

Министерство образования Республики Башкортостан  
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа д. Три Ключа  
муниципального района Шаранский район Республики Башкортостан»  
МБУ ДО «Центр детского творчества и спорта с. Шаран»

Учебно-исследовательская работа

**Особенности расселения хвойных растений  
в зависимости от морфометрических и биометрических  
параметров и всхожести семян**

Автор: Матвеев Богдан, ученик 9 класса  
МБОУ «СОШ д.Три Ключа МР  
Шаранского района РБ», обучающийся  
объединения «Юный эколог-  
исследователь»

Руководитель: Акбулатов В.Т., учитель  
химии МБОУ «СОШ д. Три Ключа» МР  
Шаранский район РБ, ПДО МБУ ДО  
«Дом детского творчества и спорта  
с.Шаран»

Консультант: Ямилов Ф.З., Заслуженный  
лесовод РБ

## Оглавление

Введение .....	3
Глава 1. Обзор литературы .....	5
Глава 2. Природные условия района исследования .....	7
Глава 3. Эколого-биологические особенности объектов изучения .....	9
Глава 3.1. Эколого-биологические особенности лиственницы Сукачева ( <i>Larix sukaszewii</i> Dyl.) .....	9
Глава 3.2. Эколого-биологические особенности сосны обыкновенной ( <i>Pinus silvestris</i> ) .....	11
Глава 4. Методы и объекты исследования .....	13
Глава 5. Результаты исследования и их обсуждение .....	17
Выводы .....	28
Оценка экологического риска и возможные пути его снижения .....	28
Список литературы и использованных источников .....	29
Приложения .....	30

## Введение

Усиливающееся вмешательство человека в жизнь леса в XX веке привело к явным негативным последствиям, несмотря на значительные успехи в создании искусственных лесов. Хозяйственная деятельность людей, не учитывающая естественные законы живой природы, в большинстве случаев приводит лишь к экологическому ущербу. Лес - воспроизводимый ресурс природы, и если «...уметь законы жизни леса превращать в принципы хозяйственной деятельности...», то этот ресурс станет не только неисчерпаемым, но и приумножаемым.

Восстановление хвойных лесов – одна из главнейших задач лесохозяйственного производства. В масштабе страны ведущее значение имеет их естественное возобновление. Семенное возобновление леса - длительный процесс, состоящий из целого ряда частных процессов: плодоношения и распространения семян, их прорастания, развития всходов, самосева и подроста до смыкания крон.

На каждом из этапов возможен сбой непрерывного процесса из-за длинного ряда причин, относящихся как к абиотическим, так и биотическим факторам. Естественные природные процессы лесообразования и лесовосстановления во многом определяют ход формирования будущих насаждений, а также основные лесоводственно-таксационные показатели древостоев. Воспроизведение леса, таким образом, на современном этапе является важнейшим вопросом не только лесоводства, но и экологической проблемой мирового значения.

Леса нашей планеты являются мощным фактором, существенно влияющим на круговорот веществ и энергии, стабилизацию экологического равновесия биосферы, поэтому проблема изучения способов, путей и темпов расселения популяций древесных растений и успешного воспроизводства лесных фитоценозов, и увеличения площадей, занятых лесами, чрезвычайно *актуальна*.

В жизни каждого сообщества репродуктивная способность, входящих в него растений имеет большое, а иногда решающее значение для его состава, динамики и дальнейшего существования, поэтому всестороннему изучению генеративного размножения древесных растений необходимо уделять большое внимание. Для подавляющего большинства наших древесных пород, особенно хвойных, наибольшее значение имеет семенное размножение. Успешность его зависит как от количества, так и от качества семян, образующихся и вызревающих в шишках, так и от условий прорастания семян и дальнейшего развития появившихся молодых растений. Поэтому изучением семеношения растений каждого сообщества, в том числе и искусственного, является важнейшей задачей исследования этих насаждений и имеет большое научно-практическое значение (Дылыкова С.О и др., 2011).

**Гипотеза:** Мы предположили, что характер расселения хвойных растений самосевом неодинаков и зависит от таких параметров как полновесность семян, их аэродинамические свойства и всхожесть.

**Цель исследования:** оценить характер расселения семян некоторых хвойных растений в зависимости от их биометрических параметров.

### **Задачи:**

1. Выявить места самосевого разрастания сосны и лиственницы, заложить пробные площадки и провести таксономический учет подроста этих пород.

2. Провести сравнительный анализ подростка сосны и лиственницы и определить их жизнеспособность.

3. Провести отбор шишек, провести морфометрический и биометрический анализ отобранного материала.

4. . Изучить аэродинамические свойства семян этих пород, определить всхожесть и выявить зависимость дальности расселения хвойных от этих показателей.

**Степень изученности проблемы.** Вопрос естественного возобновления сосны и лиственницы достаточно хорошо изучен и широко освещён в научной литературе. Интересны исследования возобновления сосны обыкновенной в нарушенных ландшафтах (зарастание залежных земель лесами). Сведений об исследованиях по распространению сосны и лиственницы самосевом и зависимость этого явления от аэродинамических свойств семян пределах изучаемого района, нами не найдено.

## Глава 1. Обзор литературы

1. Аэродинамические свойства семян определяют поведение его в воздушном потоке. При вертикальном воздушном потоке семена могут либо падать, либо уноситься воздухом вверх, либо находиться во взвешенном состоянии, т. е. витать. Скорость витания (м/с) – это скорость потока воздуха, при которой сила тяжести семян уравновешивается силой сопротивления воздуха. Величина скорости витания различна для семян разных культур и зависит от их биометрических показателей.

Практически дальность разлета семян сосны на открытые пространства (заброшенные сельскохозяйственные земли) составляет более 300 м. Это объясняется влиянием ветра и растянутым временем опадения семян сосны, часто еще по снегу и до конца мая.

При изучении заселения сосной таких территорий как в таежной зоне (Кировская область), так и в лесостепи (Пензенская область) нами не обнаружено существенных различий в протекании этого процесса. На заброшенных землях в Пензенской области, граничащих с сосновыми массивами Кададинского лесхоза, где ранее возделывались зерновые, накапливается достаточно большое количество подроста. От опушки 50-летнего чистого сосняка по направлению, перпендикулярному стене леса был учтен весь подрост на отдельных площадках 10x10 м, причем площадки примыкали друг к другу, образуя ленту. Результаты учета свидетельствуют о значительном накоплении подроста и самосева на расстоянии до 70 метров от стены леса.

На большем расстоянии количество подроста на учетных площадках (при пересчете на гектар), редко превышает одну тысячу. Доля крупного подроста от общей его численности связана с удаленностью от стены леса.

Чем дальше от опушки, тем меньше количество подроста, но в его составе начинает преобладать крупный подрост, появившийся в наиболее благоприятные семенные годы. Беспрепятственное накопление его было обеспечено бывшим сельскохозяйственным использованием. Дальнейшее появление всходов и самосева на расстоянии более 70 метров может происходить лишь в семенные годы, обеспеченные влагой.

Экспериментально исследована скорость парашютирования и дальность разлета основной массы семян некоторых древесных пород при средней скорости ветра в момент рассеяния спелых семян - 3,5 м/с и высоте спелых деревьев 24 метра.

Число опавших семян на единицу площади (га), или семенная плотность древесных пород, зависит от видовых особенностей самой породы, балла урожая и расстояния от источника семян. Влияние на дальность распространения семян анемохорных видов имеет в первую очередь скорость ветра. Однако распространению этих видов могут дополнительно способствовать гравитация и рельеф (вниз по склону семена распространяются дальше), вода и животные.

Чем легче семена у вида, тем дальше они распространяются. При этом плотность опавших семян убывает с увеличением расстояния от источника семян. Однако на самое дальнее расстояние распространяются семена лёгкие, чаще всего неполноценные (Денисов, 1999).

2. «...У сосны, по данным Г.С.Корецкого, семеношение в насаждениях наступает с 20-летнего возраста и в 10-15 – летнем возрасте на открытом пространстве. «Цветёт» сосна в мае, опыляется ветром. Семенные шишки созревают на второй год. Урожайные годы повторяются через 2-4 года, тогда как неурожайные случаются редко. Шишки открываются и семена разлетаются в конце зимы – начале весны. Литературные источники указывают, что семена сосны благодаря крыловидному выросту воздушными потоками могут переноситься на значительные расстояния...»

3. Размеры и форма шишек – важнейшие признаки при изучении систематики и внутривидовой изменчивости хвойных пород. Причем, как отмечал В. Н. Сукачев (1924), размеры шишки имеют важное филогенетическое значение: крупные шишки должны рассматриваться как признак более древний, мелкие – как филогенетически более молодой. По сравнению с другими морфологическими признаками особенности строения репродуктивных органов характеризуются высокой степенью наследуемости, что позволяет использовать данные признаки при оценке генофонда популяций. Отсюда вытекает важность и необходимость детального изучения изменчивости строения шишек хвойных (Мамаев, 1972)

4. «...В большинстве случаев семечко большего веса, имеющее большую скорость падения-парашютирования, заносится ветром на меньшее расстояние от источника обсеменения. Исследованием этого вопроса занимались многие. С. В. Алексеев и А. А. Молчанов установили, что семена сосны разлетаются практически только до 125 м от стены леса. По мере удаления от стены количество их резко снижается: в 50 м – 18% от выпавших под пологие леса у стены, в 100 м – всего лишь 2,7%.

Имеются и другие суждения о количестве семян на участках вырубki, различно удаленных от источников обсеменения. Однако качественной оценке семян уделялось меньше внимания, и этот вопрос должным образом не выяснен. У Н.Е. Декатова мы находим лишь следующие данные о среднем весе 1000 семян ели в зависимости от расстояния разлета: под пологом – 5,5 г, у стены леса – 4,9 г; в 10, 30 и 50 м от нее – 4,6; 3,5; 3,2 г соответственно. М. Е. Ткаченко по этому поводу указывал, что на далекое расстояние разносятся преимущественно легкие семена. Однако правомерно предположение, что у крупных (тяжелых) семян должно быть крупнее крылышко, и свойства парашютирования различных по весу семян могут быть близкими...»

