	137,31	137,31	171,5089	171,5089
3	2858,48	0,199	0,199	137,31	137,31	171,5089	171,5089
4	2858,48	0,199	0,199	137,31	137,31	171,5089	171,5089
5	2858,48	0,199	0,199	137,31	137,31	171,5089	171,5089
6	2858,48	0,199	0,199	137,31	137,31	171,5089	171,5089
7	2858,48	0,199	0,199	137,31	137,31	171,5089	171,5089
8	2858,48	0,199	0,199	137,31	137,31	171,5089	171,5089
№	м1 общ, кг	м2 общ, кг	M1, Нм	M2, Нм	D сер1, см	D сер2, см	$W1, м^3$
1	308,8189	308,8189	30381,8	30381,8	15,5	15,5	0,0365405
2	308,8189	308,8189	41702,3	41702,3	15,5	15,5	0,0365405
3	308,8189	308,8189	52806,0	52806,0	15,5	15,5	0,0365405
4	308,8189	308,8189	63608,4	63608,4	15,5	15,5	0,0365405
5	308,8189	308,8189	74027,5	74027,5	15,5	15,5	0,0365405
6	308,8189	308,8189	83983,9	83983,9	15,5	15,5	0,0365405
7	308,8189	308,8189	93402,1	93402,1	15,5	15,5	0,0365405
8	308,8189	308,8189	102210,3	102210,3	15,5	15,5	0,0365405
№	$W2, м^3$	$\sigma1, Па$	$\sigma2, Па$	$\sigma$ общ, Па	Напряжение на разрыв, Па	Вероятность облома, %	
1	0,036540	831456,2	831456,2	1662912,5	95000000	1,75	

	5						
2	0,036540 5	1141262,9	1141262, 9	2282525,8	95000000	2,40	
3	0,036540 5	1445135,7	1445135, 7	2890271,4	95000000	3,04	
4	0,036540 5	1740764,2	1740764, 2	3481528,4	95000000	3,66	
5	0,036540 5	2025900,9	2025900, 9	4051801,7	95000000	4,27	
6	0,036540 5	2298377,8	2298377, 8	4596755,6	95000000	4,84	
7	0,036540 5	2556123,4	2556123, 4	5112246,7	95000000	5,38	
8	0,036540 5	2797178,0	2797178, 0	5594355,9	95000000	5,89	

### Приложение 3

Расчет напряжения для многостволья с 3 стволами и расхождением в нижний части ствола в зависимости от угла

№	Высота дерева, м	Высота расхождения, м	Длина кроны, м	Длина ствола, от места расхождения до кроны, м	Угол расхождения φ, град	Д на 1,3 м, см	Объем цилиндра отрезка, м
1	23	1,40	6,60	15,00	15	98	0,4858
2	23	1,40	6,60	15,00	25	98	0,4858
3	23	1,40	6,60	15,00	35	98	0,4858
4	23	1,40	6,60	15,00	45	98	0,4858
5	23	1,40	6,60	15,00	55	98	0,4858
6	23	1,40	6,60	15,00	65	98	0,4858
7	23	1,40	6,60	15,00	75	98	0,4858
8	23	1,40	6,60	15,00	85	98	0,4858
№	мо, кг	V1, м <sup>3</sup>	m1, кг	W1, м <sup>3</sup>	M1, Нм	м общ, кг	σ1, Па
1	335,20	1,13	781,2	1,2266	7490,97	2463,09	6107,29
2	335,20	1,13	781,2	1,2266	12421,66	2463,09	10127,21
3	335,20	1,13	781,2	1,2266	17257,90	2463,09	14070,14
4	335,20	1,13	781,2	1,2266	21962,94	2463,09	17906,09
5	335,20	1,13	781,2	1,2266	26500,99	2463,09	21605,90
6	335,20	1,13	781,2	1,2266	30837,56	2463,09	25141,45
7	335,20	1,13	781,2	1,2266	34939,67	2463,09	28485,85
8	335,20	1,13	781,2	1,2266	38776,15	2463,09	31613,67
№	V2, м <sup>3</sup>	m2, кг	D2, см	W2, м <sup>3</sup>	M2, Нм	σ2, Па	V3, м <sup>3</sup>
1	1,2829	885,2	46,5	0,986594133	8488,050	8603,4	0,9236
2	1,2829	885,2	46,5	0,986594133	14075,028	14266,3	0,9236
3	1,2829	885,2	46,5	0,986594133	19554,995	19820,7	0,9236
4	1,2829	885,2	46,5	0,986594133	24886,287	25224,4	0,9236

