

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра лесоводства и лесных культур

Выпускная квалификационная работа

На тему:

«Анализ состояния почвозащитных насаждений в зоне деятельности
ГКУ «Пригородное лесничество» и рекомендации по их оптимизации»

Казань 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра лесоводства и лесных культур

Допускаю к защите
Заведующий кафедрой лесоводства
и лесных культур
_____ Н.М. Ятманова
« ____ » _____ 2019 г.

**Анализ состояния почвозащитных насаждений в зоне деятельности
ГКУ «Пригородное лесничество» и рекомендации по их оптимизации**

ВКР. КазГАУ-35.03.01 ЛД

Разработала	_____ /Равилова Л.М./ _____
Руководитель	_____ /Пухачева Л.Ю./ _____

Казань 2019

СОДЕРЖАНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	4
<u>1. Общая часть</u>	5
1.1 Общие сведения о лесничестве.....	5
1.2 Природные условия района	10
1.2.1 Лесорастительные и климатические условия.....	10
1.2.2 Рельеф и почвы	15
1.2.3 Гидрология и гидрографические условия	16
1.2.4 Экономические условия района. Роль и значение лесного хозяйства	16
1.2.5 Транспортная сеть.....	18
<u>2. Характеристика лесного фонда</u>	19
2.1 Распределение покрытых лесом земель по типам лесорастительных условий	19
2.2. Распределение площади покрытых лесом по классам возраста, бонитетам и полнотам	23
<u>3. Специальная часть</u>	30
3.1. Состояние вопроса по литературным данным.....	30
3.2. Программа, методика и объекты исследований	34
3.2.1. Характеристика объектов исследований.....	39
<u>4. Результаты исследований и их анализ</u>	40
4.1. Состояние защитных лесных насаждений на территории Высокогорского района.....	40
4.2 Влияние защитных лесных насаждений на состояние деградированных угодий.....	41
4.3. Формирование водорегулирующих насаждений в зависимости от микрорельефа	42
4.4. Влияние защитных лесных насаждений и простейших гидротехнических сооружений на влажность почвы.....	48
4.5. Влияние лесных полос и простейших гидротехнических сооружений на вынос элементов питания при весеннем стоке	51
<u>ВЫВОДЫ</u>	55
<u>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</u>	57

ВВЕДЕНИЕ

Довольно значительная часть почв, не только в России, но и во всем мире с каждым годом выходит из сельскохозяйственного обращения из-за различных причин. Тысячи и более гектаров земли страдают от эрозии, неправильной обработки и токсичных отходов.

Для обеспечения защиты и богатства лесных массивов по всей территории России создаются специальные лесные полосы. Данные насаждения служат для защиты лесов и являются определенной границей для населенных пунктов, озер и рек. Необходимо применение взаимосвязанных противоэрозионных мероприятий, которые осуществляются на всей водосборной площади балки или оврага. Такие мероприятия подразделяются на 4 группы: гидротехнические, агротехнические, организационно-хозяйственные, лесомелиоративные. Удачное размещение и правильное применение взаимосвязанных мероприятий по всей территории водосбора с дополнительной высокой агротехникой выращивания сельскохозяйственных культур, дает высокую эффективность защиты почв.

Защитное лесоразведение включает в себя закладку полезащитных лесных полос, облесение приовражных и прибалочных склонов, песков и других неудобных для сельскохозяйственного пользования земель, а также облесение берегов рек и водоемов, насаждений вдоль железных и шоссейных дорог, вокруг населенных пунктов.

Борьба с оврагами на территории Высокогорского муниципального района является одним из главных вопросов в проведении противоэрозионных мероприятий. Для решения данной проблемы создаются почвозащитные насаждения, а также прибалочные, приовражные и водорегулирующие полосы, облесение песков, куртинное и сплошное облесение склонов и оврагов. Полезащитные насаждения снижают риск снегозадержания, устраняют эрозионные процессы и действие суховеев и

засухи, которые несут вред, а также значительно уменьшают испарение влаги и глубину промерзания почвы.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Общие сведения о лесничестве

ГКУ «Пригородное лесничество» министерства лесного хозяйства Республики Татарстан находится в северно-западной части Татарстана, на территории Пестречинского, Лаишевского, Высокогорского районов и в окрестностях г. Казани. По лесохозяйственному и лесорастительному районированию леса лесничества относятся к подзоне хвойно-широколиственных лесов зоны смешанных лесов Предкамья РТ.

Сама контора расположена по адресу: город Казань, поселок Дербышки, Советский район, Халезова, 17а. Почтовый адрес: 420075.

Пригородное лесничество состоит из четырёх участковых лесничеств:

- Высокогорское,
- Иске – Казанское,
- Матюшинское
- Столбищенское.

Общая площадь земель лесного фонда Пригородного лесничества на 19.02. 2019 года составляет 29960 га, произошли небольшие изменения, в 2018 году площадь составляла 30401 га. Исследуемые леса Пригородного лесничества относятся к категории защитных. В том числе по участковым лесничествам:

- Высокогорское – 8580 га,
- Иске – Казанское – 7139 га,
- Матюшинское – 6584 га, (в 2018 году площадь составляла 7025 га)
- Столбищенское участковое лесничество – 7657 га.

Протяженность лесного фонда с севера на юг - 77км, с востока на запад - 30км. Размещение лесничества по территории районов довольно

равномерное. Лесистость районов, на территории которых расположен лесной фонд, составляет 16 %.

Распределение лесов лесничества по административным районам указано в таблице 1. А также на рисунке 1 можно увидеть схематическую карту Республики Татарстан с выделением территории лесничества.

Таблица 1

Распределение лесов лесничества по административным районам

№ п/п	Участковые лесничества	Административный район	Общая площадь, га
1.	Высокогорское	Высокогорский	7630
		Пестричинский	345
		г.Казань	605
	Итого:		8580
2.	Иске-Казанское	Высокогорский	7139
	Итого:		7139
3.	Матюшинское	Лаишевский	6584
	Итого:		6584
	Столбищенское	Высокогорский	311
4.		Лаишевский	5037
		Пестричинский	2010
		г.Казань	299
	Итого:		7657
	Итого по адм. районам:	Высокогорский	15080
		Лаишевский	12063
		Пестричинский	2355
		г.Казань	904
	Итого по лесничеству:		29960

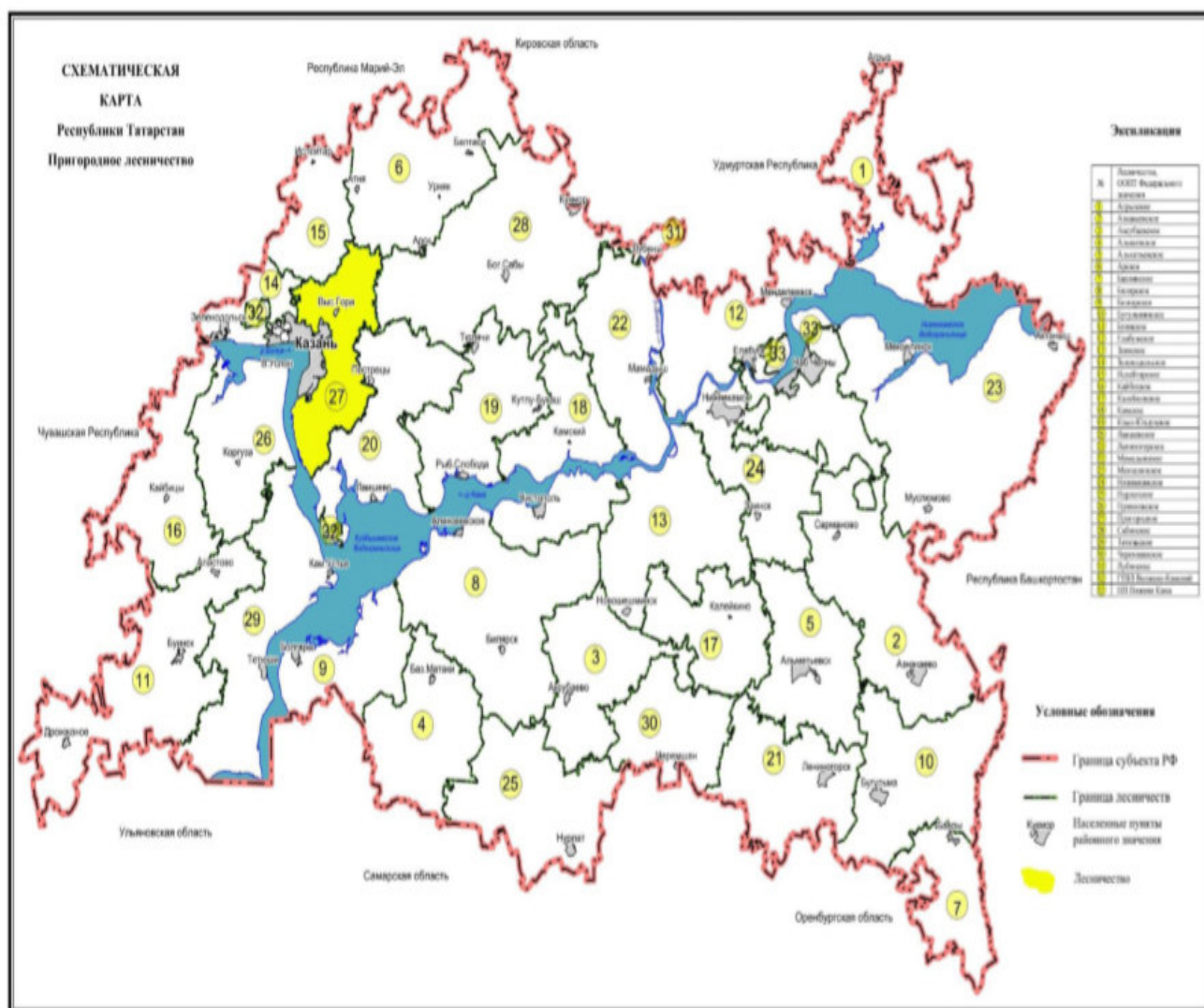
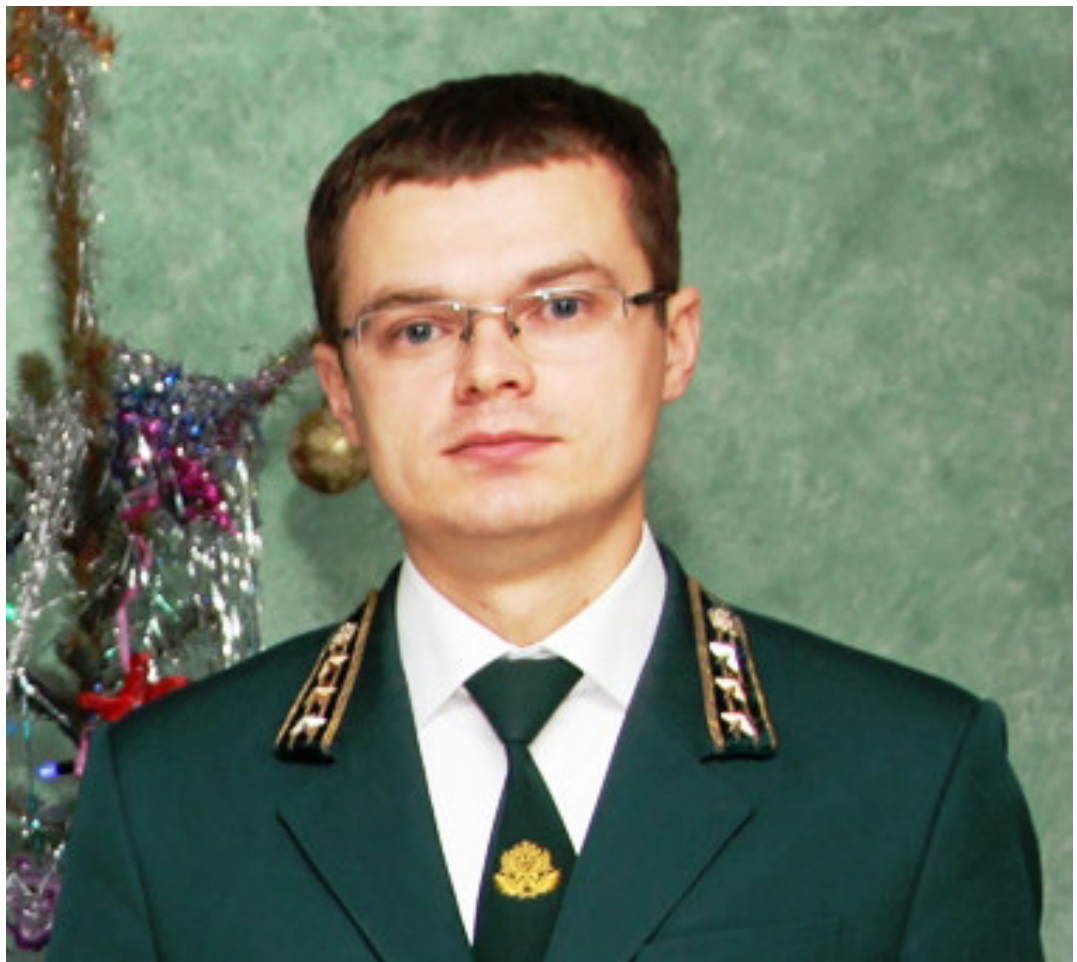