5. Большое значение для состава, динамики и функционирования лесных сообществ имеет репродуктивная способность деревьев. Поэтому всестороннему изучению как генеративного, так и вегетативного размножения растений необходимо уделять большое значение.

Успешность семенного размножения зависит от количества и качества семян, вызревающих на деревьях, от условий прорастания семян и дальнейшего развития всходов. Весьма важным аспектом размножения хвойных пород является их способность распространять семена с помощью ветра. При этом весьма интересно знать дальность разлета семян (Исаев, 2011).

## Глава 2. Природные условия района исследования

Исследование проведено на территории Шаранского административного района Республики Башкортостан (рис. 1).

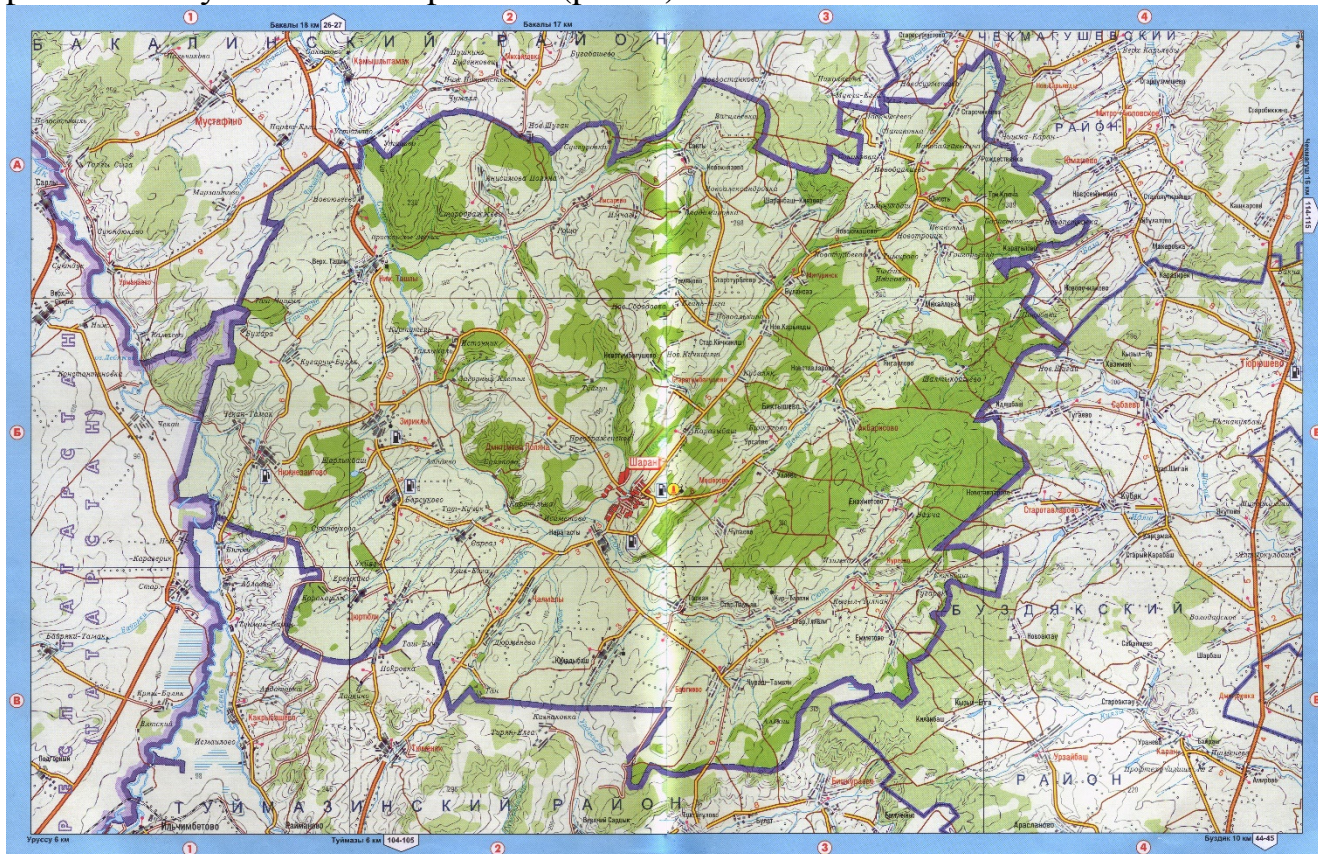


Рис. 1. Район исследования.

Территория Шаранского района расположена в западной части Республики Башкортостан. Протяженность территории района с севера на юг – 45 км и с запада на восток 52 км. Шаранский район граничит с запада с Туймазинским районом Республики Башкортостан, с Ютазинским и Азнакаевским районами Республики Татарстан, с севера – с Бакалинским районом, с востока – с Чекмагушевским и с юга – с Буздякским районами. Ближайший железнодорожный узел станция Туймазы в 32 км от райцентра села Шаран (Муниципальное управление «Информационно-консультативный центр» с. Шаран (МУ ИКЦ, 2008).

**Климат.** Шаранский район по климатическим условиям относится к двум агроклиматическим районам Башкирии. Северная его часть относится к району с умеренно влажным, тёплым климатом, южная – к району с умеренно-сухим. Отрицательная температура устанавливается с конца октября и держится в основном до начала апреля. Самые холодные месяцы года – январь и февраль, а самые теплые – июнь и июль. Абсолютный максимум температуры составляет  $+40^{\circ}\text{C}$ , абсолютный минимум  $-48^{\circ}\text{C}$ . Средняя годовая температура  $3-3,5^{\circ}\text{C}$ .

Относительная влажность воздуха составляет 45-50 % летом и 60-70 % – осенью. Преобладающими ветрами являются ветры южного и юго-западного направлений. Летом зачастую ветры южного направления являются суховеями. Среднее число дней с суховеями за период с апреля по сентябрь, составляет 54 дня. Осадки в летний период часто носят ливневый характер. Нередко ливневые дожди сопровождаются грозами и градом. Среднегодовое количество осадков

350-450 мм. Наибольший дефицит влажности наблюдается в июне и июле, когда растения теряют большое количество влаги из-за испарения.

Рельеф. Территория Шаранского района расположена в Прибельском равнинном холмисто-увалистом геоморфологическом районе. В целом территория района представляет собой волнисто-увалистую равнину, слагающуюся из системы двух междуречий (р. Ик – Сюнь, р. Сюнь – База), в профиле которых различаются водоразделы, склоны, их шлейфы и долины рек. Характерной особенностью рельефа является асимметрия водоразделов и речных долин. Под влиянием эрозионной деятельности речной и овражно-балочной сети поверхность этих водоразделов расчленена на ряд второстепенных водоразделов.

Почва. Основной почвенный фон Шаранского района составляют серые лесные почвы, на долю которых приходится 88022 га (63,6% от общей площади территории). 26733 га (25,4%) занимают площади черноземного типа, преобладают черноземы выщелоченные – 16979 га, т.е. 16,2 % от общей площади. Встречаются почвы: влажно-луговые, лугово-болотные, аллювиально-луговые. Земли сельскохозяйственного назначения из-за высокой распаханности и особенностей почвообразующей породы в значительной степени подвержены водной и ветровой эрозии.

Наиболее подвержены эрозии земли высокой хозяйственной освоенности, и малолесные, где лесистость территории составляет от 5-7 % до 9-10 %. Это – районы Шаранский, где 94% его территории подвержены эрозии, Бакалинский – 90 %. Средний ежегодный смыв почвы колеблется в пределах более 50 тыс. т. с га в районах с сильным проявлением эрозии почв (Шаранский, Туймазинский). На территории района действующие овраги занимают 589 га. Прочих нарушенных земель 612 га. Сокращается и количество лесных массивов. На лесосеках редко занимаются искусственным разведением леса, не способствуют его естественному восстановлению. Ценные породы деревьев сменяются быстрорастущими и малопродуктивными. В последние годы отмечены случаи самозаращения заброшенных полей деревьями разных пород (Фаткуллин, 1996).

Растительность. Растительность представлена двумя формациями: лесной и травянистой. По лесорастительному районированию леса принадлежат к широколиственным лесам левобережья реки Белой, по лесохозяйственному районированию отнесены к Предуральскому лесостепному лесохозяйственному району, в основном, это равнинные леса, представленные широколиственными, мелколиственными и хвойными породами. Общая площадь лесов, по данным последнего лесоустройства 1993 года составляет 31039 га, в том числе леса первой группы – 12466 га, второй – 18573 га.

Лесистость по району составляет 23,9 процента. По запасу и площади хвойные леса в районе занимают 20,4 %, твердолиственные – 6,5 %, мягколиственные – 73,1 %. Общий запас древесины составляет 3616,9 тыс. куб. метров, запасы спелых и переспелых насаждений, пригодных для использования, - 768,2 тыс. куб. метров, или 25,7 процента от общего эксплуатационного запаса. В хвойном хозяйстве имеют запасы и занимают наибольшую площадь насаждения сосны - 58 процентов и ели - 16 процентов, в районе стабилизировалось сокращение площадей, занятых твердолиственными породами.



Леса встречаются отдельными колками и сплошными массивами, приурочены к склонам и вершинам водоразделов. Главные древесные породы – липа, осина, сосна, береза, дуб, ильм, клен, ольха, вяз, ель, лиственница.

В лесах района, на заболоченных понижениях, поймах рек и ручьев, на лесополосах можно встретить кустарники – бересклет бородавчатый, боярышник, вишня дикая, жимолость обыкновенная, крушина ломкая, ива, шиповник обыкновенный, ракитник русский, калина красная и полукустарники – лещина обыкновенная (орешник), черемуха обыкновенная, рябина красная, смородина чёрная, ежевика. Лесные вырубки зачастую покрываются кустарниками малины. Довольно богаты и разнообразны травяные сообщества. Ранней весной появляются первоцветы: ветреница лесная, ветреница дубравная, медуница, хохлатка Галлера, прострел (сон-трава), первоцвет лекарственный, горичвет весенний, также произрастают шалфей лекарственный, лабазник вязолистный, можжевельник обыкновенный, василек синий, ежевика. Много лекарственных растений: мать-и-мачеха, подорожник большой, пастушья сумка, полынь горькая, тысячелистник обыкновенный, валерьяна лекарственная, девясил высокий, одуванчик лекарственный, копытень, душица обыкновенная, зверобой продырявленный, пижма. (<http://www.sharanrb.ru/city/index.php>, 2008)

## Глава 3. Эколого-биологические особенности объектов изучения

### Глава 3.1. Эколого-биологические особенности лиственницы Сукачева (*Larix sukaszewii* Dyl.).

Лиственница Сукачева растет в Северо-Восточной Европейской части России, на Урале, Зауралье. Хвойное летне-зеленое дерево семейства сосновые. Высота дерева 35-45 метров, диаметр ствола – 1-1,5 метра. Ствол сильно утолщен к основанию, толщина коры 10-20 см. При обработке отчетливо видны ее слои малиново-розового цвета. Побеги неопушенные, блестящие, желтого цвета, бороздчатые. Ветви книзу приподняты и по очертаниям как бы напоминают канделябры.