5	1,2829	885,2	46,5	0,986594133	30028,371	30436,4	0,9236
6	1,2829	885,2	46,5	0,986594133	34942,153	35416,9	0,9236
7	1,2829	885,2	46,5	0,986594133	39590,274	40128,2	0,9236
8	1,2829	885,2	46,5	0,986594133	43937,393	44534,4	0,9236
№	m3, кг	D3, см	W3, м <sup>3</sup>	M3, Нм	σ3, Па	D1,3, см	D1, см
1	637,3	44,0	0,835868	6110,814	7310,7	96,0	50,0000
2	637,3	44,0	0,835868	10133,055	12122,8	96,0	50,0000
3	637,3	44,0	0,835868	14078,255	16842,7	96,0	50,0000
4	637,3	44,0	0,835868	17916,420	21434,5	96,0	50,0000
5	637,3	44,0	0,835868	21618,368	25863,4	96,0	50,0000
6	637,3	44,0	0,835868	25155,953	30095,6	96,0	50,0000
7	637,3	44,0	0,835868	28502,281	34099,0	96,0	50,0000
8	637,3	44,0	0,835868	31631,909	37843,2	96,0	50,0000
№	D2, см	V1, м <sup>3</sup>	V2, м <sup>3</sup>	V3, м <sup>3</sup>	m1ст, кг	m2ст, кг	D2, см
1	46,5	0,1644	0,2544	0,25	113,4	175,5	46,5
2	46,5	0,1644	0,2544	0,25	113,4	175,5	46,5
3	46,5	0,1644	0,2544	0,25	113,4	175,5	46,5
окончание Приложения 3							
1	2	3	4	5	6	7	8
4	46,5	0,1644	0,2544	0,25	113,4	175,5	46,5
5	46,5	0,1644	0,2544	0,25	113,4	175,5	46,5
6	46,5	0,1644	0,2544	0,25	113,4	175,5	46,5
7	46,5	0,1644	0,2544	0,25	113,4	175,5	46,5
8	46,5	0,1644	0,2544	0,25	113,4	175,5	46,5
№	m3ст, кг	m1сучьев, кг	m2суч, кг	m3суч, кг	тобщ1, кг	тобщ2, кг	тобщ3, кг
1	172,5	98,5	98,5	98,5	212,0	274,1	172,5
2	172,5	98,5	98,5	98,5	212,0	274,1	172,5
3	172,5	98,5	98,5	98,5	212,0	274,1	172,5
4	172,5	98,5	98,5	98,5	212,0	274,1	172,5
5	172,5	98,5	98,5	98,5	212,0	274,1	172,5
6	172,5	98,5	98,5	98,5	212,0	274,1	172,5
7	172,5	98,5	98,5	98,5	212,0	274,1	172,5
8	172,5	98,5	98,5	98,5	212,0	274,1	172,5
№	m общ3, кг	M1сч, Нм	M2сч, Нм	M3сч, Нм	Dсер1, см	Dсер2, см	тобщ3, кг
1	271,0	127615,0	165003,6	163175,7	14	12	271,0
2	271,0	211613,3	273611,8	270580,7	14	12	271,0
3	271,0	294002,7	380139,7	375928,5	14	12	271,0
4	271,0	374156,9	483777,4	478418,2	14	12	271,0
5	271,0	451466,4	583737,1	577270,5	14	12	271,0
6	271,0	525343,4	679258,6	671733,9	14	12	271,0
7	271,0	595226,3	769615,8	761090,1	14	12	271,0
8	271,0	660583,8	854121,8	844659,9	14	12	271,0
№	Dсер3, см	W1сч, м <sup>3</sup>	W2сч, м <sup>3</sup>	W3сч, м <sup>3</sup>	σ1сч, Па	σ2сч, Па	σсч3, Па
1	13	0,0269255	0,016956	0,021558063	4739557,3	9731281,2	7569127,1
2	13	0,0269255	0,016956	0,021558063	7859213,9	16136574,7	12551254,2
3	13	0,0269255	0,016956	0,021558063	10919117,7	22419183,4	17437955,4
4	13	0,0269255	0,016956	0,021558063	13896004,6	28531341,5	22192077,7

5	13	0,0269255	0,016956	0,021558063	16767241,7	34426578,8	26777476,0
6	13	0,0269255	0,016956	0,021558063	19510999,2	40060074,5	31159288,0
7	13	0,0269255	0,016956	0,021558063	22106416,6	45388997,6	35304199,2
8	13	0,0269255	0,016956	0,021558063	24533761,3	50372833,0	39180696,3
№	$\sigma_{1ст, Па}$	$\sigma_{2ст, Па}$	$\sigma_{3ст, Па}$	$\sigma_{общ, Па}$	Напряжени е на разрыв, Па	Вероятност ь облома, %	
1	4745664,7	9739884,7	7576437,9	22061987,2	95000000	23,22	
2	7869341,2	16150841,0	12563377,0	36583559,2	95000000	38,51	
3	10933187,9	22439004,2	17454798,2	50826990,2	95000000	53,50	
4	13913910,8	28556566,0	22213512,3	64683989,0	95000000	68,09	
5	16788847,6	34457015,2	26803339,5	78049202,3	95000000	82,16	
6	19536140,7	40095491,5	31189383,7	90821015,8	95000000	95,60	
7	22134902,5	45429125,9	35338298,3	102902326,7	95000000	108,32	
8	24565375,0	50417367,5	39218539,6	114201282,1	95000000	120,21	

## Приложение И

Расчет напряжения для многостволия с 3 стволами и расхождением в средней части ствола в зависимости от угла

№	Высота дерева, м	Высота расхождение, м	Длина кроны, м	Длина ствола, от места расхождения до кроны, м	Угол расхождения $\phi$ , град	Д на 1,3 м, см	Объем цилиндра отрезка, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	23	1,40	6,60	15,00	15	98	0,4858
2	23	1,40	6,60	15,00	25	98	0,4858
3	23	1,40	6,60	15,00	35	98	0,4858
4	23	1,40	6,60	15,00	45	98	0,4858
5	23	1,40	6,60	15,00	55	98	0,4858
6	23	1,40	6,60	15,00	65	98	0,4858
7	23	1,40	6,60	15,00	75	98	0,4858
8	23	1,40	6,60	15,00	85	98	0,4858
№	мо, кг	$V1, м^3$	m1, кг	$W1, м^3$	M1, Нм	мобщ, кг	$\sigma1, Па$
1	1448,91	0,10	69,0	1,2266	251,4194	2031,41	204,9788
2	1448,91	0,10	69,0	1,2266	416,9078	2031,41	339,8994
3	1448,91	0,10	69,0	1,2266	579,2266	2031,41	472,2357
4	1448,91	0,10	69,0	1,2266	737,1416	2031,41	600,9817
5	1448,91	0,10	69,0	1,2266	889,4521	2031,41	725,1584
6	1448,91	0,10	69,0	1,2266	1035,0003	2031,41	843,8219
7	1448,91	0,10	69,0	1,2266	1172,6794	2031,41	956,0698
8	1448,91	0,10	69,0	1,2266	1301,4428	2031,41	1061,0489
№	$V2, м^3$	m2, кг	D2, см	$W2, м^3$	M2, Нм	$\sigma2, Па$	D3, см
1	0,2468	170,3	22,7	0,114777627	620,503	5406,1	20,0000
2	0,2468	170,3	22,7	0,114777627	1028,929	8964,5	20,0000

3	0,2468	170,3	22,7	0,114777627	1429,531	12454,8	20,0000
4	0,2468	170,3	22,7	0,114777627	1819,265	15850,3	20,0000
5	0,2468	170,3	22,7	0,114777627	2195,168	19125,4	20,0000
6	0,2468	170,3	22,7	0,114777627	2554,381	22255,0	20,0000
7	0,2468	170,3	22,7	0,114777627	2894,173	25215,5	20,0000
8	0,2468	170,3	22,7	0,114777627	3211,961	27984,2	20,0000
№	V3, м <sup>3</sup>	m3, кг	W3, м <sup>3</sup>	M3, Нм	σ3, Па	D1,3, см	D 1, см
1	0,1791	123,6	0,0785	450,292	5736,2	50	13,6
2	0,1791	123,6	0,0785	746,682	9511,9	50	13,6
3	0,1791	123,6	0,0785	1037,395	13215,2	50	13,6
4	0,1791	123,6	0,0785	1320,221	16818,1	50	13,6
5	0,1791	123,6	0,0785	1593,009	20293,1	50	13,6
6	0,1791	123,6	0,0785	1853,685	23613,8	50	13,6
7	0,1791	123,6	0,0785	2100,269	26755,0	50	13,6
8	0,1791	123,6	0,0785	2330,884	29692,8	50	13,6