Рисунок 1 - Схематическая карта Республики Татарстан с выделением территории лесничества

На данных фотографиях можно увидеть, как выглядит Пригородное лесничество.



Руководителем ГКУ «Пригородное лесничество» является Кашафеев Ильнур Рафаэлевич.



1.2 Природные условия района

1.2.1 Лесорастительные и климатические условия

Лесорастительными условиями является система климатических, орографических, почвенных и гидрологических факторов, которые определяют динамику леса и условия роста лесной растительности.

В соответствии с лесорастительным районированием, утвержденным приказом МПР РФ от 18 августа 2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации», территория лесничества отнесена к району хвойно-широколиственных, то есть смешанных лесов европейской части Российской Федерации.

Что касается климатических условий, территории лесничества носят умеренно-континентальный характер с довольно суровой и снежной зимой с незначительными оттепелями, прохладной и сравнительно сухой весной, коротким жарким летом и влажной прохладной осенью.

Разность среднемесячной температуры наиболее теплого месяца (июль) и самого холодного (январь) составляет 32,7°C. Крайние колебания температур, то есть абсолютный максимум, приходится на июль-август, а минимум на декабрь-январь.

Теплый период со среднесуточной температурой 0°C и выше продолжается в среднем 206 дней, продолжительность вегетационного периода (со среднесуточной температурой 5°C и выше) 172 дня (с начала мая по конец сентября), из них в среднем 140 дней температура воздуха бывает выше 10°C.

Преобладающие ветра имеют направление с юга на юго-запад. Средняя скорость ветра варьируется в пределах от 3,6 до 6,1 м/сек. Относительная влажность воздуха в свою очередь составляет 74%.

Реки имеют устойчивый ледяной покров, их средняя продолжительность составляет 5 - 5,5 месяцев, который устанавливается в первой половине ноября. В середине апреля происходит вскрытие рек, продолжительность

ледохода в свою очередь составляет 2-4 дня. В целом оценивая климатические факторы района расположения лесничества, следует сделать вывод, что они являются вполне благоприятными для развития и роста древесной растительности. Все данные указаны в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2

Распределение лесов лесничества по лесорастительным зонам и
лесным районам

№ п/п	Наименование участковых лесничеств	Лесорастительная зона	Лесной район	Зона лесозащитного районирования	Зона лесосеменного районирования	Перечень лесных кварталов	Площадь , га
1.	Высокогорское	Хвойно – широколиственных лесов	Хвойно-широколиственных (смешанных) лесов Европейской части РФ	Средняя лесопотологическая угроза	Для сосны – 2, ели – 4, лиственницы – 3, дуба – 2	31-51, 58-67, 71-78, 81-85, 88-105, 117, 149, 150, 154-202	8580
2.	Иске - Казанское					1-30, 52-57, 68-70, 79, 80, 106-	7139

						116, 118- 148, 151- 153, 164- 186	
3.	Матюшин- ское					1-7, 9-16, 20-25, 31-33, 38-43, 45-73, 76-95	6584
4.	Столбищен- ское					1-5, 11-120	7657
	Итого:						29960

Карта-схема Распределение территории лесничества
по лесорастительным зонам и лесным районам.

Условные обозначения:

 - зона хвойно-широколиственных лесов,
район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов
европейской части Российской Федерации.

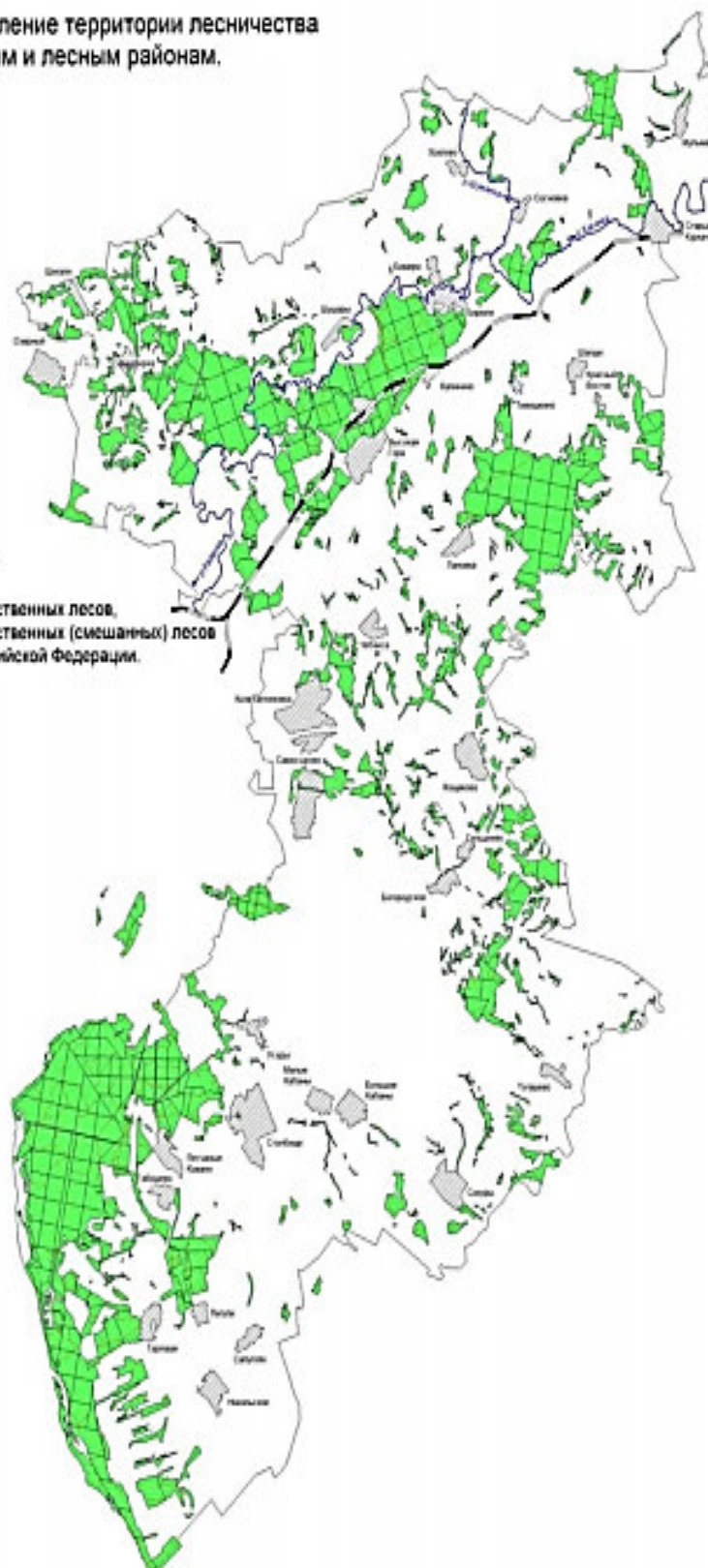


Рисунок 2 - Карта – схема с изображением распределения лесов
Пригородного лесничества по лесорастительным зонам и лесным районам.

Что касается климатических условий, территории Пригородного лесничества носят умеренно-континентальный характер с довольно снежной и суровой зимой с незначительными оттепелями, поздней сухой и прохладной весной, коротким довольно жарким летом и влажной прохладной осенью.

Разность среднемесячной температуры июля (самого теплого месяца) и января (самого холодного месяца) составляет $32,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум колебания температур обычно приходится на июль-август, а минимум на декабрь-январь.

Теплый период продолжается в среднем 206 дней со среднесуточной температурой 0°C , продолжительность вегетационного периода - 172 дня, со среднесуточной температурой 5°C и выше, а с начала мая по конец сентября в среднем 140 дней температура воздуха бывает выше 10°C .

Поздние весенние заморозки можно наблюдать даже в первой декаде июня, когда температура воздуха иногда опускается до -3°C . Ранние осенние заморозки могут привести к повреждению лесных семян и выжиманию саженцев в лесокультурах. Сама интенсивность заморозков зависит от рельефа местности, от растительности и почвенного характера.

Средняя скорость направления ветра составляет примерно от 3,6 до 6,1 м/сек. Относительная влажность воздуха же составляет 74%.

Реки в свою очередь имеют устойчивый ледяной покров средней продолжительностью от 5 до 5,5 месяцев. В середине апреля происходит вскрытие рек, продолжительность ледохода составляет 2-4 дня. В целом по данным климатических факторов района, в котором расположено Пригородное лесничество, можно отметить, что они являются довольно благоприятными для роста и развития древесной растительности.

1.2.2 Рельеф и почвы

Большая часть территории лесничества представлена равнинной, ее высота в свою очередь составляет в среднем от 170 до 180 м над уровнем моря. Имеется значительная расчлененность рельефа на фоне общей равнины, для которой юго-восточная часть Высокогорского лесничества является характерной, довольно сильно изрезанная овражно-балочной сетью.

На территории лесничества преобладают такие типы почв, как:

- дерново-подзолистые тяжелосуглинистые и серые лесные почвы. Такие типы почв обычно преобладают в небольших массивах Высокогорского участкового лесничества.
- дерново-подзолистые легко и среднесуглинистые. Распространены в основных массивах Высокогорского участкового лесничества;
- песчаные и супесчаные почвы, дерново-сильно и среднеподзолистые. Обычно встречаются в Столбищенском и Матюшинском участковых лесничествах;

Все эти типы почвы тесно связаны с рельефом и водным режимом местности.

По влажности почвы их можно отнести к свежим, реже к влажным и мокрым. Процессы эрозии на территории лесничества выражены слабо.

1.2.3 Гидрология и гидрографические условия

На территории Пригородного лесничества в районе Высокогорского участкового лесничества протекает река Казанка с притоками Сума, Киндерка и Березя. Территория данного лесничества характеризуется гидрографической сетью из ручьев, рек и речек, которые относятся к бассейну реки Волги с общим стоком вод на юго-запад.