Хвоя на удлинённых побегах, одиночная; на укороченных – мягкая, собрана в пучки по 20 (50) штук. В сентябре окрашивается в золотисто-желтый цвет и при наступлении сильных заморозков опадает. «Цветет» Лиственница Сукачева в апреле-мае. Молодые шишки розоватого или красноватого цвета. Зрелые – темно или желто-коричневого цвета, широкояйцевидной или шаровидной формы. Длина шишек 3,5 см. Кроющие чешуи шишек намного короче толстых деревянистых семенных, и потому в зрелых шишках почти не видны. Семена, длина которых 4-7 мм, блестящие с одной стороны, вследствие приросшей части крылышка. Семена созревают поздней осенью, но до февраля-апреля остаются в шишках. Часть семян высыпаются из шишек в феврале-апреле, а часть летом. Пустые же шишки весят на дереве еще больше года. 1000 семян весят 9-15 грамм. Длина шишек у деревьев из леса 2,6-3,2, а на вырубках 2,2-2,8 см. Количество семян в одной шишке у различных обсеменителей в зависимости от ее величины составляет 34-47 шт. Полнозернистость семян лиственницы от 3 до 47%. Низкая полнозернистость семян наблюдается у деревьев на вырубках при их одиночном стоянии. Вес 1000 шт. семян лиственницы 6,4 -11,6 г. Пустые семена по весу почти не отличаются от полнозернистых, а в отдельных случаях, вследствие сильного разрастания кожуры, бывают тяжелее.

Лиственница Сукачева – морозоустойчивое, не требовательное к условиям выращивания, растение. Растет на глубоких, супесчаных, песчаных и даже известковых почвах. Может возобновляться на гарях и вырубках. Живет 350 лет, довольно быстро растет в возрасте от 20 до 40 лет. В природе образует как чистые леса, так и смешанные, произрастая вместе с Елью, Сосной, Пихтой.

На Урале произрастают два очень близких вида - лиственницы сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.) и лиственница Сукачева (*Larix sukaszewii* Dyl.) В практике лесоводства и озеленения их обычно не подразделяют, ибо по экологическим свойствам они, по-видимому, не очень сильно различаются. Трудно различить их и по морфологическим признакам. Лиственница Сукачева произрастает на северо-западе Уральского региона и по всей его горной части, а лиственница сибирская занимает территорию к востоку от хребта, встречается она и в горах Полярного Урала. Такие различия в ареалах не могут не сказываться на требовательности той и другой формы к условиям местообитания. Лиственница сибирская произрастает в более континентальных районах и, возможно, более устойчива на северных пределах произрастания лесов. Однако различия по терmostойкости, как известно,

обнаруживают и различные климатические расы одного и того же вида (например, сосны обыкновенной). Лиственница Сукачева, вероятно, более жароустойчива, о чем свидетельствует ее проникновение на Южный Урал, где она отмечена в ряде мест Башкирии и Челябинской обл.

Морфологические различия между рассматриваемыми видами весьма незначительны и по существу представляют различия ранга географической вариации. Так, по Н. В. Дылису, лиственница Сукачева отличается более широкими и круглыми шишками (длина их 29-36 мм, у сибирской 22-30 мм), широкими чешуями (12-20 мм против 6-17 мм), крупными семенами. Прицветные чешуи наружу не выставляются и поэтому незаметны на взрослых шишках, тогда как у сибирской лиственницы "явственно заметны". Но различия эти, как правило, перекрываются за счет индивидуальной изменчивости. По Н. В. Дылису, у лиственницы Сукачева процесс разлета семян затягивается до конца зимы и семена, как правило, отличаются плохой всхожестью.

Характерной чертой следует считать относительно низкую долю участия деревьев лиственницы в насаждениях. Как правило, они встречаются в виде примеси к основной породе, и типичной картиной является произрастание крупных старых лиственниц, возвышающихся среди более молодого соснового леса. Лиственница медленно возобновляется в силу своей биологии, и молодые деревья этой породы на Урале встречаются редко.

Характерная особенность этой породы - ее светолюбие. При затенении кроны резко снижается прирост, отмирает верхушечный побег, дальнейшее выращивание лиственницы становится бесперспективным, хотя она и может восстановить вершину, если источник затенения убирается. При хорошем освещении деревья растут очень быстро, особенно начиная с 3-5 лет. Прирост по высоте может достигать 60-80 см и более в год. Плодоносить она начинает в разное время, в зависимости от освещенности кроны. В редких посадках это происходит в 5-7 лет, в густых, особенно в лесу, в 15-25 лет. Прирост идет продолжительное время, более 70 дней, и энергично, что и определяет его высокие показатели. Деревья живут долго - в лесу часто встречаются экземпляры в 150-200 лет, но естественная продолжительность жизни, по-видимому, больше - до 300-400 лет. Такие долгожители встречаются в горах Северного и Полярного Урала.

### **Глава 3.2. Эколого-биологические особенности сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*)**

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) широко распространена на всей территории России. Это одна из ценнейших хвойных пород нашей страны. Дерево первой величины, достигающее высоты 35-40м, вечнозеленое, однодомное, раздельнополое, анемофильное (ветроопыляемое). При условиях неблагоприятных, например, на болоте, сосна остается карликом, и столетние экземпляры не превышают иногда высоты одного метра. Очень светолюбивая древесная порода. Крона у молодых деревьев конусовидная, позже - округлая, более широкая, а в старости зонтиковидная или плоская. Очень морозо- и жаростойка. Продолжительность жизни дерева 150-200 (иногда 400лет). Размножается семенами.

В конце мая сосны начинают цвести. В это время можно видеть целые тучи «желтой пыли», поднимающейся над лесом. В случае дождя вся эта пыльца падает на землю и сносится водой в низины, что дает повод несведущим людям говорить о выпадении «серного дождя». На одних ветвях образуются мужские шишки, собранные в большом количестве в виде колосовидного «соцветия», желтого цвета, а на верхушках молодых побегов, того же дерева находятся женские шишки. Женские шишечки овальной формы, длиной 5-6 мм, во время цветения красноватые, сидят по 1-3 на коротких ножках. Опыление происходит весной, а оплодотворение летом следующего года. Зрелые шишки сосны удлинено-яйцевидные, длиной 2,5-7 см и шириной 2-3 см, буровато-серые, матовые, с плотными деревянистыми семенными чешуями, свисающие на загнутых ножках вниз. Щитки, или апофизы, на концах семенных чешуй матовые или слабо блестящие почти ромбические, пупок (бугорок апофиза) слабовыпуклый. Встречаются шишки красно-коричневые, лилово-коричневые, серые, серозеленые.

Семена удлинено-яйцевидные, длиной 3-4 мм, различной окраски (пестрые, серые, черные) с крылом в 3-4 раза длиннее семян, охватывающим семя с двух сторон, как щипчиками, и легко от него отделяющимся. Время вылета семян растянуто и продолжается с первых дней весны до конца мая – начала июня. Прорастание семян и появление всходов возможно в течение всего вегетационного периода. В лесу сосна начинает плодоносить с сорока лет, при свободном состоянии с 15-30 лет. Семенные годы повторяются через 2-3-5 иногда даже до двадцати лет (в зависимости от региона и погодных условий).

Мало требовательна к плодородию и влажности почвы (мезоксерофит, олиготроф). Может расти на чрезвычайно сухих почвах, на которых не могут расти не только другие древесные породы, но и даже травянистые растения. На сухих и бедных почвах часто образует чистые насаждения – боры. На плодородных почвах она обычно входит в состав смешанных лесов.

Сосна обыкновенная – мезоксерофит, олиготроф. Обладает пластичной корневой системой, развивающейся в соответствии с характером и структурой почвы. Эта пластичность корневой системы сосны делает её чрезвычайно ценной в лесоводственном отношении древесной породой, давая возможность для искусственного облесения на самых сухих, бедных и заболоченных почвах. У сосны по данным Г.С.Корецкого семеношение в насаждениях наступает с 20-летнего возраста и в 10-15 – летнем возрасте на открытом пространстве. «Цветёт» сосна в мае, опыляется ветром. Семенные шишки созревают на второй год. Урожайные годы повторяются через 2-4 года, тогда как неурожайные случаются редко. Шишки открываются и семена разлетаются в конце зимы – начале весны. Литературные источники указывают, что семена сосны благодаря крыловидному выросту воздушными потоками могут переноситься на значительные расстояния.

## Глава 4. Методы и объекты исследования.

Объектом исследования стали культуры лиственницы Сукачева и сосны обыкновенной произрастающие в пределах муниципального района Шаранский район (Рис. 2).