окон. приложения И							
1	2	3	4	5	6	7	8
№	D2, см	V1, м <sup>3</sup>	V2, м <sup>3</sup>	V3, м <sup>3</sup>	m1ст, кг	m2ст, кг	m3ст, кг
1	22,7	0,1642	0,1642	0,169	113,3	113,3	116,6
2	22,7	0,1642	0,1642	0,169	113,3	113,3	116,6
3	22,7	0,1642	0,1642	0,169	113,3	113,3	116,6
4	22,7	0,1642	0,1642	0,169	113,3	113,3	116,6
5	22,7	0,1642	0,1642	0,169	113,3	113,3	116,6
6	22,7	0,1642	0,1642	0,169	113,3	113,3	116,6
7	22,7	0,1642	0,1642	0,169	113,3	113,3	116,6
8	22,7	0,1642	0,1642	0,169	113,3	113,3	116,6
№	m1сч, кг	m2сч, кг	m3сч, кг	m1общ, кг	m2общ, кг	m3общ, кг	M1, Нм
1	81,3	81,3	81,3	194,6	194,6	197,9	38715,4
2	81,3	81,3	81,3	194,6	194,6	197,9	64198,6
3	81,3	81,3	81,3	194,6	194,6	197,9	89193,6
4	81,3	81,3	81,3	194,6	194,6	197,9	113510,5
5	81,3	81,3	81,3	194,6	194,6	197,9	136964,4
6	81,3	81,3	81,3	194,6	194,6	197,9	159377,0
7	81,3	81,3	81,3	194,6	194,6	197,9	180577,9
8	81,3	81,3	81,3	194,6	194,6	197,9	200405,8
№	M2, Нм	M3, Нм	Dcep1, см	Dcep2, см	Dcep3, см	W1, м <sup>3</sup>	W2, м <sup>3</sup>
1	38715,4	39374,5	13,6	13,6	14	0,024682912	0,024682912
2	64198,6	65291,4	13,6	13,6	14	0,024682912	0,024682912
3	89193,6	90712,0	13,6	13,6	14	0,024682912	0,024682912

4	113510,5	115442,9	13,6	13,6	14	0,024682912	0,024682912
5	136964,4	139296,0	13,6	13,6	14	0,024682912	0,024682912
6	159377,0	162090,2	13,6	13,6	14	0,024682912	0,024682912
7	180577,9	183651,9	13,6	13,6	14	0,024682912	0,024682912
8	200405,8	203817,4	13,6	13,6	14	0,024682912	0,024682912
№	$W_3, м^3$	$\sigma_{1кр}, Па$	$\sigma_{2кр}, Па$	$\sigma_{3кр}, Па$	$\sigma_{общ}, Па$	Напряжение на разрыв, Па	Вероятность облома, %
1	0,0269255	1568510,972	1568510,972	1462349,469	4610718,7	95000000	4,85
2	0,0269255	2600931,339	2600931,339	2424892,544	7645571,5	95000000	8,05
3	0,0269255	3613577,101	3613577,101	3368999,418	10622295,9	95000000	11,18
4	0,0269255	4598749,218	4598749,218	4287492,147	13518260,0	95000000	14,23
5	0,0269255	5548957,532	5548957,532	5173387,526	16311446,3	95000000	17,17
6	0,0269255	6456977,709	6456977,709	6019950,187	18980618,3	95000000	19,98
7	0,0269255	7315906,168	7315906,168	6820743,805	21505482,7	95000000	22,64
8	0,0269255	8119212,566	8119212,566	7569680,029	23866843,2	95000000	25,12

## Приложение К

Расчет напряжения для многостволья с 3 стволами и расхождением в кроне в зависимости от угла

№	Высота дерева, м	Высота расхождение, м	Длина кроны, м	Длина ствола, от места расхождения до кроны, м	Угол расхождения $\phi$ , град	Д на 1,3 м, см	Объем цилиндра отрезка, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	23	16,4	6,60	0,00	15	58	4,0978
2	23	16,4	6,60	0,00	25	58	4,0978
3	23	16,4	6,60	0,00	35	58	4,0978
4	23	16,4	6,60	0,00	45	58	4,0978
5	23	16,4	6,60	0,00	55	58	4,0978
6	23	16,4	6,60	0,00	65	58	4,0978
7	23	16,4	6,60	0,00	75	58	4,0978
8	23	16,4	6,60	0,00	85	58	4,0978
№	$m_0, кг$	$m_{общ}, кг$	$V_1, м^3$	$V_2, м^3$	$V_3, м^3$	$m_{1ст}, кг$	$m_{2ст}, кг$
1	2827,48	2858,48	0,199	0,199	0,169	137,31	137,31
2	2827,48	2858,48	0,199	0,199	0,169	137,31	137,31
3	2827,48	2858,48	0,199	0,199	0,169	137,31	137,31
4	2827,48	2858,48	0,199	0,199	0,169	137,31	137,31
5	2827,48	2858,48	0,199	0,199	0,169	137,31	137,31
6	2827,48	2858,48	0,199	0,199	0,169	137,31	137,31
7	2827,48	2858,48	0,199	0,199	0,169	137,31	137,31
8	2827,48	2858,48	0,199	0,199	0,169	137,31	137,31
№	$m_{3ст}, кг$	$m_{1сч}, кг$	$m_{2сч}, кг$	$m_{3сч}, кг$	$M_1, Нм$	$M_2, Нм$	$M_3, Нм$
1	116,6	114,34	114,34	114,34	38715,4	38715,4	39374,5
2	116,6	114,34	114,34	114,34	64198,6	64198,6	65291,4
3	116,6	114,34	114,34	114,34	89193,6	89193,6	90712,0