На территории предприятия имеется несколько естественных и искусственных водоемов. Лесные массивы Столбищенского участкового лесничества примыкают к озеру Ковалевское. Уровень грунтовых вод в районе наших исследований находится в пределах от 5 до 10 м. По юго-восточной границе Столбищенского участкового лесничества протекает река Меша с притоками Нырса и Нурма.

1.2.4 Экономические условия района.

Роль и значение лесного хозяйства

Пригородное лесничество расположено на территории 3 муниципальных районов, основная часть лесничеств расположена на территории Высокогорского и Лаишевского районов.

Высокогорский район занимает первое место по многим отраслям хозяйства в республике. В сельском хозяйстве занимает преобладающее место производство мяса, картофеля, молока и зерна. Довольно быстро на территории данного района развивается промышленное производство.

Сельское хозяйство является основой экономики Лаишевского района. Достаточно активно выращивают горох, ячмень, овёс, озимую рожь и яровую пшеницу. Хорошо развито пчеловодство, мясо-молочное скотоводство и звероводство.

В Пестречинском районе активно развито сельскохозяйственное машиностроение. На землях этого района также создаются озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, овёс, картофель, зерновые, зернобобовые и

кормовые культуры. Главными отраслями животноводства являются птицеводство, коневодство, звероводство, мясо-молочное скотоводство.

Территория Пригородного лесничества снабжена довольно хорошо развитой дорожной инфраструктурой, достаточно уплотненным расположением населенных пунктов, что объясняет наличие рынков сбыта древесной и недревесной продукции леса.

Преобладающее состояние в сельском хозяйстве имеет мясомолочное направление в животноводстве и зерновое направление в полеводстве. Промышленные предприятия, не имеющие прямой зависимости от лесных ресурсов, сосредоточены в районных центрах.

Леса Пригородного лесничества не достаточно хорошо соответствуют потребностям местного населения в древесине и топливе. При строительстве очень часто происходит нехватка древесины, поэтому возникает вопрос о замене ее другими строительными материалами.

Расположенные с сельскохозяйственными угодьями леса данного лесничества, устраняют водную и ветровую эрозию, положительно влияют на водный режим почв, что приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных растений.

На территории лесничества хорошо развито пчеловодство. В лесных массивах и около них были размещены 42 пасеки сельхозформирования. Годовая потребность в древесине местных потребителей составляет в среднем 42,0 тыс. м³ и удовлетворяется за счет древесины, которую получают в порядке рубок ухода, санитарных и прочих рубок в лесах гослесфонда.

Заостряя внимание на плотность населения, количество потребления древесины и уровень промышленной переработки, который сложился на данный период, в районе происходит дефицит лесов.

1.2.5 Транспортная сеть

Район расположения лесничества характеризуется развитой сетью шоссейных, грунтовых и железных дорог. Непосредственно территорию лесничества пересекает:

1. Шоссейные дороги: Казань - Набережные Челны, Казань - Арск, Казань – Столбищи, Казань – Матюшино, Казань - Сорочьи Горы.
2. Железная дорога широкой колеи Казань - Арск

Достаточное количество грунтовых дорог, которые проходят по лесным массивам лесничеств, используются лесничеством почти что круглосуточно в качестве лесохозяйственных и противопожарных дорог.

Грунтовые дороги в большинстве своем требуют улучшения и ремонта. Проезд по ним возможен только в сухое время года, а на отдельных участках только транспортом повышенной проходимости.

Общая протяженность дорог на 1000 га района расположения лесничества составляет 7,1 км, в том числе по Гослесфонду - 6,7 км.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОГО ФОНДА

2.1 Распределение покрытых лесом земель по типам лесорастительных условий

Лесная площадь составляет 96,7% от общей площади Пригородного лесничества. При этом покрытая лесом площадь составляет 90,2%, площадь, непокрытая лесом - 613 га, это указывает на наличие резервных площадей для лесоразведения. Вся нелесная площадь, в свою очередь, составляет 3,3% от всей территории лесничества. Доля сенокосов составляет 1,0% от общей площади лесничества.

Лесорастительные условия – это совокупность почвенных, климатических, гидрологических и орографических факторов, которые определяют динамику леса и условия роста лесной растительности. На лесорастительные условия влияют типы равнин, а изменения лесорастительных условий, а также формирование растительного покрова зависят от типа леса. Данные по лесничеству можно увидеть в таблице 4.

Преобладающее положение в Пригородном лесничестве занимают сосновые насаждения, которые, в свою очередь, составляют 45,7% покрытой лесом площади. Из мягколиственных пород, распространены липа и береза - по 15,7%.

По хозяйственной значимости древесной породы расположены в следующей последовательности – сосна, лиственница, ель, дуб черешчатый, липа, береза, осина, ива, тальник.

Общая площадь лесного фонда по лесничеству составляет 29960 га или 100%. Данные указаны в таблице 3.

Покрытая лесом площадь составляет 28077 га или 93,71%, в том числе лесные культуры – 7813 га или 26,08 %.

Земли, не покрытые лесной растительностью составляют 466 га или 1,56%, из них несомкнувшиеся лесные культуры – 259 га или 0,86 %. Нелесные земли, в свою очередь составляют 1417 га или 4,73%.

Доля сенокосов составляет 1,0% от общей площади лесничества.
 Большая часть территории занята площадями особого назначения

Таблица 3

Распределение лесного фонда по категориям земель и его динамика

№ п/п	Категории земель	По данным предыдущего лесоустройства			По данным настоящего лесоустройства				Изме- нения, за ревиз. период +/- (по графе3)
		Всего	В т.ч.переда- но в аренду (долгосрочного польз.)		Всего		В т.ч. передано в аренду (долгосрочного польз.)		
			га	га	%	га	%	га	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Общая S лесного фонда	25311	236	9	30517	100	236	8	+5206
2	Лесные земли - всего	24299	222	8	29121	95,4	222	7	+4832
2.1	Покрытые лесом- всего	23573			28528	93,4			+4955
2.1.1	В том числе: Продуктивные Из них:лесные культуры	6890	103	1	8024	26,3	103	1	+1134
2.2	Несомкнувшиися лесные культуры	69			379	1,2			+310
2.3	Лесные питомники, плантации	68			84	0,3			+16
2.4	Редины естественные	-	-	-	-			-	-

	93,4							6,6		
B2	3087 99,7							2 0,1	7 0,2	3096
B3	6 4,6								125 95,4	131
B4									21 100,0	21
Д1	123 10,9			57 5,0	108 9,5	3 0,3		794 70,1	48 4,2	1133
Д2	98 1,3	83 1,1	9 0,1	3437 46,7	104 1,4	19 0,3		1253 17,0	2360 32,1	7363
Д3				4 21,0	1 5,3		2 10,5	6 31,6	6 31,6	19
Д4							80 84,2	15 15,8		95
С2	8155 51,5	216 1,4	105 0,6					3407 21,5	3960 25,0	15843
С3	10 2,7	27 7,2						215 57,7	121 32,4	373
С4								62 29,7	147 70,3	209
Итого по лесни- честву	11713	326	114	3498	213	22	82	5765	6795	28528

Все разнообразие лесорастительных условий лесничества укладывается в несколько коренных типов леса, которые объединены в группы. Из них основные группы являются типично сосновыми, еловыми, дубовыми. Мягколиственные насаждения на землях этих групп типов леса возникли в результате смены пород на месте коренных сосняков, ельников, дубрав.

Условия произрастания Д2-3, наиболее пригодные для роста и развития высокопродуктивного дуба, составили 7382 га, что 25% от общей площади.

После рубки насаждений данных хозяйственных групп типов леса целесообразно их восстановление исключительно сосной, елью, дубом.

Насаждения групп типов леса производительностью IV класса бонитета произрастают на сырых и мокрых местах, из-за низкой продуктивности рекомендуется их естественное возобновление преобладающей породой.

2.2 Распределение площади покрытых лесом по классам возраста, бонитетам и полнотам

Группа возраста древостоя – это единица распределения древостоев по развитию в течение жизненного цикла и возрастным этапам роста. Классы возраста объединяют в группу возраста, исходя из принятого главного пользования преобладающей древесной породы для хозяйственной секции древостоя возраста рубок. Выделяют молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные древостои. Все данные по лесничеству указаны в таблице 5.

В целом по лесничеству преобладают насаждения с полнотой 0,7 - 0,8, составляющие 50,7 % - от покрытой лесом площади, высокополнотные насаждения занимают 19,8 %.

Из покрытой лесом площади молодняки составляют 4100 га или 14,4%, средневозрастные – 14919 га или 52,3%, приспевающие – 4407 га или 15,4%, спелые и перестойные 184 га или 0,6%.

Таблица 5

Распределение покрытой лесом площади по породному составу
и возрастной структуре лесов

Преоб- ладаю- щая порода	По данным настоящего лесоустройства					
	Молод- няки	Средне- возраст- ные насажде- ния	Приспе- вающие Насажде- ния	Спелые и перестойные насаждения		Итого
				Всего	В том числе пререстойные	
1	2	3	4	5	6	7
Сосна	3404	5945	1070	1294	1	11713
	664,8	1874,6	377,8	499,7	2,4	3416,9
Ель	232	38	6	2		326
	10.0	26.1	1,8	0.5		38,4
Листвен ница	53	56				115
	7,3	16,8				24.1
Дуб вс	58	3423	15			3497
	4,7	566,8	2.8			574,3
Дуб нс		88	108	17		213
		13,4	18,2	3,3		34,9
Клен	5	17				22
	0.3	1,3				1.6
Вяз	4	67	11			82
	0,2	6,3	1.0			7,5

Береза	146	2953	1328	1338	55	5765
	5,0	509,7	303,7	331,5	14,1	1149,9
Осина	81	132	267	1247	106	1727
	2,1	21,1	54,0	300,1	26,2	377,3
Ольха серая	7	52	56	36		151
	0,2	4,7	8,0	5,2		18,1
Ольха черная		12	4			16
Липа	86	2065	1539	1050	15	4740
	4,2	550,4	484,0	338,3	4,1	1376,9
Тополь	10.	19	2	1		32
	0,1	4,8	0,5	0,5		5,9
Итого	4100	14919	4407	5102	184	28528
	682,2	3597,0	1252,2	1480	46,8	7028,4

Сплошная рубка леса на протяжении нескольких десятилетий не проводилась, в конечном итоге это привело к накоплению стареющих насаждений с низким приростом. Если сравнивать результаты с данными настоящего лесоустройства, то выясняется, что площадь молодняков не увеличилась. А средневозрастные насаждения, в свою очередь, сохранились почти на прежнем уровне. Спелые насаждения увеличились в два с половиной раза. Появились перестойные насаждения.

Если учесть, что возраст рубки в сосняках в парковых лесах составляет 141 год, то появляется неуверенность по сохранению основных насаждений, так как их состояние не очень радует.