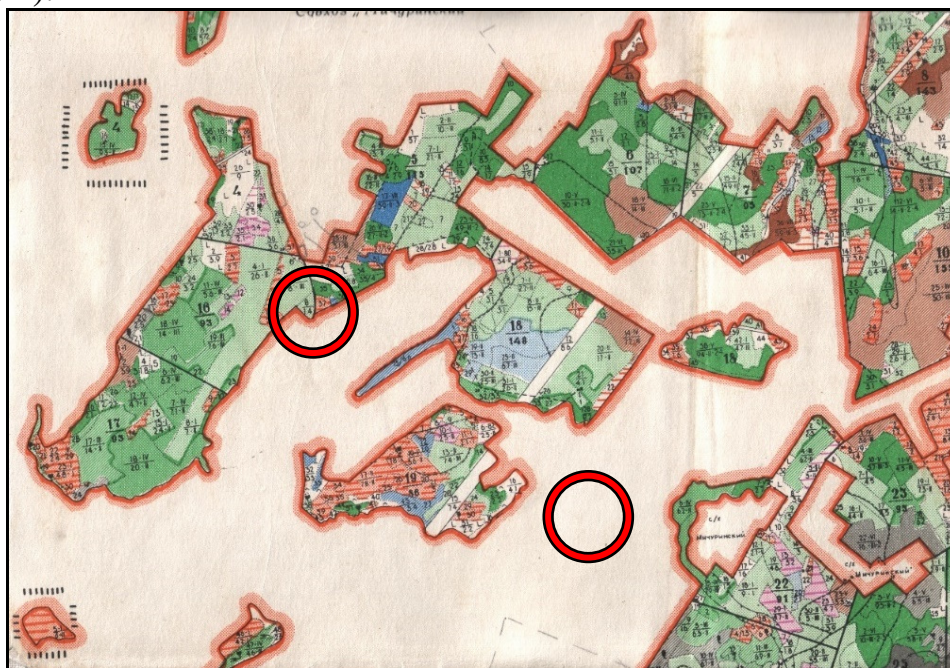


Рис. 3. Расположение объектов исследования на карте

Для установления характера размещения семенного подроста этих пород, образованного самосевом в местах произрастания, заложили три пробные площадки (Рис.3), расположенные в кварталах №№ 15,16.



Рис.3. Закладка пробной площадки в квартале 16.

Подрост сосны и лиственницы не занимает всей площади изучаемой территории, а образует относительно компактные участки различной величины и различной плотности. Для определения густоты (плотности) подроста мы использовали комбинированную методику подсчёта, включающую:

а) на участках, занимающих площадь более 1 га подсчёт вёлся на учётных площадках. Площадки закладывались по ходовым линиям, перпендикулярным «пионерским» насаждениям сосны через 20 метров по стандартной методике,

используемой в геоботанике. Расстояние между ходовыми линиями около 50 метров, размеры учётной площадки 20x20 метров; б) на узких, вытянутых участках учётные площадки носили тестовый характер. Они закладывались по длине участка в характерных, по визуальной оценке, местах. На основании этого тестирования определялась густота (плотность) подроста на смежных участках; в) на участках, занимающих небольшую площадь, вёлся подеревный учёт; г) отдельно растущие особи подсчитывались и наносились на карту. Результаты, полученные на учётных площадках, пересчитывались к соотношению количества особей на гектар (тыс.шт/га) простым умножением на 100. На участках, где вёлся подеревный учёт, густота рассчитывалась по формуле:

$$P = \frac{K \times 10000}{S}, \text{ где } P - \text{ густота (плотность) самосева, } K - \text{ количество особей на участке, } S - \text{ площадь участка в м}^2.$$



Рис. 4. Таксономический учет подроста на п/п №2

Учитывая результаты подсчёта как по учётным площадкам (Рис.4), так и при подеревном учёте, на каждом из участков были визуально определены и нанесены на карту зоны с различной густотой подроста. Применяемая нами при определении этих зон градация несколько отличается от используемых в практике изучения естественного возобновления древесных пород. Нами определены следующие группы:

1. Участки компактного размещения самосева с густотой менее 0,1 тыс. шт./га
2. Участки компактного размещения самосева с густотой 0,1 – 1,0 тыс. шт./га
3. Участки компактного размещения самосева с густотой 1,0 – 3,0 тыс. шт./га
4. Участки компактного размещения самосева с густотой 3,0 – 6,0 тыс. шт./га
5. Участки компактного размещения самосева с густотой более 6 тыс. шт./га

Выделяя группы по густоте произрастания подроста, мы визуальнo оценивали внешний вид растений, строение, размеры, годовой прирост, проективное покрытие, наличие угнетённых растений.

Жизнеспособность подроста определялась визуальнo по следующим признакам: густая зелёная или тёмно-зелёная хвоя; выраженная мутовчатость; островершинная или конусообразная симметричная густая или средней густоты крона; прирост вершинного побега не менее прироста боковых ветвей верхней половины кроны; гладкая и мелкочешуйчатая кора без лишайников.

Для установления аэродинамических свойств и их влияния на возобновительный процесс на вырубках, залежах и лесных полянах мы провели следующий лабораторный эксперимент. Собранные шишки высушили и извлекли из них семена. Для опытов были отобраны семена с вполне сохранившимися крылышками.

Для оценки дальности разлета семян, нами было проведено исследование

морфометрических признаков семян (Рис. 5)



Рис. 5. Измерение морфометрических параметров шишек и семян

( $L = K_f \times H \times V_B$ ), учитывающая полетные качества семян конкретной породы ( $K_f$ ), среднюю высоту древостоя ( $H$ ) и скорость господствующих во время массового вылета семян ветров ( $V_B$ ).

С определенной высоты (3,5 м) запускались семена сосны с крылатками и засекалось время полета семени (Рис.6). Эксперимент повторили, запуская семена в полет с открытого окна второго этажа школы (5 м) (Рис.7).



Рис 7. Изучение полетных качеств семян (запуск с высоты 5 метров)

и осуществлен эксперимент по выявлению их полетных качеств. Семена сосны распространяются ветром (анемохория), причем разлет семян возможен далеко за пределы проекции кроны в зависимости от скорости ветра. А.П. Исаевым, Н.М. Ситниковым была предложена методика расчета дальности разлета семян



Рис. 6. Изучение полетных качеств семян в условиях безветрия.

Всего проведено по 50 запусков семян в обоих опытах.

Скорость полета семени вычислена по формуле:  $v = H / t$ , где  $H$  - высота, с которой запускается семя,  $t$  - время полета семени.

Поправочный коэффициент ( $K_f$ ), отражающий полетные качества семян вычислили по формуле:  $K_f = 1 / v$ .

Результаты вычисления сверяли с научными данными (табл. 1)

Таблица 1.

Скорость парашютирования и дальность разлета основной массы семян некоторых древесных пород (по С.А. Денисову, 1999)

Порода	Средняя скорость парашютирования $X \pm m, \text{м/с}$	Дальность разлета, м
Ясень обыкновенный ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	1,63 ± 0,037	52
Лиственница сибирская ( <i>Larix sibirica</i> )	1,15 ± 0,022	73
Клен американский ( <i>Acer negundo</i> )	1,01 ± 0,010	83
Клен остролистный ( <i>Acer platanoides</i> )	0,96 ± 0,012	88
Сосна обыкновенная (100 лет) ( <i>Pinus sylvestris</i> )	0,85 ± 0,011	99
Сосна обыкновенная (30 лет) ( <i>Pinus sylvestris</i> )	0,70 ± 0,045	120
Береза пушистая ( <i>Betula pubescens</i> )	0,66 ± 0,027	127
Береза повислая ( <i>Betula pendula</i> )	0,52 ± 0,019	162

Из литературных источников было установлено, что естественная всхожесть семян лиственницы очень низкая (2,5 %), в то время как у сосны всхожесть гораздо выше. Поэтому после определения аэродинамических свойств решили определить техническую всхожесть семян сосны и лиственницы. Для этого отобрали модельные деревья с разной урожайностью шишек. Урожайность шишек определяли по методике определения урожая семян некоторых хвойных деревьев А.А. Молчанова. Согласно методике, на пробной площади 0,25-0,5 га производится пересчет всех деревьев, пригодных для сбора шишек, с установлением обилия семеношения. Каждое учетное дерево осматривается в бинокль, и оценивается урожай шишек в баллах. Затем определяется общее количество шишек на дереве по справочной таблице (таблица 2).

Для определения всхожести семян на каждой пробной площадке отобрали по 3 учетных дерева с урожайностью 1 балл, и по 1 дереву с урожайностью 2,3,4,5 баллов. От каждой категории деревьев собрали шишки, отобрали 100 семян для определения всхожести и 100 семян для определения категории качества семян (здоровые, пустые, поврежденные). Всхожесть семян определялась методом проращивания, а категория качества семян – методом взрезывания. Для проращивания отобрали внешне неповрежденные семена. (Бастаева Г.Т., 2013)

Таблица 2.

Справочная таблица урожайности шишек лиственницы по Молчанову А.А.

Балл семеношения	Характеристика балла	Среднее количество шишек на 1 дереве, шт
0	Шишек на дереве нет	-
1	При осмотре кроны шишек не видно. На протяжении 0,5–1,0 м от вершины можно заметить единичные шишки	10
2	Единично разбросаны шишки на ветвях первого порядка с южной стороны кроны	110



3	На ветвях первого порядка с южной стороны кроны удается обнаружить до 20 шишек. С северной стороны их не видно	370
4	Шишки встречаются как на южной, так и на северной частях кроны. С южной стороны ветви первого порядка имеют до 40 шишек, на северной – до 10	1250
5	Вся крона обильно усеяна шишками	2300

## Глава 5. Результаты исследования и их обсуждение

Используя указанную в методике формулу определили некоторые таксационные показатели и плотность подроста на исследуемых участках.

Результаты по описанию пробных площадок (20x20м) сведены в таблицы.

Таблица 3

Некоторые таксационные параметры подроста на изучаемых площадках

№ площадки	порода	количество подроста(шт)	Высота (мах и min), см	Возраст (лет)	Общее состояние (жизнеспособность)	Проектное покрытие
1.	сосна	171	10-112	1-4	Без поврежд	0,3
	лиственница	3	28-42	1-4	удовлетв	
2.	сосна	135	18-480	3-8	Без поврежд	0,9
	лиственница	22	46-320	3-8	угнетен	
3.	сосна	264	12-32	1-3	Без поврежд	0,6
	лиственница	24	12-30	1-3	удовлетв	

Таблица 4

Плотность подроста сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева на площадках

Порода	Площадки		
	1	2	3
Сосна	4275	3375	6600
Лиственница	75	550	600

Анализируя таблицы №№ 3, 4 приходим к таким результатам. Количество подроста лиственницы можно отнести в первую и вторую группу установленной нами градации. То есть число их чуть менее 100 (на 1-й площадке) и во второй группе от 100 до 1000 экземпляров в переводе на 1 га площади. Подрост сосны в

переводе на 1га площади дает такие цифры: 4275 экземпляров на 1-й участок, 3375 на 2-й участок и 6600 на 3-й участок, что можно отнести к четвертой и пятой группе, установленной нами градации. Как видно, эти показатели значительно больше по сравнению с количеством подроста лиственницы. Хотя источники обсеменения- взрослые деревья находились примерно на одинаковом расстоянии.