4	116,6	114,34	114,34	114,34	113510,5	113510,5	115442,9
5	116,6	114,34	114,34	114,34	136964,4	136964,4	139296,0
6	116,6	114,34	114,34	114,34	159377,0	159377,0	162090,2
7	116,6	114,34	114,34	114,34	180577,9	180577,9	183651,9
8	116,6	114,34	114,34	114,34	200405,8	200405,8	203817,4
№	Dcep1, кг	Dcep2, кг	Dcep3, кг	W1, м <sup>3</sup>	W2, м <sup>3</sup>	W3, м <sup>3</sup>	σ, Па
1	13,6	13,6	14	0,0365405	0,0365405	0,0269255	421896,83
2	13,6	13,6	14	0,0365405	0,0365405	0,0269255	699596,44
3	13,6	13,6	14	0,0365405	0,0365405	0,0269255	971977,09
4	13,6	13,6	14	0,0365405	0,0365405	0,0269255	1236967,9
5	13,6	13,6	14	0,0365405	0,0365405	0,0269255	1492554,2
6	13,6	13,6	14	0,0365405	0,0365405	0,0269255	1736792,7
7	13,6	13,6	14	0,0365405	0,0365405	0,0269255	1967826,6
8	13,6	13,6	14	0,0365405	0,0365405	0,0269255	2183899,3

Окончание приложение К							
1	2	3	4	5	6	7	8
№	σ2, Па	σ3, Па	σ 1ст, Па	σ 2ст, Па	σ 3ст, Па	σ общ, Па	Вероятность облома, %
1	421896,83	525458,1961	421896,8	421896,8	525458,2	1369251,9	1,44
2	699596,44	871323,64	699596,4	699596,4	871323,6	2270516,5	2,39
3	971977,09	1210564,503	971977,1	971977,1	1210564,5	3154518,7	3,32
4	1236967,9	1540601,571	1236967,9	1236967,9	1540601,6	4014537,4	4,23
5	1492554,2	1858925,609	1492554,2	1492554,2	1858925,6	4844034,0	5,10
6	1736792,7	2163116,433	1736792,7	1736792,7	2163116,4	5636701,9	5,93
7	1967826,6	2450861,311	1967826,6	1967826,6	2450861,3	6386514,5	6,72
8	2183899,3	2719972,55	2183899,3	2183899,3	2719972,5	7087771,2	7,46

## Приложение Л

Степень патологичности многостволия для дуба черешчатого в зависимости от положения на стволе и угла отхождения.

Средняя СП	Количество стволов	Положение на стволе	Угол отхождения	
1	2	3	4	5
Молодняки	2	До 1/3	До 30°	1,8
			30°-60°	1,5
			Более 60°	2,0
		1/3-2/3	До 30°	1,5
			30°-60°	1,3
			Более 60°	1,8
		Выше 2/3	До 30°	1,3
			30°-60°	1,0
			Более 60°	1,5
	3	До 1/3	До 30°	2,0
			30°-60°	1,8
			Более 60°	2,3
		1/3-2/3	До 30°	1,8
			30°-60°	2,0
			Более 60°	1,5
		Выше 2/3	До 30°	1,5
			30°-60°	1,3
			Более 60°	1,8
	4 и более	До 1/3	До 30°	2,3
			30°-60°	2,0

	(букетное)	1/3-2/3	Более 60°	2,3		
			До 30°	2,0		
			30°-60°	1,8		
		Выше 2/3	Более 60°	2,3		
			До 30°	1,8		
			30°-60°	1,5		
		Приспевающие	2	До 1/3	До 30°	2,0
					30°-60°	1,8
					Более 60°	2,3
1/3-2/3	До 30°			1,8		
	30°-60°			1,5		
	Более 60°			2,0		
Выше 2/3	До 30°			1,5		
	30°-60°			1,3		
	Более 60°			1,8		
3	До 1/3	До 30°	2,3			
		30°-60°	2,0			
		Более 60°	2,5			
продолжение прил. Л						
1	2	3	4	5		
		1/3-2/3	До 30°	2,0		
			30°-60°	1,8		
			Более 60°	2,3		
		Выше 2/3	До 30°	1,8		
			30°-60°	1,5		
			Более 60°	2,0		
		4 и более (букетное)	До 1/3	До 30°	2,5	
				30°-60°	2,3	
				Более 60°	2,8	
			1/3-2/3	До 30°	2,3	
				30°-60°	2,0	
				Более 60°	2,5	
			Выше 2/3	До 30°	2,0	
				30°-60°	1,8	
				Более 60°	2,3	
Спелые	2	До 1/3	До 30°	2,3		
			30°-60°	2,0		
			Более 60°	2,5		
		1/3-2/3	До 30°	2,0		
			30°-60°	1,8		
			Более 60°	2,3		
		Выше 2/3	До 30°	1,8		
			30°-60°	1,5		
			Более 60°	2,0		
	3	До 1/3	До 30°	2,5		
			30°-60°	2,3		
			Более 60°	2,8		
		1/3-2/3	До 30°	2,3		
			30°-60°	2,0		
			Более 60°	2,0		

		Выше 2/3	Более 60°	2,5	
			До 30°	2,0	
			30°-60°	1,8	
			Более 60°	2,3	
	4 и более (буке тное)	До 1/3		До 30°	2,8
				30°-60°	2,5
				Более 60°	3,0
		1/3-2/3		До 30°	2,5
				30°-60°	2,3
				Более 60°	2,8
		Выше 2/3		До 30°	2,3
				30°-60°	2,0
				Более 60°	2,5

Степень патологичности толстых скелетных ветвей для дуба черешчатого в зависимости от массы, соотношение диаметра ТСВ от диаметра ствола, угла отхождения

Возраст	Положение на стволе	Соотношение d ветви и ствола	Угол отхождения ветви	Средняя СП	
1	2	3	4	5	
Молодняки	До 1/3	Меньше 1/3	До 45°	1,3	
			45°-60°	1,8	
			Более 60°	2,0	
		1/3-2/3	До 45°	1,8	
				45°-60°	2,0
				Более 60°	2,3
			Больше 2/3	До 45°	2,0
				45°-60°	2,3
				Более 60°	2,5
	1/3-2/3	Меньше 1/3	До 45°	1,3	
			45°-60°	1,5	
			Более 60°	1,8	
		1/3-2/3	До 45°	1,5	
			45°-60°	1,8	
			Более 60°	2,0	
		Больше 2/3	До 45°	1,8	
			45°-60°	2,0	
			Более 60°	2,3	
	Выше 2/3	Меньше 1/3	До 45°	1,0	
			45°-60°	1,3	
			Более 60°	1,5	
		1/3-2/3	До 45°	1,3	
			45°-60°	1,5	
			Более 60°	1,8	
Больше 2/3		До 45°	1,5		
		45°-60°	1,8		
		Более 60°	2,0		
Приспевающие	До 1/3	Меньше 1/3	До 45°	1,8	
			45°-60°	2,0	
			Более 60°	2,3	
		1/3-2/3	До 45°	2,0	
			45°-60°	2,3	
			Более 60°	2,5	
		Больше 2/3	До 45°	2,3	
			45°-60°	2,5	
			Более 60°	2,8	