Таблица 6

Распределение площади покрытых лесом земель
по классам возраста

Преобладающая порода	Классы возраста												Итого
	1	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII и выше	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сосна	3041	3100	2338	2288	1320	1070	1272	16	12,4				11715
	5,1	649,7	650,1 9	769,6	454,8	377,9	490,9	6,5					3417,0
Ель	186	46 4,3	1,8	12	65	61,8	2						327
	5,8	30	42 14,0	4,2	20,1		0,5						38,5
Листвен- ница	28	5,0		8									115
	2,3			2,8									24,1
Итого:	518 23,2	3176	665,9	2309	1385	1076	1274	16	7				12157
		659,0		776,6	474,9	379,7	491,4	6,5	2,4				3479,6
Дуб	11 0.2	48	1191	1577	527	128	16	108					3498
		4.4	163,0	273,6	105,5	24,7 42	2,8	18,2					574,2
Дуб н/с					1 0,1	6,4	45		17				213
					3		7,0		3,3				35,0
Клен		6	12	2	0.3								23
		0.3	0.7	0.2	26	12							1.5
Вяз		4	6	3	3,6	1,2	6.	10					82
		0,2	0,2	0,7			0,6	1,0					7,5
Итого:	11 0.2	58	1209	1587	567	182	67	118	17				3816
		4.9	163,9	274,5	109,5	32,3	10,4	19,2	3,3				618,2
Береза	95	52	276	487 66,5	1030	1162	1328	897	385	55			5767
	1,6	3,5	26,5 35	97	167,3	249,4	303,7	219,0	98,4	14,1			1150,0
Осина	61	20	4,2	17,0	267	638	504	97	97	1			1728
	1,1	1,0			54,0	150,0	123,9	23,7	2,3	0,2			
Ольха с		6	18	34	56	31	5						150
		0,2	1,2	3,5	8,0	4,3	0,9						18,1
Ольха ч			4	2			4						16
			0,3	0,5			0,4						1,2
Липа н.	35	51	44	59	339	652	970	1540	774	260	15		4739
	0,9	3,3	5,1	10,5	77,5	172,6	284,8	484,0	244,8	89,3	4,1		1376,9

Тополь к	10			3	2	8	6	2		1			32
	0,1			0,4	0,5	2,3	1,7	0,5		0,5			6,0
Ива	3	5	1										9
.	0,1	0,2	0,1										0,4
Тальник			3		83					35			121
			-		0,6					0,4			1,0
Итого:	204	134	381	688	1777	2491	2817	2536	1167	352	15		12562
	3.8	8.2	37.4	98.4	307,9	578,6	715,4	727,2	345,5	104,5	4,1		2931,0
Всего:	733	3368	3984	4532	3727	3748	4158	2669	1191	353	15		28535
	27.2	672,0	867,2	1149,15	892,2	990,4	1217,2	752,9	351,2	104,4	4,1		7028,3

Исходя из данных в таблице, можно сделать вывод, что в лесничестве преобладают насаждения четвертого класса возраста, их доля составляет 16,06 % от всей площади, покрытой лесом.

Что касается бонитета, хвойные, а также берзовые насаждения имеют средний бонитет выше I класса, средний бонитет 1,3. Дубовые и липовые леса соответственно имеют средний класс бонитета - 2,0 и 2,1. По лесничеству преобладают насаждения высших бонитетов, составляющие 69,9%. В лесничестве преобладают насаждения III класса возраста - 18,2% покрытой лесом площади. Все данные по лесничеству в целом указаны в таблице 7.

Таблица 7

Распределение площади покрытых лесом земель по классам бонитета

Преобладающая порода	Классы бонитета									Итого Площадь,
	1б	1а	1	II	III	IV	V	'Va	Уб	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сосна	45	2802	8072	784	10					11713

Ель			230	96					326
Лиственница		46	68						114
Итого хвойн.:	45	2848	8370	880	10				12153
Дуб в/ств			89	3154	255				3498
Дуб н/ств.				27	186				213
Клен				12	10				22
Вяз				2	80				82
Итого т/листв			89	3195	531				3815
Береза		249	4552	954	10				5765
Осина			802	906	19				1727
Ольха серая				51	100				151
Ольха черная					16				16
Липа нектар.				4107	628	5			4740
Тополь культ			1	31					32
Ива				2	7				9
Итого/листе		249	5355	6051	780	5			12440
Тальник				31	89				120

Итого	45	3097	13814	10157	1410	5				28528
--------------	-----------	-------------	--------------	--------------	-------------	----------	--	--	--	--------------

Исходя из данных таблицы, можно увидеть, что по лесничеству преобладают насаждения высших бонитетов, процентная доля которых составляет 69,9 %; а древостой II и III бонитетов в свою очередь занимают 30,1 % от покрытой лесом площади.

Насаждения лесничества характеризуются высокой полнотой, средняя полнота составляет - 0,73. Данные указаны в таблице 8.

Наиболее высокополнотными являются лиственничные насаждения с полнотой 0,84, а также сосняки и березняки со средней полнотой соответственно 0,79 и 0,73;

Средняя полнота основных лесообразующих пород колеблется от 0,73 до 0,79;

Таблица 8

Распределение площади покрытых лесом земель по полнотам

щая порода	Полнота								Итого площадь
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сосна	42	139	438	1267	3270	3176	2009	1372	11713
Ель		23	26	45	90	71	35	36	326
Лиственница			11	8	9	58	27	1	114
Итого	42	162	475	1320	3369	3305	2071	1409	12153
Дуб	12	130	449	1473	1334	88	8	4	3498
Дуб низкоств.			23	95	87	8			213
Клен		2		18	1		1		22
Вяз	3	32	30	16	1				82
Итого т/листв.	15	164	502	1602	1423	96	9	4	3815
Береза	14	90	298	1219	2407	1443	226	68	5765
Осина	4	15	116	222	831	408	100	31	1727
Ольха серая	1	11	20	78	40	1			151
Ольха черная		4	4	8					16
Липа нектарн		50	151	1015	2424	849	198	53	4740
Тополькульт.				11	15	6			32
Ива		6		1	1	1			9
Итого м/листв	19	176	589	2554	5718	2708	524	152	12440
Тальник			3	110	4	3			120
Всего по л-ву:	76	502	1569	5586	10514	6112	2604	1565	28528

3. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Состояние вопроса по литературным данным

Лесомелиоративные насаждения в своем роде очень многофункциональны, они играют большую роль в сохранении, преобразовании и восстановлении ландшафтов. А также они служат для поддержания экологического равновесия. Лесные полосы создаются для поглощения остаточного поверхностного стока, регулирования ветрового режима и равномерного распределения снега, они предотвращают размыв и смыл почвы, имеют функцию очищать поверхностный сток, который поступает в реки и водохранилища, а ещё они служат для сохранения почвенного плодородия. Лесные полосы улучшают состояние кормовых угодий, изменяют экологические условия выращивания сельскохозяйственных культур, а также положительно влияют на продуктивность сельскохозяйственных угодий, скота и птиц.

Основными компонентами, которые входят в противоэрозионный комплекс, являются водорегулирующие и прибалочные лесные полосы. Лесные полосы перехватывают неудержанную часть стока.

Противоэрозионная эффективность лесных полос определяется конструкцией, шириной, породным составом и межполосным расстоянием. В условиях зоны Предкамья РТ оптимальная ширина водорегулирующих лесных полос 15-20 м с ажурной конструкцией. Породный состав должен быть представлен 3-5 рядами деревьев и 1-2 кустарника. В зависимости от крутизны и протяженности склона может быть одна или несколько полос. Расстояние между ними на склонах до 4° не должно превышать 350, а на более крутых – 200 м.

Приовражные и прибалочные лесные полосы размещают вдоль оврагов и балок перпендикулярно линиям стока. Они выполняют те же функции, что и водорегулирующие, плюс ко всему, способствуют увлажнению и затенению откосов оврагов и балок, создавая тем самым условия для

закрепления их естественной растительностью. Такие полосы создаются из быстрорастущих и устойчивых пород плотной конструкции шириной 15- 20 м и ближе 3- 5 м от бровки.

Исследованиями Е.А. Гарштнева, М.И. Долгилевича, В.М. Ивонина, О.С. Краснопольской, В.Н. Левченко, В.М. Павлова, А.Г. Рожкова, Г.П. Сурмача, В.С. Федотова, К.Л. Холупяк и других установлено, что водорегулирующие и прибалочные лесные полосы способствуют большему накоплению снега, тем самым увеличивая запасы влаги находящихся вблизи участков, уменьшают скорость ветра, улучшают микроклимат в зоне своего влияния, это происходит в связи с повышением эффективности мероприятий, которые направлены на получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Почвозащитное влияние лесных полос проявляется в улучшении водно - физических свойств почв, уменьшении глубины промерзания, задержании и поглощении стока талых и дождевых вод. Водопоглощающая функция, в свою очередь, зависит от водно-физических свойств почвы, от наличия лесной подстилки и ее мощности, характера поступления воды в насаждения. Корневые системы кустарников и деревьев, проникая на большую глубину, разрыхляют почву, улучшая, тем самым, водопроницаемость. После отмирания и образования на их месте пустот и каналов, функция водопоглощения усиливается. Очень большую роль в сохранении водопроницаемости почв на высоком уровне и уменьшении стока играет лесная подстилка. Лесная подстилка обладает высокой влагоемкостью, а также предохраняет почвенные поры от закупорки и заиления, другими словами закупорки. Подстилка обеспечивает сплошное затопление слоем воды, при этом задерживая её на поверхности почвы. Только в этом случае, по мнению Г.П. Сурмача, происходит максимальное впитывание воды почвой.

При накоплении подстилки под пологом леса увеличивается активность земляроев и другой лесной фауны. Большую роль играют дождевые черви при создании водопрочной структуры, а также в переработке огромной

массы почвы. Постепенно почва под лесными полосами обогащается органическим веществом, улучшается ее структура и водно-физические свойства. В результате всех этих воздействий флоры и фауны почва под лесом становится рыхлой и хорошо проницаемой для воды. Исследуя влияние леса на почву, С.В.Зонн отмечает, что во всех случаях лесная растительность вызывает определенные изменения почв, особенно их физических свойств. Почва под лесными насаждениями может поглотить от 150 до 300-400 мм талой воды в час. Это, по мнению Зыкова И.Г. и Калиниченко Н.П. в 10-20 раз превышает водопоглощение пашни.

В связи с увеличением возраста деревьев проявляется структурообразующее действие их корневых систем. По мере накопления опада почва начинает наполняться органическим веществом, тем самым улучшается ее структура.

Противоэрозионная роль водорегулирующих и прибалочных лесных полос зависит от степени расчлененности вышележащего участка лощинами и ложбинами, а также характера поступления воды в насаждение. В том случае, если склон ровный, односторонний с постоянным падением лесная полоса, расположенная поперек хорошо поглощает талые и ливневые воды, которые поступают в нее равномерным слоем.

Работы по составлению Программ по выявлению деградированных земель, защите их от деградации и восстановлению в соответствии с Положением о порядке консервации деградированных сельскохозяйственных угодий и земель, загрязненных токсичными промышленными отходами и радиоактивными веществами согласно постановления Кабинета Министров Республики Татарстан от 15.03.93 г. №113 впервые были проведены в 1996 году.

В результате этих работ были установлены объемы загрязненных, заболоченных, засоленных, переувлажненных, эродированных и других земель с негативными проявлениями, этим занимались Пухачев А.П. и Шакиров Ф.Х.

В работах Н.А.Миронова и Ч.С.Хасанкаева показана роль защитных лесных насаждений как одних из прочих противоэрозионных мероприятий. Кустарниковые и древесные породы должны подбираться в зависимости от их биологических особенностей и от конкретных условий местопроизрастания. Авторы утверждали, что породы должны быть достаточно ценными в хозяйственном отношении, высокорослыми и долговечными.

Важной частью лесных полос, успевшие сформироваться, является самостоятельный ярус подлеска, состоящий в основном из кустарниковых пород, таких как: клен татарский, лещина, акация желтая, бузина, бересклет бородавчатый и европейский, с включением клена ясенелистного, черемухи и клена полевого. Важная роль подлеска в степных насаждениях заключается в защите его от проникновения травянистой растительности под полог древостоев. Кустарники могут сильно влиять на рост деревьев, как в молодом, так и в более позднем их возрасте, так утверждали Г.Н.Высоцкий, Г.Ф.Морозов, Н.А.Михайлов, И.Н.Маяцкий и другие. Например, густой подлесок из акации отрицательно влияет на рост ясеня пушистого в сухих местообитаниях. По словам А.А. Шаповалова, известны такие случаи, когда клён остролистный и берёза в насаждениях отмирают, а также из-за густоты подлеска накапливается зимой много снега и весной наблюдается временное переувлажнение почвы.