Такой характер расселения присущ во всех наблюдаемых нами участках.

На тех участках, где сельскохозяйственные угодья выводились из эксплуатации поэтапно можно обнаружить разновозрастные деревья сосны и березы. Такая же картина наблюдается сейчас вдоль автомобильных дорог. Но в удаленности более 150 метров мы не обнаружили ни одной лиственницы.

Сравнивая жизненное состояние и возраст подроста приходим к интересующим нас результатам. По возрасту и жизнеспособности сеянцы в 1-й и 3-й площадках отличаются несильно от одиноко растущих сосенок. Они с хорошо развитой верхушечной частью и симметрично расположенными боковыми ветками с хорошим годовым приростом. Во второй площадке группы большая часть растений имеет те же характеристики, что и в первой. Но сеянцы здесь гораздо старше. Некоторые сеянцы лиственницы до трети растений имеют ассиметричную крону. Встречаются группы растений из 2-3 особей, растущих в непосредственной близости друг к другу. Здесь же самое большое проективное покрытие, оно достигает 90%, заметно влияние внутривидовой конкуренции.

Если сравнить на каком расстоянии размещаются сеянцы сосны и лиственницы от стены леса, то видно, что подрост лиственницы расположен намного ближе к семенным деревьям. При визуальном же наблюдении мы установил, что границы расселения сосны гораздо шире и в большей удаленности. Из литературных источников нам известно, что скорость роста лиственницы выше чем у сосны. Однако на исследуемых участках рост у них, напротив, отставал. Жизнеспособность экземпляров лиственниц была ниже. Почему, оказавшись в равных условиях, семена этих пород расселяются неодинаково нам предстояло выяснить в ходе следующего этапа исследования. Ниже приводятся таблицы замеров морфометрических показателей шишек, отобранных с семенных деревьев, расположенных в непосредственной близости с площадками (результаты замеров размещены в приложении).



деревьев, расположенных в непосредственной близости с площадками (результаты замеров размещены в приложении).

Анализ цифровых данных из таблиц 5, 6 показывает, что средний выход семян сосны составляет 38,8 штук при весе 6,4 грамм в переводе на 1000 штук семян, а у лиственницы этот показатель равен 29,6 семян при весе 17,1 грамм. При сравнении таких

Рис. 8. Характер размещения подроста сосны и лиственницы неодинаков

морфометрических параметров как длина и ширина семян с крылатками и без крылаток получаем ожидаемый результат. Для семян сосны 23,2 мм при среднем квадратичном отклонении 1,49, для лиственницы - 13,42 при ср. отклонении 0,56. Существенная разница получается и при сравнении ширины семян. Таким образом параметры соотношений длины, ширины и веса семян сосны и лиственницы сильно колеблются.

Таблица 5. Сравнительные данные замеров морфометрических показателей шишек на исследуемых участках.

Порода	Площадки		длина шишки, мм	ширина шишки, мм	общее количество семенных че- шуй	количество се- менных чешуй с ложем для 2 семян	количество семенных чешуй с ложей для 1 семени	количест во семен- ных че- шуй без семян	общий выход семян	
		Среднее								
Сосна	1	Среднее	41,70	24,70	50,40	17,50	7,20	25,70	42,80	
		Ср.кв.откл.	6,69	3,23	12,22	3,88	2,27	9,40	8,74	
	2	Среднее	42,20	25,30	42,60	12,60	7,40	21,50	32,60	
		Ср.кв.откл.	4,66	4,03	4,48	3,41	2,20	4,57	8,60	
	3	Среднее	40,90	26,30	47,30	15,10	10,90	21,30	41,10	
		Ср.кв.откл.	4,44	3,77	4,00	4,53	3,91	7,73	12,64	
	Ср. по всем трем площадкам			41,60	25,43	46,77	15,07	8,50	22,83	38,83
				0,54	0,66	3,21	2,00	1,70	2,03	4,46
Лиственница	1	Среднее	27,10	18,60	26,90	13,90	0,00	13,50	27,80	
		Ср.кв.откл.	3,33	3,35	3,73	1,76	0,00	3,38	3,52	
	2	Среднее	27,40	19,60	26,80	15,20	0,00	11,60	30,40	
		Ср.кв.откл.	2,37	4,82	2,89	2,36	0,00	3,56	4,72	
		Среднее	25,30	15,40	27,10	15,40	0,00	11,70	30,80	

	3	Ср.кв.откл.	3,47	2,84	3,53	2,97	0,00	3,03	5,95
	Ср. по всем трем площадкам		26,60	17,87	26,93	14,83	0,00	12,27	29,67
			0,93	1,79	0,12	0,66	0,00	0,87	1,33

Таблица 6. Морфометрическая характеристика семян сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева.

Порода	Площадки		длина 10 семян с крылатками, мм	ширина 10 семян с крылатками, мм	длина 10 семян без крылаток, мм	ширина 10 семян без крылаток, мм	вес 1000 семян без крылаток, г
Сосна обыкновенная	1	среднее	25,30	6,95	5,05	3,65	6,5
		ср.кв.откл	2,19	1,01	0,65	0,45	
	2	среднее	22,20	5,50	4,05	2,75	5,9
		ср.кв.откл	4,26	1,20	0,65	0,60	
	3	среднее	22,10	5,60	4,05	2,25	7,0
		ср.кв.откл	1,81	1,20	0,61	0,46	
Ср. по всем трем площадкам			23,20	6,02	4,38	2,88	6,4
			1,49	0,66	0,47	0,58	
лиственница	1	среднее	12,95	5,70	4,10	2,95	17,0
		ср.кв.откл	2,39	0,90	0,58	0,76	
	2	среднее	13,10	5,50	3,75	2,50	17,2
		ср.кв.откл	1,70	0,71	0,60	0,55	
	3	среднее	14,20	4,60	3,80	2,35	17,1
		ср.кв.откл	2,64	1,11	0,71	0,50	
Ср. по всем трем площадкам			13,42	5,27	3,88	2,60	17,1
			0,56	0,48	0,15	0,25	

Теперь переходим к сравнению следующих параметров как скорость и дальность разлета семян. Ведомости всех замеров размещены в приложениях, а все усредненные показатели сведены в таблицу 7.

Таблица 7

Скорость и дальность разлета семян сосны и лиственницы на исследуемых участках

Параметры	Сосна		Лиственница	
	Скорость без ветра (м/с)	Скорость с учетом ветра(м/с)	Скорость без ветра(м/с)	Скорость с учетом ветра(м/с)
Средняя скорость ( $V_{cp}$ )	0,48	0,36	1,78	0,94
Среднеквадр. отклонение ( $\sigma$ )	0,21	0,12	1,05	0,48
Коэф. полетных качеств ( $K_f$ )	2,0772	2,8074	0,5603	1,0659
Средняя высота древостоя (Н, м)	10	10	10	10
Скорость господств. ветров ( $V_B$ , м/с)	5,5	5,5	5,5	5,5
Дальность разлёта (L, м)	114,25	154,41	30,82	58,63

Из таблицы видно, что скорость разлета семян сосны в условиях безветрия составила 0,48 м/с, а с учетом ветра – 0,36 м/с. А у лиственницы, соответственно – 1,78 и 0,94.

Следовательно, коэффициент полетных качеств семян сосны составил  $K=1/V=1/0,48=2,0772$  в условиях безветрия и 2,8074 с учетом ветра.

Для лиственницы эти показатели составляют: 1,05 и 0,48.

Для сравнения: В монографии «Леса среднетаежной подзоны Якутии» (1994) скорость полета семян сосны, собранных в окрестностях г. Якутска в 1992 г., была равна  $0,58 \pm 0,01$ , соответственно, коэффициент был равен  $1/0,58=1,72$ .

Ниже приводим сравнительные показатели полетных качеств семян сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева в условиях безветрия и с учетом ветра (таблица 8)

Таблица 8.

Сравнительные показатели полетных качеств семян в условиях безветрия и учетом ветра.

Порода	Средняя скорость полета семян (падения, м/с)		Среднее квадратичное отклонение		Коэффициент, отражающий полетные качества семян	
	$M \pm m$		$\sigma$		$K_f$	
	без ветра	с учетом	без ветра	с	без	с учетом

		ветра		учетом ветра	ветра	ветра
Сосна обыкновенная	1,78	0,36	1,05	0,12	2,0772	2,8074
Лиственница	0,48	0,94	0,21	0,48	0,5603	1,0659



Рис. 9. Замеры дальности разлета семян с высоты 5 метров.

Так для сосны обыкновенной по нашим экспериментальным исследованиям плотность семян с удалением от источника снижается на пять процентов через каждые 20 метров (Рис.9). Очевидно, что и всхожесть, и энергия прорастания семян также быстро снижаются. Что требует экспериментального подтверждения.

В связи с изложенным, в научной литературе был введен термин «эффективное расстояние рассеивания» семян, характеризующий количество жизнеспособных семян на единицу площади ( $m^2$  или га), достаточное для успешного возобновления материнской породы.

Как показали наши исследования, уже на расстоянии 12 метров от стены леса количество семян в сосняках становится в два раза меньше, чем под пологом, а на расстоянии 30 метров – в три. На расстоянии 100 метров уже остается минимум - 2,7%.

Таким образом, в большинстве случаев семечко большего веса, имеющее большую скорость падения-парашютирования, заносится ветром на меньшее расстояние от источника обсеменения.

М. Е. Ткаченко по этому поводу указывал, что на далекое расстояние разносятся преимущественно легкие семена. Однако правомерно предположение, что у крупных (тяжелых) семян должно быть крупнее крылышко, и свойства парашютирования различных по весу семян могут быть близкими. Однако, часто, но не всегда, с увеличением веса семени нарастала и скорость падения-парашютирования.

После проращивания семян было установлено, что согласно ГОСТ 14161-86 все выборки соответствуют 3 и 2 классу качества семян, однако и их можно использовать в качестве посевного материала (таблицы 9-14). Основной интервал прорастания семян находится в пределах 7-22 дней.