окончание прил. М						
1	2	3	4	5		
	1/3-2/3	Меньше 1/3	До 45°	1,5		
			45°-60°	1,8		
			Более 60°	2,0		
		1/3-2/3	До 45°	1,8		
			45°-60°	2,0		
			Более 60°	2,3		
		Больше 2/3	До 45°	2,0		
			45°-60°	2,3		
			Более 60°	2,5		
		Выше 2/3	Меньше 1/3	До 45°	1,3	
				45°-60°	1,5	
				Более 60°	1,8	
	1/3-2/3		До 45°	1,5		
			45°-60°	1,8		
			Более 60°	2,0		
	Больше 2/3		До 45°	1,8		
			45°-60°	2,0		
			Более 60°	2,3		
	Спелые		До 1/3	Меньше 1/3	До 45°	2,0
					45°-60°	2,3
					Более 60°	2,5
		1/3-2/3		До 45°	2,3	
				45°-60°	2,5	
				Более 60°	2,8	
Больше 2/3		До 45°		2,5		
		45°-60°		2,8		
		Более 60°		3,0		
1/3-2/3		Меньше 1/3	До 45°	1,8		
			45°-60°	2,0		
			Более 60°	2,3		
		1/3-2/3	До 45°	2,0		
			45°-60°	2,3		
			Более 60°	2,5		
		Больше 2/3	До 45°	2,3		
			45°-60°	2,5		
			Более 60°	2,8		
Выше 2/3		Меньше 1/3	До 45°	1,5		
			45°-60°	1,8		
			Более 60°	2,0		
		1/3-2/3	До 45°	1,8		
			45°-60°	2,0		
			Более 60°	2,3		
	Больше 2/3	До 45°	2,0			
		45°-60°	2,3			
		Более 60°	2,5			

Степень патологичности срастания для дуба черешчатого в зависимости от вида срастания, положение на стволе, пространственного расположения, степени и протяженности срастания

Возраст	Разновидность	Положение на стволов	Пространственное расположение стволов	Степень срастание	Протяженность касания	Средняя СП	
1	2	3	4	5	6	7	
Молодняки		До 1/3	Параллельное	Каллюсное	более 3 d	2,3	
					менее 3 d	2,6	
				Заболонное	более 3 d	1,8	
					менее 3 d	2,5	
				Полное	более 3 d	2,0	
					менее 3 d	2,3	
			Крестообразное	Каллюсное	более 3 d	2,2	
					менее 3 d	2,5	
				Заболонное	более 3 d	2,0	
					менее 3 d	2,3	
				Полное	более 3 d	1,8	
					менее 3 d	2,2	
			Витое	Каллюсное	более 3 d	2,0	
					менее 3 d	2,3	
				Заболонное	более 3 d	1,8	
					менее 3 d	2,2	
				Полное	более 3 d	1,6	
					менее 3 d	2,0	
				Параллельное	Каллюсное	более 3 d	2,5
						менее 3 d	2,8
					Заболонное	более 3 d	2,3
						менее 3 d	2,6
					Полное	более 3 d	2,2
						менее 3 d	2,5
		Крестообразное			Каллюсное	более 3 d	2,3
						менее 3 d	2,6
					Заболонное	более 3 d	2,2
						менее 3 d	2,5
					Полное	более 3 d	2,0
						менее 3 d	2,3
		Витое		Каллюсное	более 3 d	2,3	
					менее 3 d	2,5	
				Заболонное	более 3 d	2,0	
					менее 3 d	2,3	

продолжение прил. Н						
1	2	3	4	5	6	7
Молодняки	Фрагментарная	Выше 2/3	Параллельное	Полное	более 3 d	1,8
					менее 3 d	2,2
				Каллюсное	более 3 d	2,2
					менее 3 d	2,5
				Заболонное	более 3 d	2,0
					менее 3 d	2,3
			Крестообразное	Полное	более 3 d	1,8
					менее 3 d	2,2
				Каллюсное	более 3 d	2,0
		менее 3 d	2,3			
		Витое	Каллюсное	более 3 d	2,0	
				менее 3 d	2,3	
			Заболонное	более 3 d	1,8	
		менее 3 d		2,2		
		Полное	более 3 d	1,6		
			менее 3 d	2,0		
			менее 3 d	2,0		
		До 1/3	Параллельное	Каллюсное	более 3 d	1,8
	менее 3 d				2,2	
	Заболонное			более 3 d	1,8	
				менее 3 d	2,2	
	Полное			более 3 d	1,6	
				менее 3 d	2,0	
	Крестообразное		Каллюсное	более 3 d	1,8	
				менее 3 d	2,2	
			Заболонное	более 3 d	1,6	
	менее 3 d	2,0				
	Витое	Полное	более 3 d	1,5		
			менее 3 d	1,8		
		Каллюсное	более 3 d	1,6		
	менее 3 d		2,0			
	Заболонное	более 3 d	1,5			
		менее 3 d	1,8			
		менее 3 d	1,8			
	Полное	более 3 d	1,3			
		менее 3 d	1,6			
		менее 3 d	1,6			
	1/3-2/3	Параллельное	Каллюсное	более 3 d	2,2	
				менее 3 d	2,5	
			Заболонное	более 3 d	2,0	
				менее 3 d	2,3	
			Полное	более 3 d	1,8	
менее 3 d				2,2		
Крестообразное		Каллюсное	более 3 d	2,0		
			менее 3 d	2,3		
		Заболонное	более 3 d	1,8		
менее 3 d	2,2					