Волков В.П. и Косоуров Ю.Ф. исследовали противоэрозионную роль молодых защитных лесонасаждений в возрасте до 6-7 лет, изучали состав древесных и кустарниковых пород, определяли особенности работы гидротехнических сооружений, а также выявляли условия наиболее подходящего сочетания лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий.

В результате своих исследований М.Б.Щербаков выявил, что противоэрозионные насаждения оказали серьезное влияние на увеличение содержания гумуса в почве.

А.Х.Газизуллин же в свою очередь сделал вывод после своей работы, что создание лесов на крутосклонах дают большой экономический эффект и создают условия для экологического улучшения окружающей среды.

3.2 Программа, методика и объекты исследований

С 1985 года на полевой территории опытного участка, который находится в составе водосбора, проводился комплекс лесомелиоративных работ.

Нами были проведены наблюдения на присетевом участке водосбора сложной конфигурации, площадь которой составляла 153 гектара. Склон ложбинистый, крутизной от 10 до 18 градусов, северо-восточной экспозиции. Затем нами были изучены стокорегулирующие насаждения из березы бородавчатой, эти насаждения были созданы одновременно в 1970 году, цель которой была определить оптимальный вариант конструкции лесополос для более максимального поглощения поверхностного стока и сохранения долголетия насаждения.

Были изучены 3 варианта с площадью по 2,5 гектара (100 метров поперек склона на 250 метров вдоль склона) в двух повторностях:

- 1 вариант - участок в присетевой зоне со сплошным облесением по бороздам, 29 рядов березы бородавчатой;

- 2 вариант - участок в присетевой зоне со стокорегулирующими полосами из березы бородавчатой и крайними рядами из караганы древовидной:

К-Б-Б-Б-Б-Б-Б-Б-Б-Б-Б-Б-Б-Б-Б-Б-К;

- 3 вариант- участок в присетевой зоне со стокорегулирующими полосами из березы бородавчатой в сочетании с простейшими гидротехническими сооружениями (набивные траншеи в верхней части полосы и водонакапливающие траншеи в нижней по склону).



ПП 1 - Сплошное облесение по бороздам, 29 рядов



ПП 2 - Лесополоса из березы бородавчатой и караганы древовидной



ПП 3 - Лесополоса + траншеи

До 1985 года траншеи набивались соломой, а в настоящее время они представляют собой углубления небольшого размера, заросшие осиной. В качестве гидротехнических сооружений изучались набивные траншеи, созданные тракторным ковшовым с верхней по склону стороны. С нижней по склону стороны 4-х рядной лесной полосой из березы бородавчатой были созданы водопоглощающие траншеи и земляные валы.

Изначально ширина водопоглощающих траншей была 70 – 80см, глубина 70 – 85 см, а высота земляных валов 50 – 60см. Со временем размеры довольно изменились, это произошло потому что последние 30 лет водопоглощающие траншеи были без заполнителей. Глубина водопоглощающих траншей уменьшилась до 32 см, ширина поверху увеличилась до 150, а понизу сократилась до 21см. Валы стали шире, но ниже.

Нами проводились следующие наблюдения:

1. С 2018- 2019 году нами были проведены работы по почвенно-эрозионному картированию участков с отбором почвенных образцов для агрохимического и агрофизического анализов. В образцах, взятых из разрезов, определяли:

- а) Подвижные формы фосфора и калия по Кирсанову.
- б) Гумус по Тюрину
- в) Сумма поглощенных оснований по Гедройцу.
- г) Степень насыщенности основаниями.
- д) рН солевой вытяжки потенциометрическим методом.
- е) Максимальная гигроскопическая влага весовым способом.

2. Запасы продуктивной влаги весовым методом. В слое 0-100 см два раза за сезон через каждые 10 см.

3. Измерения растений на пробных площадях, что помогло определить высоту растений.

4. Измерение диаметра ствола на уровне груди с помощью мерной вилки.

5. Определение показателя мелиоративного использования насаждений (С). $C (\%) = R / P * 100$,

где R- площадь рабочих участков,

P - общая площадь насаждений

В работе использовались данные по определению прироста лесных полос за периоды 1990 и 1997-2000 годы. Эти данные были получены доцентом Пухачевой Л.Ю.

3.2.1 Характеристика объектов исследований

Нами были исследованы земли гидрографического фонда Высокогорского района Республики Татарстан. Данные земли в настоящее время заняты кормовыми угодьями, относящиеся к разряду деградированных, а также являющиеся низкопродуктивными.

Рельеф в этом районе волнистый, преобладающими элементами данного рельефа являются водораздельные склоны и водоразделы, которые переходят в балки и глубокие овраги.

Почвы средне - и сильноосмытые, светло-серые лесные, тяжелые по механическому составу. Эти почвы имеют низкий уровень плодородия. Сумма поглощенных оснований таких, как кальций и магний равна 16,6- 20,8 мг/экв на 100 г почвы. Гидролитическая кислотность невысокая - 2,5-4,0 мг/экв на 100 г почвы. Степень насыщенности основаниями высокая и находится в пределах 80,6- 89,0%. Почвенный раствор имеет слабокислую реакцию (рН = 5,3- 5,9). Все данные получены РКЦ «Земля».

Довольно большая часть земель гидрографического фонда представлена в виде суходолов с крайне низким уровнем урожайности: 1,2 т/га сена на угодьях сенокосного использования и 0,3- 0,7 т/га сена на угодьях пастбищного использования. Количество корма для скота составляет 25%.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ

4.1 Состояние защитных лесных насаждений на территории

Высокогорского района

Система лесонасаждений представляет собой основу территориально-экологического каркаса, который обеспечивает устойчивость агроэкосистем.

В настоящее время территория республики Татарстан является самой малолесной среди остальных республик и областей Среднего Поволжья. Лесистость всего составляет 18,1%.

Оптимальную лесистость для нашей зоны было бы неплохо довести на первом этапе до 25- 30%, это положительно отразилось бы на регулировании земледелия. В целом для республики характерна довольно низкая облесенность пашни – всего 2,2%, при нормативе для республики в зависимости от крутизны и экспозиции склонов процентная доля составляет 5-12%.

С 1970 года на территории Высокогорского района проводились исследования по изучению почвозащитных свойств лесных полос. Данные работы проводились лабораторией ландшафтного земледелия в ГППЗ «Чулпан». Лесопосадочные работы на территории района проводились и проводятся до сих пор с участием Пригородного лесничества.

Значительное внимание в настоящее время в основном обращают на посадку придорожных лесных насаждений. Преобладают такие породы как: сосна обыкновенная, береза бородавчатая, ель европейская. За последние годы, к сожалению, не используется лиственница, находящаяся в старых лесополосах в довольно хорошем состоянии и имеющая высокое почвозащитное значение.

70 % из всей площади деградированных земель, которая составляет 50 тыс.га в довольно сильной мере подвержены водной эрозией в виде сети мелких и глубоких промоин, оврагов, которые имеют различную степень

развития. Из-за плоскостного смыва в почвенном покрове очень мало питательных веществ, особенно азота.

Лесопосадочные работы на этих землях проводить нельзя из-за отсутствия специального подхода к каждому участку, так как деградированные земли, являющиеся элементом природного и антропогенного комплекса, характеризуются огромным разнообразием экологических условий. Это всё происходит из-за различной интенсивности стока воды, почвенного покрова, смыва мелкозема, микроклимата и других факторов.

Для создания защитных полос в Высокогорском районе обычно используют сосну, а это в свою очередь небезопасно в пожарном плане. Данное решение имеет значительное влияние на распространение корневой губки, что отрицательно сказывается на долголетию данных полос.

4.2 Влияние защитных лесных насаждений на состояние деградированных угодий

В настоящее время благодаря широкому развитию системы лесомелиоративных работ возникла такая возможность как, продуктивно использовать склоновых земель. При данном подходе происходит изменение экологических и мелиоративных условий, а также создаются специальные условия для задержания поверхностного стока воды.

Лесные насаждения в свою очередь имеют ряд индивидуальных свойств, которые имеют большое влияние на проявление эрозионных процессов и их интенсивности. Кроме гидрологических и почвозащитных функций, такие насаждения играют важную роль в равномерном распределении снега на данной территории, улучшая при этом микроклимат полей и повышая урожайность культур.

4.3 Формирование водорегулирующих насаждений в зависимости от микрорельефа

Задачей полезащитного лесоразведения является выращивание жизнеспособных и устойчивых насаждений. Эти факторы определяют промежуток времени их жизни и длительность защитной функции насаждений, то есть срок их службы.

В лесные полосы сток на ложбинистых склонах поступает насыщенным потоком, а не в виде равномерного слоя. При наличии глубоких промоин, ложбин и лощин полосы не имеют возможности задерживать и распылять весь сток, поступающий с полей. Лесные полосы во время снеготаяния имеют способность поглощать до 500 мм талых вод, когда по микропонижениям под полог насаждений может поступать до 1000 мм и даже больше.

В поглощении поступающего сток участвуют не все насаждения, а лишь малая его часть. Площадь, которая участвует в приёме, распылении и поглощении жидкого стока, была названа рабочими участками К. Л. Холупяком (R), а отношение площади рабочих участков к общей площади насаждений (P), выраженное в процентах, показателем мелиоративного использования насаждений (C).

В зоне Предкамья РТ процентный показатель мелиоративного использования лесных полос на ложбинистых склонах составляет 0,4 – 4,1 %, а водорегулирующих 1,6 – 7,4 %, все эти данные были получены в лаборатории Тат НИИСХ доцентом Пухачевой Л.Ю. По результатам данных, можно сделать вывод, что свыше 95% площади прибалочных и 92% водорегулирующих лесных полос не принимают вообще никакого участия в поглощении стока. Чем меньше показатель мелиоративного использования, тем уже потоки и больше их глубина. По данным Л.Ю. Пухачевой наличие в лесных полосах ложбин глубиной 25 – 30 см приводит к уменьшению водопоглощения на 25%.

По данному примеру выясняется, что решить проблему возникновения эрозионных процессов на ложбинистых склонах возможно только при сочетании их с противоэрозионными мероприятиями на водосборе перед лесной полосой. В результате появляется новая вариантная форма, которая названа В.М.Ивоным инженерно – биологическим объектом.

Водопоглощающие траншеи и водозадерживающие валы являются одними из самых распространенных противоэрозионных гидротехнических сооружений. Глубокие и узкие водопоглощающие траншеи, которые создаются экскаватором, даже в малоснежные зимы заносились снегом, это позволяло защищать почву на дне от промерзания ежегодно. По результатам исследований, был сделан вывод, что почва в водопоглощающих траншеях оставалась талой даже когда промерзала на поле до 30 – 35см. Это в настоящее время основное и очень ценное качество водопоглощающих траншей данного типа.

По результатам наблюдений было выявлено, что основную роль в улучшении лесорастительных условий и увеличении роста деревьев сыграла именно водозадерживающая способность траншей. За счет задержания поверхностного стока дождевых и талых вод, они в свою очередь создавали дополнительное увлажнение.

Для того чтобы траншеи не только задерживали сток, но и выполняли роль активной фильтрации воды в почву, их нужно заполнить каким – либо наполнителем, к примеру: солома, хворост, щебень и прочее. Наполнитель во-первых не даёт откосам обрушиться, во-вторых фиксирует размеры траншей, а также утепляет дно стенки и защищает емкость от заиливания.