Рис 10. Проросшие семена сосны обыкновенной

Таблица 9.

Всхожесть и доброкачественность семян сосны обыкновенной на ПП №1.

Балл урожайности шишек	Масса 100 шт. семян, г	Число полнозернистых семян, %	Число пустых семян, %	Техническая всхожесть, %
1	0,65	63,2	14,0	73,5
2	0,60	74,1	7,5	88,0
3	0,7	88,0	3,0	97,3
4	0,59	78,4	6,0	85,6
5	0,62	70,0	10,3	78,2
Среднее	0,63	74,7	8,1	84,5

Таблица 10.

Всхожесть и доброкачественность семян сосны обыкновенной на ПП №2.

Балл урожайности шишек	Масса 100 шт. семян, г	Число полнозернистых семян, %	Число пустых семян, %	Техническая всхожесть, %
1	0,55	60,0	11,0	76,5
2	0,62	74,5	7,0	90,0
3	0,72	88,5	2,0	98,0
4	0,54	75,5	8,0	88,6
5	0,60	77,0	8,3	82,2
Среднее	0,63	75,1	7,2	87,0

Таблица 11.

Всхожесть и доброкачественность семян сосны обыкновенной на ПП №3.

Балл урожайности шишек	Масса 100 шт. семян, г	Число полнозернистых семян, %	Число пустых семян, %	Техническая всхожесть, %
1	0,60	72,0	10,0	77,5
2	0,64	75,5	8,0	92,0



3	0,85	90,5	2,0	97,0
4	0,62	74,5	8,6	90,6
5	0,65	67,0	7,3	87,2
Среднее	0,67	75,9	7,1	88,8

Как видно из таблиц с увеличением балла урожайности шишек у деревьев в насаждениях не происходит увеличения технической всхожести семян. В зависимости от увеличения массы 100 шт. число полнозернистых семян не увеличивается. Техническая всхожесть колеблется от 73,5% до 90% при среднем значении от 84,5 % до 88,8%. Данные таблицы можно отобразить в виде диаграммы

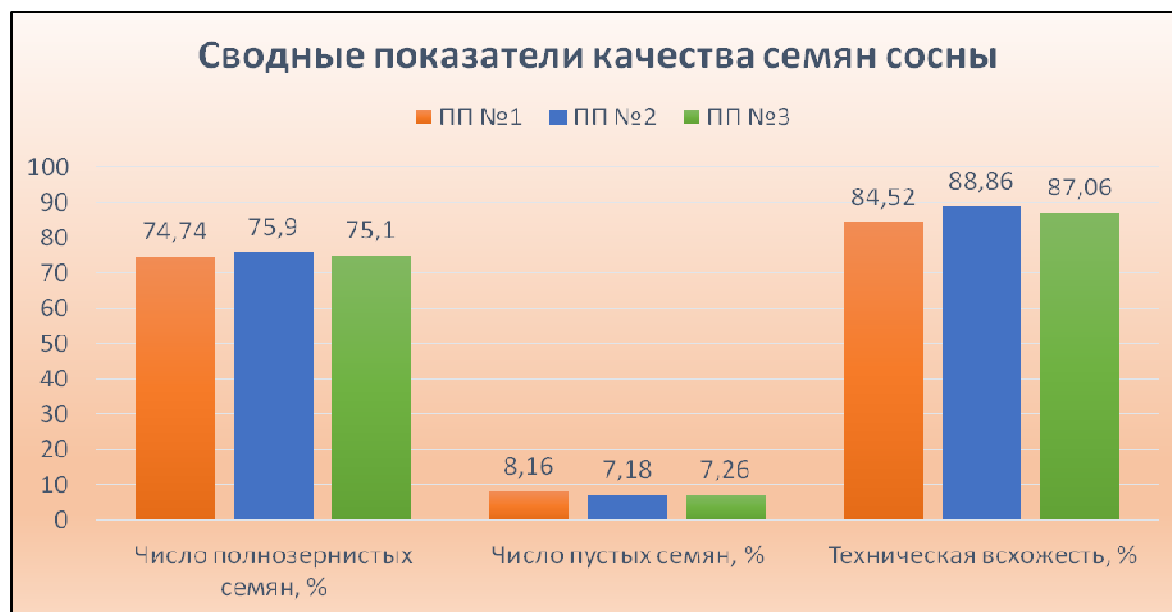


Рис 11. Сводные показатели технических параметров семян сосны обыкновенной на исследуемых участках.

Совсем другие результаты мы получаем по всхожести семян лиственницы.

Таблица 12.

Всхожесть и доброкачественность семян лиственницы Сукачева на ПП №1.

Балл урожайности шишек	Масса 100 шт. семян, г	Число полнозернистых семян, %	Число пустых семян, %	Техническая всхожесть, %
1	1,5	53,2	14,0	13,5
2	1,75	60,1	7,5	28,0
3	1,9	68,0	3,0	37,3
4	1,73	58,4	6,0	25,6
5	1,67	60,0	20,3	8,2
Среднее	1,71	59,94	10,16	22,5



Рис.11. Проросшие семена лиственницы

Таблица 13.

Всхожесть и доброкачественность семян лиственницы Сукачева на ПП №2.

Балл урожайности шишек	Масса 100 шт. семян, г	Число полнозернистых семян, %	Число пустых семян, %	Техническая всхожесть, %
1	1,77	54,3	7,3	24,7
2	1,87	74,6	5,1	29,0
3	1,63	68,1	7,8	21,5
4	1,75	61,7	9,0	17,6
5	1,58	64,6	15,4	8,3
Среднее	1,72	64,6	8,92	20,22

Таблица 14.

Всхожесть и доброкачественность семян лиственницы Сукачева на ПП №3.

Балл урожайности шишек	Масса 100 шт. семян, г	Число полнозернистых семян, %	Число пустых семян, %	Техническая всхожесть, %
1	1,8	60,1	7,3	28,7
2	2,0	66,7	4,45	35,3
3	1,65	59,4	10,2	21,0
4	1,6	61,3	7,5	27,9
5	1,7	57,8	18,1	10,4
Среднее	1,71	61,06	9,51	24,6

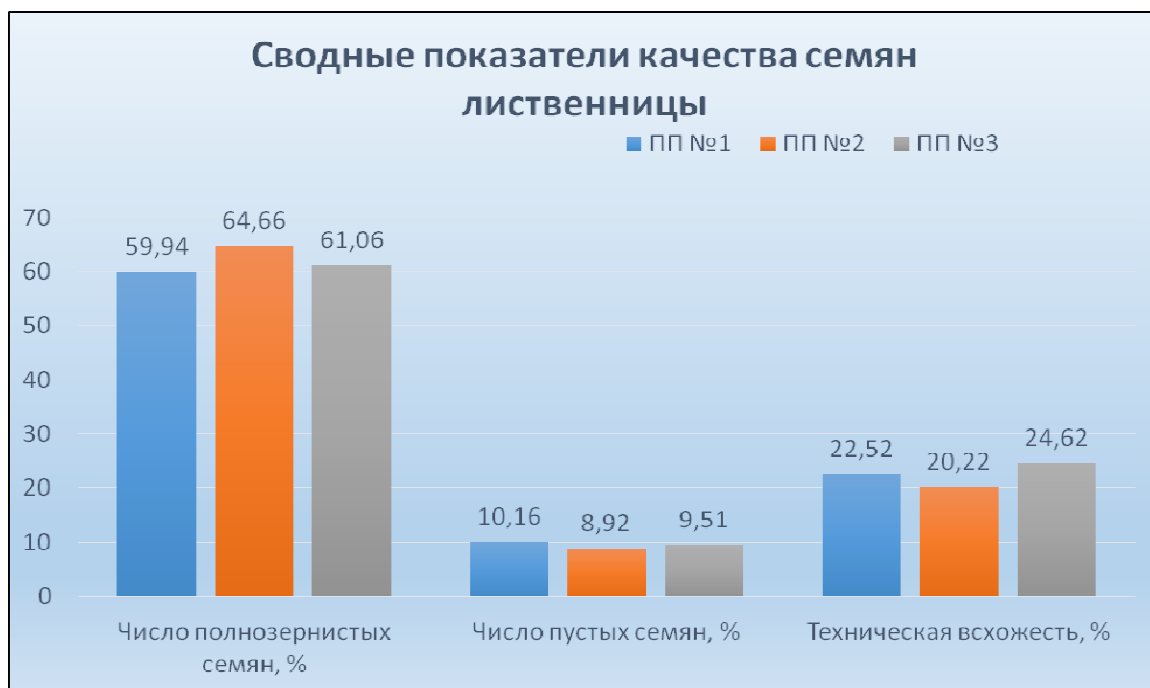


Рис.12. Сводные показатели технических параметров семян лиственницы Сукачева на исследуемых участках.

Техническая всхожесть семян на пробных площадках колеблется от 20,22 % до 24,62%. Она закономерно увеличивается со снижением числа пустых семян в шишках и имеет прямую зависимость от процентного соотношения числа полнозернистых семян.

## Выводы

1. В местах смешанного расселения семян сосны и лиственницы самосевом, сеянцы сосны значительно превосходят количество лиственничного подроста по жизнеспособности и по дальности расположения от семенных (материнских) деревьев и от «стены» леса в целом. По градации компактного расселения подрост сосны отнесен к пятой группе, а лиственницы к первой группе.

2. Морфометрический и биометрический анализ отобранных шишек показал следующие результаты. Вес 1000 семян сосны составляет 6,4 грамм, а у лиственницы это значение равно 17,1 грамм. Это значительно больше, чем у сосны.

3. В ходе изучения аэродинамических свойств семян сосны и лиственницы и выявлена следующая закономерность. Дальность полета (пилотные свойства) значительно зависят от биометрических показателей, таких как масса семян, длина и форма крылышек.

4. Средняя скорость семян сосны в условиях безветрия составила 0,48 м/с, а с учетом ветра – 0,36 м/с. А у лиственницы, соответственно – 1,78 и 0,94. Коэффициент полетных качеств семян сосны составил 2,0 в условиях безветрия и 2,8 с учетом ветра. Для лиственницы эти показатели составляют: 1,05 и 0,48.

5. Дальность разлета семян при скорости ветра 5,5 м/с составляет для сосны 154,41 метров и 58,63 метров для лиственницы.