продолжение прил. Н						
1	2	3	4	5	6	7
Молодняки	Перемычкой	Выше 2/3	Витое	Полное	более 3 d	1,6
					менее 3 d	2,0
				Каллюсное	более 3 d	1,8
					менее 3 d	2,2
				Заболонное	более 3 d	1,6
					менее 3 d	2,0
			Полное	более 3 d	1,5	
				менее 3 d	1,8	
			Параллельное	Каллюсное	более 3 d	1,8
					менее 3 d	2,2
				Заболонное	более 3 d	1,6
					менее 3 d	2,0
		Полное		более 3 d	1,5	
				менее 3 d	1,8	
		Крестообразное	Каллюсное	более 3 d	1,6	
				менее 3 d	2,0	
			Заболонное	более 3 d	1,5	
				менее 3 d	1,8	
			Полное	более 3 d	1,3	
				менее 3 d	1,6	
		Витое	Каллюсное	более 3 d	1,3	
	менее 3 d			1,8		
	Заболонное		более 3 d	1,3		
			менее 3 d	1,6		
	Полное		более 3 d	1,2		
			менее 3 d	1,5		
	До 1/3	Каллюсное	более 3 d	2,0		
			менее 3 d	2,4		
			Заболонное	более 3 d	1,8	
				менее 3 d	2,2	
			Полное	более 3 d	1,6	
				менее 3 d	2,0	
		1/3-2/3	Каллюсное	более 3 d	2,2	
				менее 3 d	2,6	
			Заболонное	более 3 d	2,0	
				менее 3 d	2,4	
			Полное	более 3 d	1,8	
				менее 3 d	2,2	
	Выше 2/3	Каллюсное	более 3 d	1,8		
			менее 3 d	2,2		
		Заболонное	более 3 d	1,6		
			менее 3 d	2,0		
Полное		более 3 d	1,4			
		менее 3 d	1,8			
До 1/3	Параллельное	Каллюсное	более 3 d	2,5		
			менее 3 d	2,8		

продолжение прил.Н								
1	2	3	4	5	6	7		
Приспевающие, спелые	Точечное	До 1/3	Параллельное	Заболонное	более 3 d	2,3		
					менее 3 d	2,6		
				Полное	более 3 d	2,3		
					менее 3 d	2,5		
			Крестообразное	Каллюсное	более 3 d	2,3		
					менее 3 d	2,6		
				Заболонное	более 3 d	2,2		
					менее 3 d	2,5		
				Полное	более 3 d	2,0		
					менее 3 d	2,3		
			Витое	Каллюсное	более 3 d	2,2		
					менее 3 d	2,5		
		Заболонное		более 3 d	2,0			
				менее 3 d	2,3			
		Полное		более 3 d	1,8			
				менее 3 d	2,2			
		1/3-2/3	Параллельное	Каллюсное	более 3 d	2,6		
					менее 3 d	3,0		
				Заболонное	более 3 d	2,5		
					менее 3 d	2,8		
				Полное	более 3 d	2,3		
					менее 3 d	2,8		
				Крестообразное	Каллюсное	более 3 d	2,5	
						менее 3 d	2,8	
			Заболонное		более 3 d	2,3		
					менее 3 d	2,6		
			Полное		более 3 d	2,2		
					менее 3 d	2,5		
			Витое	Каллюсное	более 3 d	2,3		
					менее 3 d	2,6		
				Заболонное	более 3 d	2,2		
					менее 3 d	2,5		
				Полное	более 3 d	2,0		
					менее 3 d	2,3		
				Выше 2/3	Параллельное	Каллюсное	более 3 d	2,3
							менее 3 d	2,6
			Заболонное			более 3 d	2,2	
						менее 3 d	2,5	
			Полное			более 3 d	2,0	
						менее 3 d	2,3	
		Крестообразное	Каллюсное		более 3 d	2,2		
					менее 3 d	2,5		
			Заболонное		более 3 d	2,0		
					менее 3 d	2,3		
			Полное		более 3 d	1,8		
					менее 3 d	2,2		
			Каллюсное	более 3 d	2,0			
				менее 3 d	2,3			

продолжение прил.Н								
1	2	3	4	5	6	7		
Приспевающие, спелые	Фрагментарная	До 1/3	Витое	Заболонное	более 3 d	1,8		
					менее 3 d	2,2		
				Полное	более 3 d	1,6		
					менее 3 d	2,0		
			Параллельное	Каллюсное	более 3 d	2,2		
					менее 3 d	2,5		
					Заболонное	более 3 d	2,0	
						менее 3 d	2,3	
				Полное	более 3 d	1,8		
					менее 3 d	2,2		
					Крестообразное	Каллюсное	более 3 d	2,0
							менее 3 d	2,3
		Заболонное	более 3 d	1,8				
			менее 3 d	2,2				
		Полное	более 3 d	1,6				
			менее 3 d	2,0				
			Витое	Каллюсное	более 3 d	1,8		
					менее 3 d	2,2		
		Заболонное		более 3 d	1,6			
				менее 3 d	2,0			
		Полное	более 3 d	1,5				
			менее 3 d	1,8				
			1/3-2/3	Параллельное	Каллюсное	более 3 d	2,5	
						менее 3 d	2,7	
		Заболонное			более 3 d	2,2		
					менее 3 d	2,5		
		Полное		более 3 d	2,0			
				менее 3 d	2,3			
			Крестообразное	Каллюсное	более 3 d	2,2		
					менее 3 d	2,5		
		Заболонное		более 3 d	2,0			
				менее 3 d	2,3			
		Полное	более 3 d	1,8				
			менее 3 d	2,2				
			Витое	Каллюсное	более 3 d	2,0		
					менее 3 d	2,3		
		Заболонное		более 3 d	1,8			
				менее 3 d	2,2			
		Полное	более 3 d	1,8				
			менее 3 d	2,0				
			Выше 2/3	Параллельное	Каллюсное	более 3 d	2,0	
						менее 3 d	2,3	
		Заболонное			более 3 d	1,8		
					менее 3 d	2,2		
		Полное		более 3 d	1,8			
				менее 3 d	2,0			
		Крестообразное	Каллюсное	более 3 d	1,8			
				менее 3 d	2,2			