Водный режим улучшается за счёт перевода поверхностного стока во внутрипочвенный, резкого сокращения водноэрозионных процессов, в результате это всё оказывает положительное влияние на рост березы бородавчатой. Все данные указаны в таблице 9.

Таблица 9

Влияние траншей на формирование лесных полос из березы
бородавчатой в первые 5 лет их существования (1990год) и на 2019 год

№ п/ п	Показатели	Сплошное облесение по бороздам из березы бородавчатой		Лесополоса из березы бородавчатой и караганы древовидной		Лесополоса + траншеи	
		1990	2019	1990	2019	1990	2019
1	Наличие ложбин в лесополосе, шт./100м	4	4	5	1	0	0
2	Глубина ложбин, см	27	10	25	150	0	0
3	Мелиоративное использование лесных полос, %	4	10	3	3	100	100
4	Прирост по диаметру в первые 3 года, см	1,5	-	1,7	-	4,7	-
5	Прирост по высоте в первые 3 года, см	19,5	-	22,1	-	49,5	-

По данным таблицы 9, можно увидеть, что наиболее значительное мелиоративное использование лесных полос наблюдается в варианте с траншеями (100%), это объясняется прямым и равномерным поступлением талых вод в лесную полосу в качестве внутripочвенного стока.

Весь сток оказывается перехваченным траншей с заполнителем, впитывающий в ее талое дно, а в годы, когда снег начинает активно таять и происходит значительное переполнение траншеи, удерживается земляным валом на границе лесополосы. В молодых лесополосах, как правило, не образуются ложбины и промоины и это благотворно влияет на прирост и приживаемость саженцев березы бородавчатой.

В варианте с простейшими гидротехническими сооружениями замечен больший прирост, как по диаметру, так и по высоте. В первые 3 года диаметр стволов деревьев больше в среднем на 3,0 см, а высота на 27,4 - 30 см.

По вариантам данного опыта в мае 2019 года замерялась высота деревьев. На участках со сплошным облесением по бороздам высота деревьев была 23,3 м, на участках из 15 рядов березы бородавчатой с крайними рядами из караганы древовидной средняя высота – 23,8 м, при наличии траншей она уже составляла 25,8 м.

Все данные указаны в таблице 10.

Нами были проведены измерения в крайних и средних рядах для определения краевого эффекта. (Все данные в таблице 10). На участке со сплошным облесением средний диаметр ствола в крайних рядах составил 9,83 см, а в среднем ряду - 9,60 см. Точность опыта измерения была равна 7,1%, это означает, что точность высокая.

Диаметр стволов в крайних рядах во втором варианте был 9,50, в среднем же ряду – 9,20, процентная доля точности опыта составила 5,2 %, что тоже говорит о достаточно высокой точности.

В третьем же варианте диаметр стволов в среднем и крайнем рядах составляет 12,82 и 10,64 см, то есть точность опыта - 6,2%, что показывает высокую точность.

Расчетная ведомость прилагается в приложении 1, 2, 3, 4.

Влияние траншей на состояние 45-ти летних лесных полос из березы
бородавчатой в 2019 году

№ п/п	Показатели	Сплошное облесение по пороздам из березы бородавчато й	Лесополоса из березы бородавчатой и караганы древовидной	Лесополоса + траншеи
1	Высота деревьев в крайних рядах, м	23,30	23,80	25,8
2	Высота деревьев в среднем ряду, м	20,9	23,10	25,10
3	Диаметр ствола в крайних рядах, см	9,83	9,50	12,82
4	Диаметр ствола в среднем ряду, см	9,60	9,20	10,64

По данным из таблицы 10 в варианте сплошного облесения по бороздам, деревья в крайнем ряду превышают деревья в среднем ряду по высоте на 2,4 м и на 0,23 см в диаметре, во втором варианте деревья в крайних рядах превосходят на 0,7 м деревья в среднем ряду и на 0,3 см в диаметре.

В участке, где присутствуют траншеи превышение таких же показателей деревьев крайних рядов составляют 0,7 метра, а по диаметру ствола 2,18 см. Это указывает на то, что наличие и равномерное распределение влаги осенне - зимнего периода создает условия для лучшего роста и развития березы бородавчатой. На рисунке 3 и 4 изображены диаграммы по всем данным.

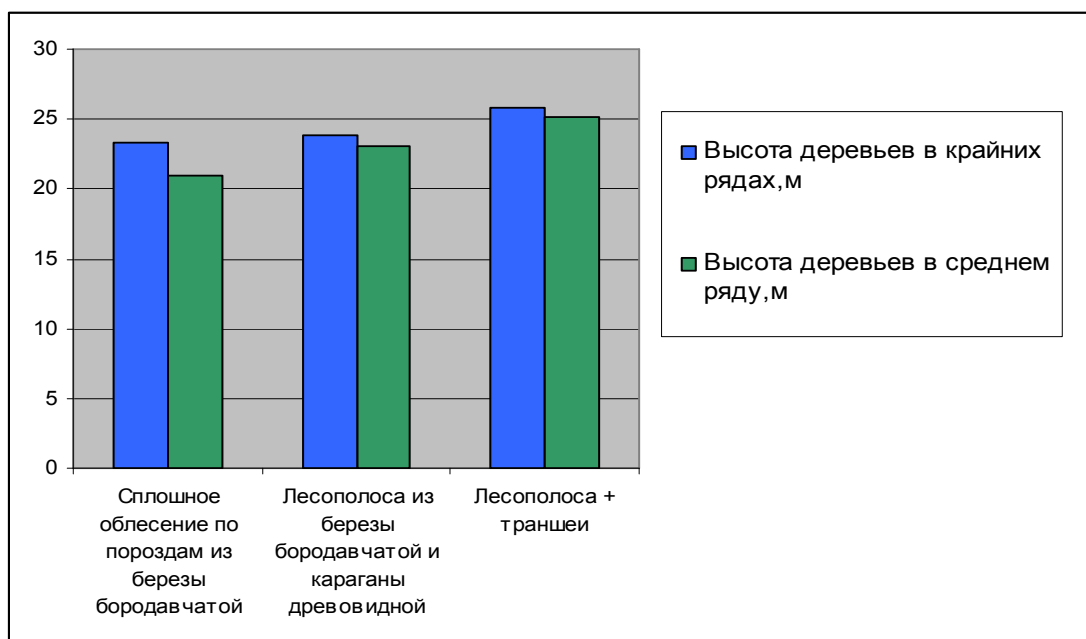


Рисунок 3 – Влияние траншей на состояние 45-ти летних лесных полос из березы бородавчатой в 2019 году (Высота)

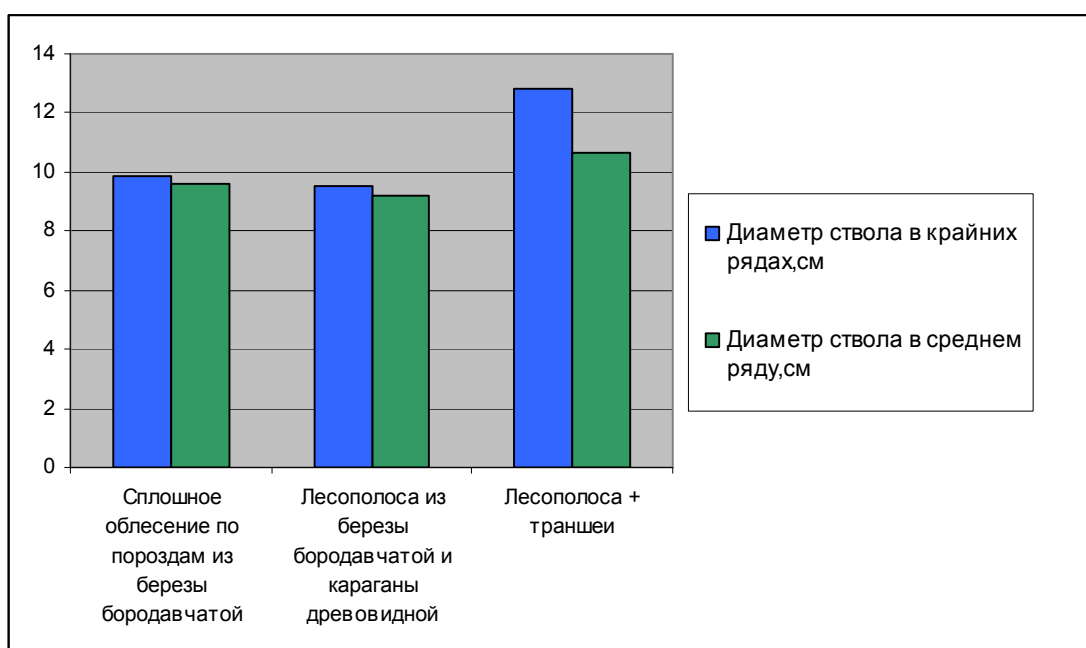


Рисунок 4 - Влияние траншей на состояние 45-ти летних лесных полос из березы бородавчатой в 2019 году (Диаметр)

Нами было установлено, что засчет влияния траншей высота березы больше в среднем на 2-2,5 метров в крайних рядах и на 2-4,2 метра в среднем ряду, по диаметру ствола это превышение составляет в среднем 2,99-3,32 см в крайних рядах и 1,04-1,44 см в среднем ряду.

4.4 Влияние защитных лесных насаждений и простейших гидротехнических сооружений на влажность почвы

Характер залегания и мощность снежного покрова достаточно тесно связаны между собой и влияют на весеннее промачивание почвы. Под влиянием полос высота снежного покрова на полях повышается по сравнению с открытой степью. Высота снежного покрова становится больше, если она находится ближе к полосе. В результате происходят изменения во влажности в почве.

Более продуктивный расход запасов влаги в почве происходит как раз таки за счет лесных полос, так как понижается испарение. Продуктивность склоновых земель повышается благодаря накоплению и сбережению осадков. Поэтому все мероприятия, которые направлены на улучшение водного режима, создание благоприятного микроклимата, в конечном итоге, будут положительно влиять на состояние почвы.

Создание лесных полос является одним из наиболее распространенных на практике методов улучшения засушливых условий. Это помогает снизить уровень испарения влаги, препятствует сносу снега, понижает его сублимацию, повышает продуктивность транспирации и в конце концов способствует переводу поверхностного стока во внутрипочвенный. В системе лесных полос не только задерживается, но и аккумулируется большое количество снега, что положительно влияет на атмосферные осадки.

Мы определяли запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на открытом склоне и в системе лесных полос дважды, в мае и августе 2018 года. Влажность почвы оценивалась по шкале А.Ф. Вадюниной и З.А.Корчагиной. Результаты исследований указаны в таблице 11.

А в первой декаде мая происходило значительное накопление влаги, запасы влаги в метровом слое почвы составляли 135,0 – 177,9 мм., что говорит о значительно хорошем уровне. К третьей декаде августа запас продуктивной влаги составлял 35,8 – 9,88 мм., произошло снижение.

Таблица 11

Влияние лесных полос на накопление продуктивной влаги в
метровом слое почвы

Варианты	2018		2019	
	07.05.	21.08.	07.04	09.06
Без защитных насаждений, мм	135,0	99,2	126,3	106,8
Сплошное облесение по бороздам, мм	162,5	137,8	154,4	145,1
Изменение за счет влияния полос	+27,5	+38,6	+28,1	+38,3
Лесополоса из березы бородавчатой и караганы древовидной, мм	167,3	139,5	165,6	151,1
Изменение за счет влияния полос	+32,3	+49,3	+39,3	+44,3
Лесополоса+ траншеи, мм	177,9	143,3	176,1	167,3
Изменение за счет влияния полос и траншей	+42,9	+44,1	+49,8	+60,5

Из-за достаточно большого количества зимних осадков и теплой зимы, в 2018 году запасы влаги в метровом слое почвы были наибольшими (все данные изображены на рисунке 5). Максимальные запасы влаги в первой декаде мая были в варианте по изучению совместного влияния лесных полос и траншей, где превышение контрольного варианта составило 42.9 мм. К третьей декаде августа запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы сократились на 34,6 мм, что, тем не менее, превысило контрольный вариант на 44,1 мм.