6. Техническая всхожесть семян сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева зависит не от их массы, а от количества полнозернистых и пустых семян. Чем меньше пустых семян, тем выше техническая всхожесть.

### **Оценка экологического риска и возможные пути его снижения**

Чем дальше от опушки, тем меньше количество подроста, но в его составе начинает преобладать крупный подрост, появившийся в наиболее благоприятные семенные годы. Дальнейшее появление всходов и самосева на расстоянии более 70 метров может происходить лишь в семенные годы, обеспеченные влагой. Нами экспериментально исследована скорость парашютирования и дальность разлета основной массы семян при средней скорости ветра в момент рассеяния спелых семян - 5,5 м/с и высоте спелых деревьев 15 метра. Число опавших семян на единицу площади (га), или семенная плотность древесных пород, зависит от видовых особенностей самой породы, балла урожая и расстояния от источника семян. Влияние на дальность распространения семян анемохорных видов имеет в первую очередь скорость ветра. Однако распространению этих видов могут дополнительно способствовать гравитация и рельеф (вниз по склону семена распространяются дальше), вода и животные. Чем легче семена у вида, тем дальше они распространяются. При этом плотность опавших семян убывает с увеличением расстояния от источника семян. Однако на самое дальнее расстояние распространяются семена лёгкие, чаще всего неполноценные.

В связи с этим особенности расселения семян требуют дополнительного экспериментального подтверждения, особенно с учетом повреждения их различными вредителями.

## Список литературы и использованных источников

1. Алексеев С. В., Молчанов А. А.. Сплошные рубки на Севере. Вологда, изд. Севтранлеса, 1938.
2. Ананьев М.Е., Парамонов Е.Г. Влияние класса роста деревьев сосны на качество семян. Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 7 (57), 2009.
3. Бастаева, Г.Т. Лесное семеноводство: методические указания к лабораторным занятиям для студентов очного и заочного отделений по специальности 250201.65 – Лесное хозяйство и направлению подготовки 250100.62 – Лесное дело: [Электронный ресурс], Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2013. – 70 с.
4. ГОСТ 14161-86 Семена хвойных древесных пород. Посевные качества. Технические условия. – Взамен ГОСТ 14161-69; Введ. с 01.07.87 г., Москва: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
5. Декатов Н.Е. Простейшие мероприятия при возобновлении леса при концентрированных рубках. Гослестехиздат, М., 1936.
6. Денисов А. К., Денисов С. А. Взаимосвязь аэродинамических и посевных свойств семян сосны и ее влияние на обсеменение вырубок. МарПИ., Лесное хозяйство, 1971
7. Дылыкова, С. О. Показатели качества семян лиственницы сибирской в искусственных насаждениях степи / С. О. Дылыкова, Т. А. Сайферт // Молодёжь и наука: Сборник материалов VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 50-летию первого полета человека в космос [Электронный ресурс]. - Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011.
8. Кулагин А.А., Зайцев Г.А. Лиственница Сукачева в экстремальных лесорастительных условиях Южного Урала М.: Наука, 2008. -172 с
9. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М.: Наука, 1972 – 284 с.
10. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изд-во «Наука», М., 1964.
11. Свиридов Л.Т. Аэродинамические свойства семян и их примесей. Журнал «Лесное хозяйство», 1988, №3
12. Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. Гослестехиздат, М., 199с, 1952.
13. Тольский А.П. Лесное семеноводство. Гослесбумиздат, М.-Л., 1950.
14. Тюрин А.В. Основы хозяйства в сосновых лесах. Гослесбумиздат, М.-Л., 1925, 1952.
15. Филиппова Н.П. Изучение полетных качеств семян сосны обыкновенной. Успехи современного естествознания. – 2014. – № 8. – С. 26-28;
16. Хатмуллин Р.З., Кулагин А.Ю., Уразгильдин Р.В. Оценка естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*) в естественных и антропогенно-нарушенных ландшафтах южного Урала. Вестник ОГУ №6, июнь 2009
17. Шиманюк А.П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках. Изд. АН СССР, М., 1955.

Интернет ресурсы:

<http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=33982>

<http://dendrology.ru/books/item/f00/s00/z0000034/st020.shtml>

<http://earthpapers.net/ekologicheskie-adaptatsii-listvennitsy-sukacheva-larix-sukaczewii-dyl-v-razlichnyh-lesorastitelnyh-usloviyah-na-territori>

<http://vlboard.org/listvsu.html>

<http://www.booksite.ru/fulltext/rusles/listven/text.pdf>

## Приложения

Таблица 1.

Ведомость замеров морфометрических показателей сосновых шишек. *П/П №1*

№ шишки	длина шишки, мм	ширина шишки, мм	общее количество о семенных чешуй	количество семенных чешуй с ложем для 2 семян	количество семенных чешуй с ложей для 1 семени	количество семенных чешуй без семян	общий выход семян
1	34	25	40	11	5	24	27
2	37	24	44	20	9	15	49
3	38	19	38	14	4	20	32
4	33	23	44	16	5	23	43
5	49	26	58	23	9	26	55
6	38	26	47	15	6	26	36
7	42	28	54	18	10	26	46
8	55	31	82	24	7	51	55
9	44	24	43	15	11	17	41
10	47	21	54	19	6	29	44
Среднее	41,70	24,70	50,40	17,50	7,20	25,70	42,80
Ср.кв. откл.	6,69	3,23	12,22	3,88	2,27	9,40	8,74

Таблица 2.

Ведомость замеров морфометрических показателей сосновых шишек. *П/П №2*

№ шишки	длина шишки, мм	ширина шишки, мм	общее количество семенных чешуй	количество семенных чешуй с ложем для 2 семян	количество семенных чешуй с ложей для 1 семени	количество о семенных чешуй без семян	общий выход семян
1	36	27	42	12	6	24	30
2	43	27	49	8	7	24	23
3	40	18	40	13	5	22	31
4	35	24	43	16	10	17	42
5	51	27	52	15	8	29	38
6	47	25	40	11	7	22	29
7	45	31	37	8	4	24	20
8	39	23	41	18	12	11	48
9	42	20	44	16	8	20	40
10	44	31	38	9	7	22	25
Среднее	42,20	25,30	42,60	12,60	7,40	21,50	32,60
Ср.кв.откл.	4,66	4,03	4,48	3,41	2,20	4,57	8,60

Таблица 3.

Ведомость замеров морфометрических показателей сосновых шишек. *П/П №3*

№ шишки	длина шишки, мм	ширина шишки, мм	количество семенных	количество семенных чешуй с ложем для 2 семян	количество семенных чешуй с ложем для 1 семени	количество семенных чешуй без семян	общий выход семян
1	38	22	44	14	9	21	37
2	45	24	52	22	14	16	58
3	42	21	41	18	12	11	48
4	37	27	43	16	14	13	46
5	48	31	48	11	8	29	30
6	37	25	45	13	9	23	35
7	34	23	46	9	9	28	27
8	42	28	51	15	11	25	41
9	39	29	49	10	4	35	24
10	47	33	54	23	19	12	65
Среднее	40,90	26,30	47,30	15,10	10,90	21,30	41,10
Ср.кв.откл.	4,44	3,77	4,00	4,53	3,91	7,73	12,64

Таблица 4.

Ведомость замеров морфометрических показателей шишек лиственницы. *П/П №1*

№ шишки	Длина шишки, мм	ширина шишки, мм	общее кол-во семенных чешуй	Кол-во сем. чешуй с ложем для 2-семян	Кол-во сем. Чешуй с ложем для 1 семени	Кол-во чешуй без семян	Общий выход семян
1	25	21	24	11	0	13	22
2	23	23	28	13	0	15	26
3	28	12	20	13	0	7	26
4	27	20	28	15	0	13	30
5	27	23	26	13	0	13	26
6	29	18	27	15	0	12	30
7	32	16	30	17	0	13	34
8	24	18	25	14	0	11	28
9	23	15	26	12	0	19	24
10	33	20	35	16	0	19	32
среднее	27,10	18,60	26,90	13,90	0,00	13,50	27,80
ср.кв.откл	3,33	3,35	3,73	1,76	0,00	3,38	3,52

Таблица 5.

Ведомость замеров морфометрических показателей шишек лиственницы. *П/П №2*

№ шишки	Длина шишки, мм	ширина шишки, мм	общее кол-во семенных чешуй	Кол-во сем.чешух с ложем для 2-семян	Кол-во сем. Чешуй с ложем для 1 семени	Кол-чешуй без семян	Общий выход семян
1	27	23	26	13	0	13	26
2	25	22	25	15	0	10	30
3	27	11	24	11	0	13	22
4	29	25	27	17	0	10	34
5	31	19	21	16	0	5	32
6	30	15	29	14	0	15	28
7	25	16	31	13	0	18	26
8	29	20	26	18	0	8	36
9	23	28	30	16	0	14	32
10	28	17	29	19	0	10	38
среднее	27,40	19,60	26,80	15,20	0,00	11,60	30,40
ср.кв.откл	2,37	4,82	2,89	2,36	0,00	3,56	4,72

Таблица 6.

Ведомость замеров морфометрических показателей шишек лиственницы. *П/П №3*

№ шишки	Длина шишки, мм	ширина шишки, мм	общее кол-во семенных чешуй	Кол-во сем.чешух с ложем для 2-семян	Кол-во сем. Чешуй с ложем для 1 семени	Кол-чешуй без семян	Общий выход семян
1	24	12	28	14	0	14	28
2	23	14	27	16	0	11	32
3	27	16	31	18	0	13	36
4	24	19	26	17	0	9	34
5	25	16	29	12	0	17	24
6	29	15	26	18	0	8	36
7	31	20	32	21	0	11	42
8	28	18	29	13	0	16	26
9	24	13	24	14	0	10	28
10	18	11	19	11	0	8	22
среднее	25,30	15,40	27,10	15,40	0,00	11,70	30,80
ср.кв.откл	3,47	2,84	3,53	2,97	0,00	3,03	5,95



Таблица 7.