окончания прил.Н							
1	2	3	4	5	6	7	
Приспевающие, спелые	Перемычкой			Заболонное	более 3 d	1,8	
					менее 3 d	2,0	
				Полное	более 3 d	1,5	
					менее 3 d	1,8	
				Витое	Каллюсное	более 3 d	1,6
						менее 3 d	2,0
					Заболонное	более 3 d	1,5
			менее 3 d	1,8			
			Полное	более 3 d	1,3		
				менее 3 d	1,8		
			До 1/3	Каллюсное	более 3 d	2,2	
					менее 3 d	2,6	
					Заболонное	более 3 d	2,0
						менее 3 d	2,4
	Полное	более 3 d			1,8		
		менее 3 d			2,2		
	1/3-2/3	Каллюсное		более 3 d	2,4		
				менее 3 d	2,8		
		Заболонное		более 3 d	2,2		
				менее 3 d	2,6		
		Полное		более 3 d	2,0		
				менее 3 d	2,4		
	Выше 2/3	Каллюсно	более 3 d	2,0			
			менее 3 d	2,4			
		Заболонное	более 3 d	1,8			
			менее 3 d	2,2			
		Полное	более 3 d	1,6			
			менее 3 d	2,0			

Степень патологичности наростов и опухолей для дуба черешчатого в зависимости от вида, положение на стволе, соотношения диаметра нароста (опухали) с диаметром ствола, количества на стволе

Возраст	Разновидность	Положение на стволов	Соотношение с d ствола	Количество на стволе	Средняя СП	
1	2	3	4	5	6	
Молодняки	Кап	До 1/3	<1/2 d ствола	Одиночный	1,8	
				2-3 шт.	2,0	
				>3	2,2	
			1/2- 1 d ствола	Одиночный	2,0	
				2-3 шт.	2,2	
				>3	2,4	
			> 1 d ствола	Одиночный	2,2	
				2-3 шт.	2,4	
				>3	2,6	
		1/3-2/3	<1/2 d ствола	Одиночный	1,6	
				2-3 шт.	1,8	
				>3	2,0	
			1/2- 1 d ствола	Одиночный	1,8	
				2-3 шт.	2,0	
				>3	2,2	
			> 1 d ствола	Одиночный	2,0	
				2-3 шт.	2,2	
				>3	2,4	
		Выше 2/3	<1/2 d ствола	Одиночный	1,4	
				2-3 шт.	1,6	
				>3	1,8	
			1/2- 1 d ствола	Одиночный	1,6	
				2-3 шт.	1,8	
				>3	2,0	
			> 1 d ствола	Одиночный	1,8	
				2-3 шт.	2,0	
				>3	2,2	
		До 1/3	<1/2 d ствола	Одиночный	1,6	
				2-3 шт.	1,8	
				>3	2,0	
				1/2- 1 d ствола	Одиночный	1,8
					2-3 шт.	2,0
					>3	2,2
			> 1 d ствола	Одиночный	2,0	
				2-3 шт.	2,2	
				>3	2,4	
			1/3-2/3	<1/2 d ствола	Одиночный	1,6
					2-3 шт.	1,8

продолжение прил. О							
1	2	3	4	5	6		
Молодняки	Сувель		1/2- 1 d ствола	>3	2,0		
				Одиночный	1,8		
				2-3 шт.	2,0		
			>3	2,2			
			> 1 d ствола	Одиночный	2,0		
				2-3 шт.	2,4		
		>3		2,6			
		Выше 2/3	<1/2 d ствола	Одиночный	1,4		
				2-3 шт.	1,6		
				>3	1,8		
			1/2- 1 d ствола	Одиночный	1,6		
				2-3 шт.	1,8		
				>3	2,0		
		> 1 d ствола	Одиночный	1,8			
			2-3 шт.	2,0			
			>3	2,2			
		Раковые опухоли	До 1/3	<1/2 d ствола	Одиночный	2,2	
					2-3 шт.	2,4	
	>3				2,6		
	1/2- 1 d ствола				Одиночный	2,4	
					2-3 шт.	2,6	
					>3	2,8	
	> 1 d ствола			Одиночный	2,6		
				2-3 шт.	2,8		
				>3	3,0		
				1/3-2/3	<1/2 d ствола	Одиночный	2,0
						2-3 шт.	2,2
						>3	2,4
	1/2- 1 d ствола				Одиночный	2,2	
					2-3 шт.	2,4	
					>3	2,6	
	> 1 d ствола			Одиночный	2,0		
				2-3 шт.	2,6		
				>3	2,8		
			Выше 2/3	<1/2 d ствола	Одиночный	1,4	
					2-3 шт.	1,6	
					>3	1,8	
	1/2- 1 d ствола			Одиночный	1,6		
				2-3 шт.	1,8		
				>3	2,0		
	> 1 d ствола		Одиночный	1,8			
			2-3 шт.	2,0			
			>3	2,2			
	До 1/3		<1/2 d ствола	Одиночный	1,6		
				2-3 шт.	1,8		
				>3	2,0		
			1/2- 1 d ствола	Одиночный	1,8		
				2-3 шт.	2,0		

продолжение прил.О							
1	2	3	4	5	6		
Приспевающие, спелые	Кап			>3	2,2		
			> 1 d ствола	Одиночный 2-3 шт. >3	2,0 2,2 2,4		
		1/3-2/3	<1/2 d ствола	Одиночный 2-3 шт. >3	1,4 1,6 1,8		
			1/2- 1 d ствола	Одиночный 2-3 шт. >3	1,6 1,8 2,0		
			> 1 d ствола	Одиночный 2-3 шт. >3	1,6 2,0 2,2		
		Выше 2/3	<1/2 d ствола	Одиночный 2-3 шт. >3	1,2 1,4 1,6		
			1/2- 1 d ствола	Одиночный 2-3 шт. >3	1,4 1,6 1,8		
			> 1 d ствола	Одиночный 2-3 шт. >3	1,6 1,8 2,0		
		Сувель	До 1/3	<1/2 d ствола	Одиночный	1,6	
					2-3 шт.	1,8	
					>3	2,0	
				1/2- 1 d ствола	Одиночный	1,8	
					2-3 шт.	2,0	
					>3	2,2	
				> 1 d ствола	Одиночный	2,0	
					2-3 шт.	2,2	
					>3	2,4	
				1/3-2/3	<1/2 d ствола	Одиночный	1,4
						2-3 шт.	1,6
						>3	1,8
	1/2- 1 d ствола		Одиночный		1,6		
			2-3 шт.		1,8		
			>3		2,0		
	> 1 d ствола		Одиночный		1,8		
			2-3 шт.		2,0		
			>3		2,2		
	Выше 2/3		<1/2 d ствола		Одиночный	1,0	
					2-3 шт.	1,4	
					>3	1,6	
			1/2- 1 d ствола	Одиночный	1,4		
				2-3 шт.	1,6		
				>3	1,8		
	> 1 d ствола		Одиночный	1,6			
			2-3 шт.	1,8			