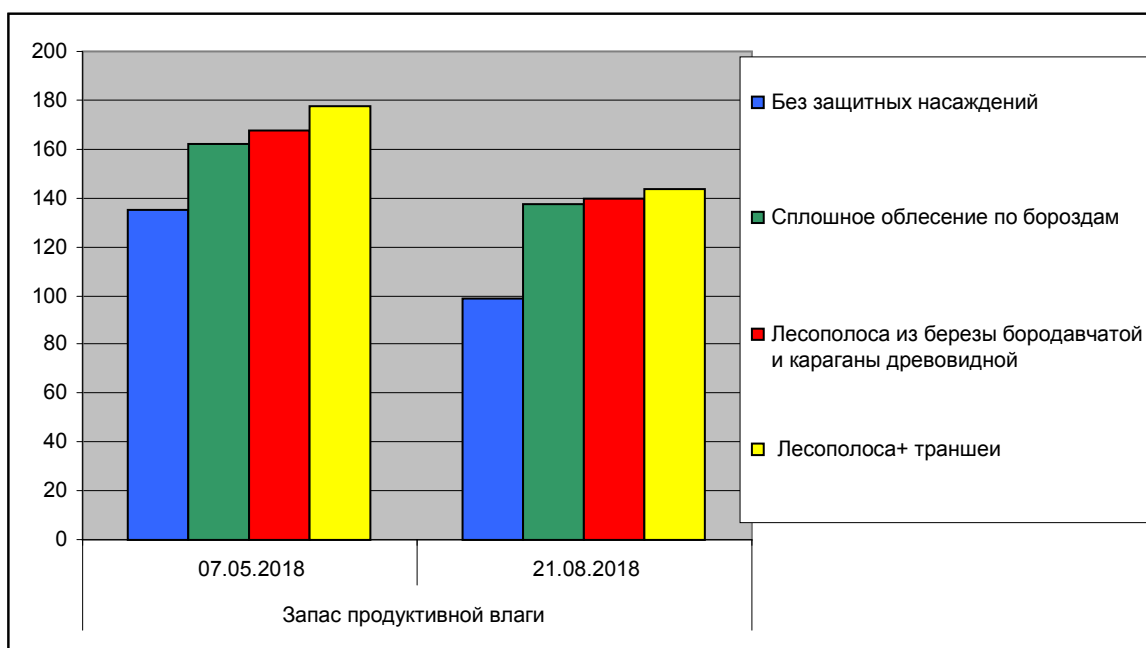


Рисунок 5 - Влияние лесных полос на накопление продуктивной влаги
в метровом слое почвы (2018 г)

В 2019 году весенние запасы продуктивной влаги составляли на открытом склоне 126,3 мм, а на вариантах с лесополосами 154,4-176,1 мм, что соответствует хорошему уровню.

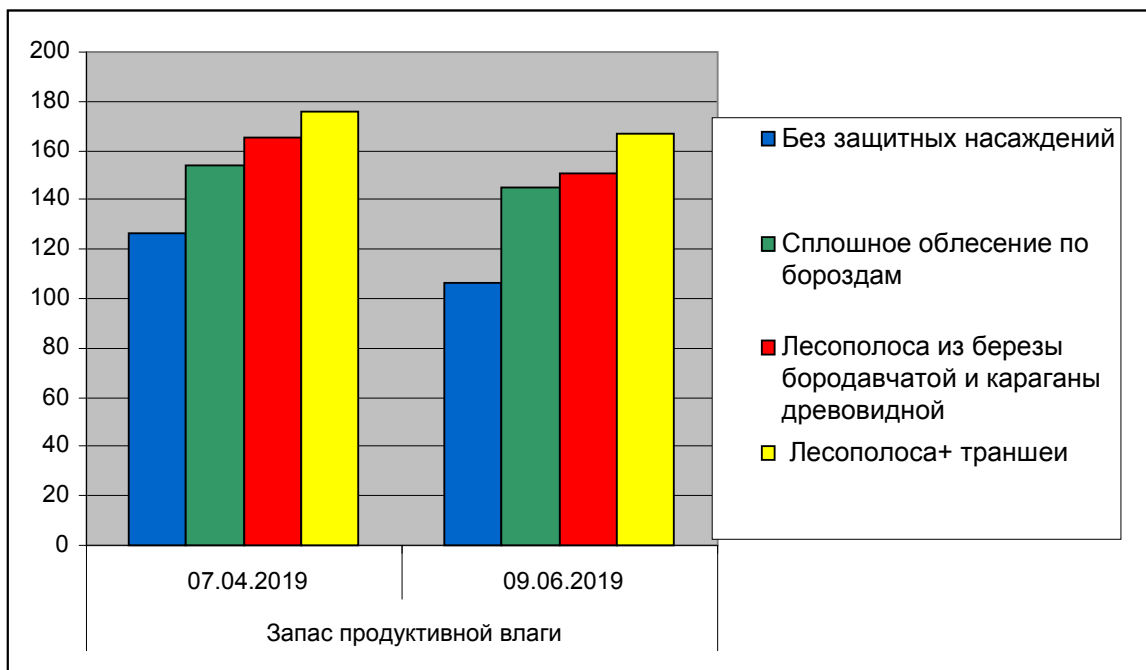


Рисунок 6 - Влияние лесных полос на накопление продуктивной влаги
в метровом слое почвы (2019 г)

Осадков в мае выпало лишь 24,1% от нормы, что негативно повлияло на условия вегетации растений, это произошло также из-за сильных ветров и перепадов температур воздуха. Уже в первой декаде июня запасы продуктивной влаги на открытом склоне сократились на 40,0 мм.

Если сравнивать контрольный вариант и вариант по изучению совместного действия лесных полос и гидротехнических сооружений, то второй является более влагонакопительным. Запасы продуктивной влаги превысили контроль на 49,8 мм в апреле и на 60,5 мм в июне 2018 года.

Майская засуха в 2019 году почти что не повлияла на запасы продуктивной влаги в том варианте, где траншеи за 45 лет своего существования оказывали хорошее влияние на нижележащие участки склона, а также на формирование корнеобитаемого слоя лесной полосы. В результате чего, было установлено, что запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы зависят от наличия гидротехнических сооружений.

Если чаще применять комплекс лесомелиоративных мероприятий с участием гидротехнических сооружений, то с легкостью можно защитить почву от засух, там где наблюдается нестабильное увлажнение и получить достаточно хорошие урожаи сельскохозяйственных культур.

4.5 Влияние лесных полос и простейших гидротехнических сооружений на вынос элементов питания при весеннем стоке

От эрозионных процессов и выноса элементов питания из пахотного слоя почвы с поверхностным плоскостным стоком можно избавиться с помощью лесополос. Лесополосы имеют свойство ограничивать распространение ряда химических соединений, а также играют значительную роль агрогеохимического барьера, который защищает от сноса пестицидов и различных удобрений в гидрографическую сеть.

Это происходит за счет хорошо развитой корневой системы, в насаждения поступает больше энергии и они становятся «экологическими насосами», а также неким барьером на пути миграции химических

элементов за счет изменения свойств сорбционного комплекса почвы под лесополосами.

Полученные данные при химическом анализе талых вод при стоке с полей облесенного и необлесенного водосбора говорят об экологической эффективности лесополос.

Таблица 12

Влияние лесных полос на вынос элементов питания, 2018-2019г

Варианты	Вынос питательных веществ (кг/га) с жидким стоком		
	NO ₃ (нитратный азот)	K ₂ O (оксид калия)	P ₂ O ₅ (оксид фосфора)
Без защитных насаждений	2,06	9,72	0,30
Сплошное облесение по бороздам	0,74	5,31	0,05
Изменения за счет влияния лесополос	- 1,32	- 4,41	- 0,25
Лесополоса из березы бородавчатой караганы древовидной	0,54	4,51	0,02
Изменение за счет влияния полос	-1,52	-5,21	-0,28
Лесополоса+ траншеи	0,14	2,30	0,01
Изменение за счет влияния полос и траншей	-1,92	-7,42	-0,29

В качестве контроля мы выбрали участок без защитных насаждений.

По данным, указанных в таблице и рисунках 7,8,9, можно сделать вывод, что вынос основных элементов минерального питания с жидким стоком происходит из-за наличия на водосборе лесных полос и гидротехнических сооружений, которые производят вынос нитратного азота, его количество

сократилось на 1,32 – 1,92 кг/га, а также вынос подвижного калия снизился на 4,41- 7,42 кг/га, а подвижных форм фосфора - на 0,25- 0,29 кг/га.

Это свидетельствует о том, что лесные полосы не только сокращают вынос питательных веществ с полей, но и препятствуют загрязнению ими водоемов.