## Ведомость замеров морфометр-х характеристик семян сосны обыкн-й. П/П №1

№ семени	длина 10 семян с крылатками, мм	ширина 10 семян с крылатками, мм	длина 10 семян без крылаток, мм	ширина 10 семян без крылаток, мм	вес 1000 семян без крылаток, г
1	26	6	5	3,5	6,5
2	27	6	6	4	
3	26	8	5	3	
4	28	9	5,5	3,5	
5	23	6	4	3	
6	25	8	5	3,5	
7	27	6,5	5	4	
8	20	7	4	3,5	
9	25	6	5	4	
10	26	7	6	4,5	
среднее	25,30	6,95	5,05	3,65	
ср.кв.откл	2,19	1,01	0,65	0,45	

Таблица 8.

## Ведомость замеров морфометр-х характеристик семян сосны обыкн-й. П/П №2

№ семени	длина 10 семян с крылатками, мм	ширина 10 семян с крылатками, мм	длина 10 семян без крылаток, мм	ширина 10 семян без крылаток, мм	вес 1000 семян без крылаток, г
1	25	6	3	2	5,9
2	24	6	3	2,5	
3	23	7	4	3	
4	25	6	4	3	
5	27	5	5	4	
6	26	6	5	3	
7	15	3	4	2	
8	15	4	4	2	
9	24	7	4,5	3	
10	18	5	4	3	
среднее	22,20	5,50	4,05	2,75	
ср.кв.откл	4,26	1,20	0,65	0,60	

Таблица 9.

## Ведомость замеров морфометр-х характеристик семян сосны обыкновенной. П/П №3

№ семени	длина 10 семян с крылатками, мм	ширина 10 семян с крылатками, мм	длина 10 семян без крылаток, мм	ширина 10 семян без крылаток, мм	вес 1000 семян без крылаток, г
1	24	7	3,5	2	7,024
2	25	6	3,5	2	
3	21	7	4	3	
4	23	6	4	2,5	
5	24	7	4	2	
6	22	5	5	2	
7	19	5	3	1,5	
8	22	3	5	2,5	
9	21	5	4,5	3	
10	20	5	4	2	
среднее	22,10	5,60	4,05	2,25	
ср.кв.откл	1,81	1,20	0,61	0,46	

Таблица 10

## Ведомость замеров морфометрических характеристик семян лиственницы. П/П №1

№ семени	длина 10 семян с крылатками, мм	ширина 10 семян с крылатками, мм	длина 10 семян без крылаток, мм	ширина 10 семян без крылаток, мм	вес 1000 семян без крылаток, г
1	9,5	5	4	3	17,069
2	14	6	3,5	2	
3	16	8	4	3	
4	13	5	5	4,5	
5	15	5	4,5	2,5	
6	12	5	3	2	
7	17	6	4	3	
8	10	5	4	3	
9	11	6	5	4	
10	12	6	4	2,5	
среднее	12,95	5,70	4,10	2,95	
ср.кв.откл	2,39	0,90	0,58	0,76	

Таблица 11

Ведомость замеров морфометрических характеристик семян лиственницы. *III/II №2*

№ семени	длина 10 семян с крылатками, мм	ширина 10 семян с крылатками, мм	длина 10 семян без крылаток, мм	ширина 10 семян без крылаток, мм	вес 1000 семян без крылаток, г
1	13	5	4	3	17,224
2	14	6	4	2	
3	13	5	3	1,5	
4	16	6	5	3	
5	12	5,5	3	2	
6	11	4	3	2,5	
7	14	6	4	3	
8	15	6,5	4	3	
9	10	5	3,5	2	
10	13	6	4	3	
среднее	13,10	5,50	3,75	2,50	
ср.кв.откл	1,70	0,71	0,60	0,55	

Таблица 12

Ведомость замеров морфометрических характеристик семян лиственницы. *III/II №3*

№ семени	длина 10 семян с крылатками, мм	ширина 10 семян с крылатками, мм	длина 10 семян без крылаток, мм	ширина 10 семян без крылаток, мм	вес 1000 семян без крылаток, г
1	17	6	5	3	17,145
2	9	5	3	2	
3	16	4	4	2	
4	15	5	4	2,5	
5	16	4	4	3	
6	13	4	3	2	
7	14	4	3,5	2	
8	11	3	3	1,5	
9	18	7	5	3	
10	13	4	3,5	2,5	
среднее	14,20	4,60	3,80	2,35	
ср.кв.откл	2,64	1,11	0,71	0,50	

Ведомость замера времени полета семян лиственницы  
Сукачева при запуске с высоты 3,5 м (безветрие) и 5 м (с учетом ветра)

№ семени	t - время полета семян (без ветра) высота 3,5м	t - время полета семян (с учетом ветра) высота 5м	скорость (без ветра) для 3,5 м (м/с)	скорость, с учётом ветра, для 5 м (м/с)
1	2,04	5,01	1,72	1,00
2	4,01	7,02	0,87	0,71
3	3,07	6,94	1,14	0,72
4	2,09	6,54	1,67	0,76
5	1,43	4,03	2,45	1,24
6	4,02	2,07	0,87	2,42
7	1,27	3,54	2,76	1,41
8	0,98	4,29	3,57	1,17
9	1,07	2,02	3,27	2,48
10	2,44	1,64	1,43	3,05
11	3,95	5,72	0,89	0,87
12	1,94	6,84	1,80	0,73
13	2,03	7,83	1,72	0,64
14	1,07	5,43	3,27	0,92
15	2,29	6,73	1,53	0,74
16	4,56	5,21	0,77	0,96
17	3,78	5,02	0,93	1,00
18	0,99	6,28	3,54	0,80
19	1,67	7,25	2,10	0,69
20	2,24	7,24	1,56	0,69
21	5,02	8,61	0,70	0,58
22	3,01	6,43	1,16	0,78
23	2,78	5,24	1,26	0,95
24	1,63	4,73	2,15	1,06
25	2,54	5,25	1,38	0,95
26	2,01	6,54	1,74	0,76
27	4,03	9,98	0,87	0,50
28	2,07	6,98	1,69	0,72
29	2,63	5,63	1,33	0,89
30	1,07	7,63	3,27	0,66
31	0,63	8,94	5,56	0,56
32	5,73	7,23	0,61	0,69
33	3,2	6,57	1,09	0,76
34	1,2	7,98	2,92	0,63
35	2,6	8,24	1,35	0,61
36	1,07	6,24	3,27	0,80
37	2,06	5,02	1,70	1,00
38	3,64	4,97	0,96	1,01
39	2,72	5,63	1,29	0,89

40	3,03	4,07	1,16	1,23
41	4,57	5,02	0,77	1,00
42	2,51	6,03	1,39	0,83
43	1,02	7,63	3,43	0,66
44	1,07	8,97	3,27	0,56
45	1,29	9,02	2,71	0,55
46	2,43	7,62	1,44	0,66
47	3,56	8,61	0,98	0,58
48	4,98	4,01	0,70	1,25
49	5,21	5,02	0,67	1,00
50	6,24	6,03	0,56	0,83
Средняя скорость ( $V_{cp}$ )			1,78	0,94
Среднеквадр. отклонение ( $\sigma$ )			1,05	0,48
Коэф.полетных качеств ( $K_f$ )			0,5603	1,0659
Средняя высота древостоя (Н, м)			10	10
Скорость господств. ветров ( $V_v$ , м/с)			5,5	5,5
Дальность разлёта (L, м)			30,82	58,63

Таблица 14.

Ведомость замера времени полета семян сосны обыкновенной  
при запуске с высоты 3м (безветрие) и 5м (с учетом ветра)

№ семени	t - время полета семян (без ветра) высота 3,5м	t - время полета семян (с учетом ветра) высота 5м	скорость (без ветра для 3,5 м (м/с)	скорость, с учётом ветра, для 5 м (м/с)
1	9,07	13,07	0,39	0,38
2	8,07	18,94	0,43	0,26
3	7,6	13,59	0,46	0,37
4	4,23	8,61	0,83	0,58
5	5,7	17,12	0,61	0,29
6	10,2	16,13	0,34	0,31
7	11,13	16,13	0,31	0,31
8	8,07	21,01	0,43	0,24
9	7,07	17,93	0,50	0,28
10	5,63	18,97	0,62	0,26
11	6	16,04	0,58	0,31
12	7,27	17,02	0,48	0,29
13	8,54	18,07	0,41	0,28
14	9,1	16,93	0,38	0,30
15	8,07	15,63	0,43	0,32
16	9,52	16,97	0,37	0,29
17	10,43	13,98	0,34	0,36
18	11,24	14,97	0,31	0,33
19	7,43	15,63	0,47	0,32
20	8,59	16,24	0,41	0,31
21	8,56	17,57	0,41	0,28

22	10,02	18,69	0,35	0,27
23	4,53	12,01	0,77	0,42
24	5,64	10,01	0,62	0,50
25	6,79	15,03	0,52	0,33
26	9,07	10,02	0,39	0,50
27	7,63	5,04	0,46	0,99
28	5,7	16,07	0,61	0,31
29	8,07	15,09	0,43	0,33
30	5,63	16,03	0,62	0,31
31	6,07	17,94	0,58	0,28
32	8,54	18,26	0,41	0,27
33	8,07	12,26	0,43	0,41
34	10,43	13,64	0,34	0,37
35	11,24	12,44	0,31	0,40
36	8,59	13,47	0,41	0,37
37	8,56	12,07	0,41	0,41
38	10,02	11,02	0,35	0,45
39	4,53	12,77	0,77	0,39
40	6,78	13,43	0,52	0,37
41	7,24	14,59	0,48	0,34
42	7,57	15,97	0,46	0,31
43	2,12	16,63	1,65	0,30
44	8,02	17,94	0,44	0,28
45	10,01	18,22	0,35	0,27
46	7,63	20,01	0,46	0,25
47	8,59	14,02	0,41	0,36
48	10,01	12,63	0,35	0,40
49	11,24	13,64	0,31	0,37
50	10,22	9,02	0,34	0,55
Средняя скорость ( $V_{cp}$ )			0,48	0,36
Среднеквадр. отклонение ( $\sigma$ )			0,21	0,12
Коэф. полетных качеств ( $K_f$ )			2,0772	2,8074
Средняя высота древостоя (Н, м)			10	10
Скорость господств. ветров ( $V_b$ , м/с)			5,5	5,5
Дальность разлёта (L, м)			114,25	154,41