окончание прил. О							
1	2	3	4	5	6		
	Раковая опухоль	До 1/3	<1/2 d ствола	>3	2,0		
				Одиночный	2,0		
				2-3 шт.	2,2		
			1/2- 1 d ствола	>3	2,4		
				Одиночный	2,2		
				2-3 шт.	2,4		
			> 1 d ствола	>3	2,6		
				Одиночный	2,4		
				2-3 шт.	2,6		
		1/3-2/3	<1/2 d ствола	>3	2,8		
				Одиночный	1,8		
				2-3 шт.	2,0		
			1/2- 1 d ствола	>3	2,2		
				Одиночный	2,0		
				2-3 шт.	2,2		
			> 1 d ствола	>3	2,4		
				Одиночный	2,2		
				2-3 шт.	2,4		
		Выше 2/3	<1/2 d ствола	>3	2,6		
				Одиночный	1,6		
				2-3 шт.	1,8		
			1/2- 1 d ствола	>3	2,0		
				Одиночный	1,8		
				2-3 шт.	2,0		
			> 1 d ствола	>3	2,2		
				Одиночный	2,0		
				2-3 шт.	2,2		
						>3	2,4

Степень патологичности искривления, наклона, искривления для дуба черешчатого в зависимости от формы ПФС, от угла наклона, высоты начала искривления, изгиба от радиуса изгиба

Разновидность	Форма ПФС	Угол наклона/ Высота начала искривления	Радиус изгиба	Средняя СП	
Наклон	Прямой	Больше 30°		3,0	
		Меньше 30°		1,0	
Изгиб ствола	Саблевидное		менее1d	0,5	
			1d-3d	1,0	
			более3 d	1,5	
	Серповидный	До 1/3		менее1d	1,3
				1d-3d	2,0
				более3 d	2,5
		1/3 - 2/3		менее1d	1,3
				1d-3d	1,7
				более3 d	2,0
		Выше 2/3		менее1d	1,0
				1d-3d	1,3
				более3 d	1,7
Искривление	Угловое, Z образное	До 1/3	менее1d	1,3	
			1d-3d	2,0	
			более3 d	2,5	
		1/3 - 2/3		менее1d	1,3
				1d-3d	1,7
				более3 d	2,0
		Выше 2/3		менее1d	1,0
				1d-3d	1,3
				более3 d	1,7
	S образное		менее1d	0,5	
			1d-3d	1,0	
			более3 d	1,5	
	Оригинальное		менее1d	1,5	
			1d-3d	2,0	
			более3 d	2,5	

Степень патологичности поперечной несимметричности для дуба черешчатого в зависимости от формы патологии, ее протяжённости по стволу, и степени выраженности

Возраст	Форма патологии ствола	Место расположение по высоте ствола	Степень выраженности патологии	Средняя СП в балах
1	2	3	4	5
Молодняки	Односторонняя бочковидность	До 1/3	Меньше 0,5	2,8
			От 1 до 0,5	2,5
		1/3-2/3	Меньше 0,5	2,5
			От 1 до 0,5	2,3
		Выше 2/3	Меньше 0,5	2,3
			От 1 до 0,5	2,0
	Сухобочина	До 1/3	Меньше 0,5	2,3
			От 1 до 0,5	2,0
		1/3-2/3	Меньше 0,5	2,0
			От 1 до 0,5	1,8
		Выше 2/3	Меньше 0,5	1,8
			От 1 до 0,5	1,5
	Ребристость	До 1/3	До 0,1	0,8
			Более 0,1	1,0
		1/3-2/3	До 0,1	0,5
			Более 0,1	0,8
		Выше 2/3	До 0,1	0,3
			Более 0,1	0,5
	Перетяжка	До 1/3	До 0,1	1,0
			Более 0,1	1,3
		1/3-2/3	До 0,1	0,8
			Более 0,1	1,0
		Выше 2/3	До 0,1	0,5
			Более 0,1	0,8
Приспевающие	Односторонняя бочковидность	До 1/3	Меньше 0,5	3,0
			От 1 до 0,5	2,8
		1/3-2/3	Меньше 0,5	2,8
			От 1 до 0,5	2,5
		Выше 2/3	Меньше 0,5	2,5
			От 1 до 0,5	2,3
	Сухобочина	До 1/3	Меньше 0,5	2,8
			От 1 до 0,5	2,5
		1/3-2/3	Меньше 0,5	2,5
			От 1 до 0,5	2,3
		Выше 2/3	Меньше 0,5	2,3
			От 1 до 0,5	2,0
		До 1/3	До 0,1	0,8

окончание прил. Р				
1	2	3	4	5
	Ребристость		Более 0,1	1,0
		1/3-2/3	До 0,1	0,5
		Выше 2/3	Более 0,1	0,8
			До 0,1	0,3
	Перетяжка	До 1/3	Более 0,1	0,5
			До 0,1	1,0
		1/3-2/3	Более 0,1	1,3
			До 0,1	0,8
Выше 2/3	Более 0,1	1,0		
	До 0,1	0,5		
	Более 0,1	0,8		
	До 0,1	0,5		
Спелые	Односторонняя бочковидность	До 1/3	Меньше 0,5	3,0
			От 1 до 0,5	2,8
		1/3-2/3	Меньше 0,5	2,8
			От 1 до 0,5	2,5
			Меньше 0,5	2,5
	Выше 2/3	От 1 до 0,5	2,3	
		До 1/3	Меньше 0,5	2,8
			От 1 до 0,5	2,5
		1/3-2/3	Меньше 0,5	2,5
	От 1 до 0,5		2,3	
	Выше 2/3		Меньше 0,5	2,3
			От 1 до 0,5	2,0
	Ребристость	До 1/3	До 0,1	0,8
			Более 0,1	1,0
		1/3-2/3	До 0,1	0,5
			Более 0,1	0,8
	Выше 2/3	До 0,1	0,3	
		Более 0,1	0,5	
		До 1/3	До 0,1	1,0
			Более 0,1	1,3
1/3-2/3	До 0,1	0,8		
	Более 0,1	1,0		
	Выше 2/3	До 0,1	0,5	
		Более 0,1	0,8	