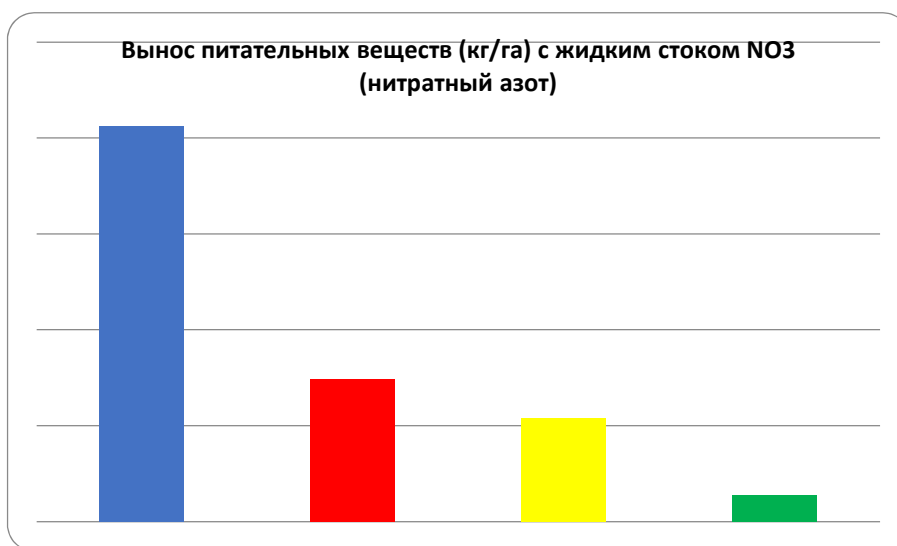


Рисунок 7 - Влияние лесных полос на вынос элементов питания (NO₃), 2018-2019 г

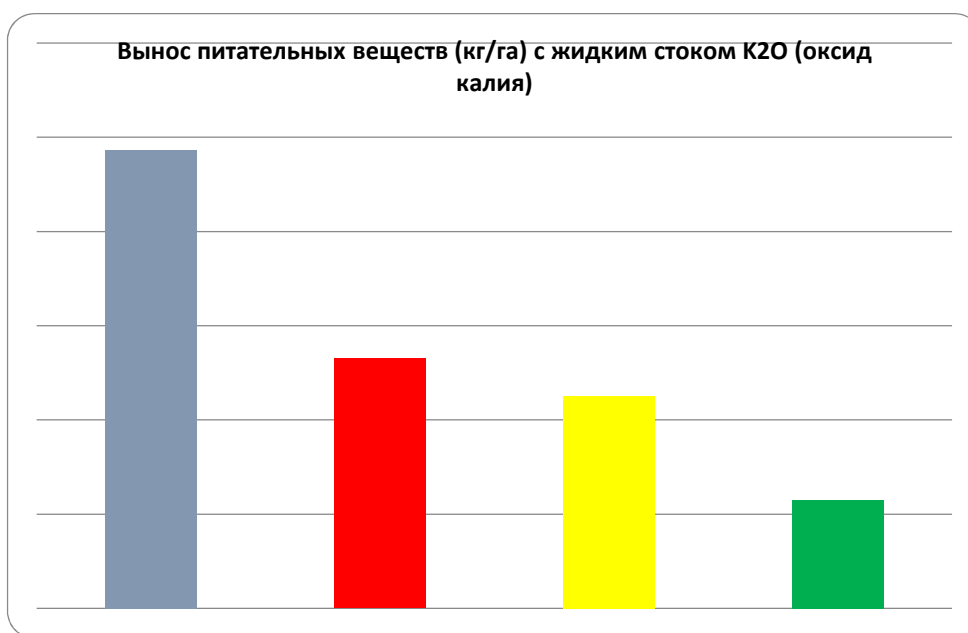


Рисунок 8 - Влияние лесных полос на вынос элементов питания (K₂O), 2018-2019 г



Рисунок 9 - Влияние лесных полос на вынос элементов питания (P2O5),
2018-2019 г

ВЫВОДЫ

1. На ложбинистых склонах в зоне Предкамья РТ сток поступает в лесные полосы в виде концентрированных потоков по ложбинам и промоинам, а не равномерным слоем, эта ситуация снижает показатель мелиоративного использования лесных полос до 4,0 – 7,4 %. А благодаря равномерному поступлению талых вод в лесную полосу сочетание лесных полос с простейшими гидротехническими сооружениями, такие как траншеи, повышают мелиоративное использование лесных полос до 100%.

2. Водный режим территории улучшается за счет наличия простейших гидротехнических сооружений и оказывает благоприятное влияние на рост березы бородавчатой. В 3-х летних насаждениях прирост диаметра стволов больше на 3 см, прирост по высоте - на 30 см. Высота 25-ти летних насаждений на 2,5 метра больше, чем на участке, где траншеи отсутствуют.

3. В повышении продуктивности склоновых земель имеет важнейшее значение накопление и сбережение осадков осенне-зимнего периода в условиях неустойчивого и недостаточного увлажнения. Снабжение лесной полосы простейшими гидротехническими сооружениями способствует значительному накоплению снега (за зимний период уровень достигает до 87,3 см) в виде шлейфов, которые выходят за пределы лесной полосы на 15 – 30 м.

4. При наличии гидротехнических сооружений и возраста лесополосы определяются запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, в зоне влияния которых накопление продуктивной влаги в 1,6 раз превышает аналогичный показатель в условиях открытого склона.

5. От наличия на водосборе лесных полос и гидротехнических сооружений зависит потеря основных элементов минерального питания с жидким стоком. Благодаря действию таких сооружений вынос нитратного азота сократился на 1,32 – 1,92 кг/га, подвижного калия - на 4,41- 7,42 кг/га, подвижных форм фосфора - на 0,25- 0,29 кг/га.

6. При создании лесных полос на склоновых землях основной задачей является получение значительно высоких урожаев сельскохозяйственных культур, что тесно связано с поступлением влаги в корнеобитаемую зону. При сочетании лесных полос и гидротехнических сооружений происходит повышение урожайности многолетних трав в 2,7 раза в сравнении с открытыми участками.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесохозяйственный регламент Пригородного лесничества Республики Татарстан. – Казань, 2019.
2. Родин А.Р., Родин С.А. Лесные культуры и лесомелиорация. - М.: ВО «Агропромиздат», 1987. - 320 с.
3. Родин А.Р., Родин С.А., Рысин С.Л. Лесомелиорация ландшафтов: Учебное пособие для студентов спец. 260400 и 260500. - М.: МГУ Л, 2002. - 126 с.
4. Лесной кодекс Российской Федерации. - М.: ВНИИЦ лесресурсы, 1997. - 65 с.
5. Руководство по лесовосстановлению и лесоразведению в лесостепной, степной, сухостепной и полупустынной зонах в Европейской части Российской Федерации. - М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 1994. - 148 с.
6. Рекомендации по защите почв от эрозии в Татарской АССР/ А.П. Пухачев, Ч.С. Хасанкаев - Казань: ТатНИИСХОЗ, 1976. – 59с.
7. Сурмач Г. П. Борьба с эрозией почв на основе поверхностного стока // Вестн. с.-х. науки. 1964. - №8. - С. 81-90.
8. Кречетова Н.В., Васильев Н.Д., Карасева М.А., Яковлев А.С. Защитное лесоразведение: Учебное пособие для студентов спец. 260400. - Йошкар-Ола, МарГТУ, 1996. - 128 с.
9. Шаталов В.Г. Лесные мелиорации. Учебник для вузов. - Воронеж: Квадрат, 1997. - 220 с.
10. Хасанкаев Ч.С., Миронов Н.А. Рекомендации по созданию защитных лесных насаждений в комплексе с простейшими гидротехническими сооружениями на овражно-балочных системах в Татарской АССР. Казань, 1974. - 52 с.
11. Панов В. И., Нигматулин И. С. Агролесомелиоративная стабилизация гидрологического режима территории // Эрозия почв, защитное

лесоразведение и урожай: Сб. науч. тр. Поволжской АГЛОС. Куйбышев, 1986. - С. 58-70.

12. Федеральная лесная программа «Леса России» на 1997 - 2000 г.г.М.: 1997/ - 47 с.

13. Уразов И.Р. Рекомендации по противоэрозионной оптимизации овражно-балочных систем в Татарской ССР. М., 1984. - 43 С.

14. Хасанкаев Ч.С. Методические указания по проведению обследования земель, подверженных эрозии, в колхозах и совхозах Т АССР. Казань, 1977. - 24 с.

15. Сурмач Г.П. Методика изучения водорегулирующей противоэрозионной эффективности лесных полос и агротехнических приемов. Волгоград, 1967, 39с.

16. А. С. Яковлев, М. А. Карасева, В. Г. Краснов, С. В. Кириллов. Лесомелиорация ландшафтов: Учебное пособие. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. - 128 с.

17. Ивонин В. М. Агролесомелиорация нарушенных оврагами склонов. М.: Колос, 1983.- 174 с.

18. Холупяк К. Л. Устройство противоэрозионных лесных насаждений. -М.: Лесн. пром-сть, 1973.- 145 с.

19. Калиниченко Н.П., Противоэрозионная лесомелиорация /, Н.П. Калиниченко, И.Г. Зыков. - М. : Агропромиздат, 1986. – 279с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПП 1 - Сплошное облесение из березы бородавчатой, 29 рядов

№ п/ п	Ряд № 1	Отклонения				Ряд № 2	Отклонения			
		Центральные		Произвольные			Центральные		Произвольные	
		α	α^2	α	α^2		α	α^2	α	α^2
1	18	+8,1	65,61	+8	64	17	+7,4	54,76	+7	49
2	6	-3,9	15,21	-4	16	9	-0,6	0,36	-1	1
3	12	+2,2	4,84	+2	4	7	-2,6	6,76	-3	9
4	8	-1,8	3,24	-2	4	8	-1,7	2,89	-2	4
5	15	+5,1	26,01	+5	25	8	-1,7	2,89	-2	4
6	10	+0,2	0,04	0	0	7	-2,6	6,76	-3	9
7	8	-1,8	3,24	-2	4	10	+0,4	0,16	0	0
8	8	-1,8	3,24	-2	4	8	-1,7	2,89	-2	4
9	12	+2,1	4,41	+2	4	8	-1,7	2,89	-2	4
10	8	-1,8	3,24	-2	4	10	+0,4	0,16	0	0
11	4	-5,8	33,64	-6	36	10	+0,4	0,16	0	0
12	9	-0,8	0,64	-1	1	10	+0,4	0,16	0	0
13	9	-0,8	0,64	-1	1	10	+0,4	0,16	0	0
14	14	+4,1	16,81	+4	16	13	+3,4	11,56	+3	9
15	12	+2,1	4,41	+2	4	9	-0,6	0,36	-1	1
16	7	-2,8	7,84	-3	9	12	+2,4	5,76	+2	4
17	12	+2,1	4,41	+2	4	12	+2,4	5,76	+2	4
18	8	-1,8	3,24	-2	4	8	-1,7	2,89	-2	4
19	8	-1,8	3,24	-2	4	11	+1,4	1,96	+1	1
20	8	-1,8	3,24	-2	4	11	+1,4	1,96	+1	1
21	8	-1,8	3,24	-2	4	11	+1,4	1,96	+1	1
22	11	+1,2	1,44	+1	1	8	-1,7	2,89	-2	4
23	8	-1,8	3,24	-2	4	7	-2,6	6,76	-3	9

24	13	+3,1	9,61	+3	9	7	-2,6	6,76	-3	9
Σ	236	+30,3	224,72	+29	231	231	+21,8	129,62	+17	139
		-30,3		-33			-21,8		-26	
		$\pm 60,6$		-4			$\pm 43,6$		-9	

Ряд № 1. Сумма всех диаметров составляет 236 см, в итоге средний диаметр равен $\frac{236}{24} = 9,8$ см.

Если не учитывать знаки, то сумма отклонений составляет $\pm 60,6$, а сумма квадратов отклонений 224,72. Отсюда следует, что среднее центральное линейное отклонение $\pm \alpha = 60,6/24 = 2,52$ см, а приближенное значение среднего квадратического отклонения $\delta = 1,25 * 2,52 = 3,15$ см.

Для вычисления точного значения среднего квадратического отклонения сумму квадратов отклонений делим на $n-1=24-1=23$ и из частного извлекаем квадратный корень:

$$\delta = \sqrt{\frac{224,72}{23}} = \pm 3,13.$$

Сумма произвольных отклонений от $x_0 = 10$ см получилась: в первой степени с учетом знаков равной - 4, а во второй – 231. Отсюда - среднее произвольное отклонение $\kappa_1 = \frac{\Sigma a}{n} = \frac{-4}{24} = -0,17$, а средний квадрат произвольного отклонения $\kappa_2 = \frac{\Sigma a^2}{n-1} = \frac{231}{23} = 10,0$

На основании этих произвольных данных получается средний диаметр деревьев $x = x_0 + \kappa_1 = 10 - 0,17 = 9,83$ см, а среднее квадратическое отклонение:

$$\delta = \sqrt{\kappa_2 - \kappa_1^2} = \sqrt{10 - 0,029} = \pm 3,2 \text{ см.}$$

Коэффициент изменчивости составляет:

$$C = \frac{100 * \delta}{x} = \frac{100 * 3,2}{9,83} = 32,6\%, \text{ значит изменчивость диаметра деревьев на}$$

участке № 1 довольно значительная.

Основная ошибка среднего значения $m_x = \frac{\delta}{\sqrt{n}} = \frac{3,2}{\sqrt{24}} = \pm 0,65 \approx 0,7$ см; значит действительный средний диаметр находится в пределах $x \pm m_x = 9,83 \pm 0,7$ см, то есть между **9,1 и 10,5 см.**

Точность опыта $p = \frac{100 * m_x}{x} = \frac{100 * 0,7}{9,83} = 7,1\%$, точность высокая.

Ряд № 2. Сумма всех диаметров 231, откуда средний диаметр равен $\frac{231}{24} = 9,6$ см.

Сумма отклонений без учета знаков получилась равной $\pm 43,6$, а сумма квадратов отклонений 129,62. Отсюда – среднее центральное линейное отклонение $\pm \alpha = 43,6/24 = 1,82$ см, а приближенное значение среднего квадратического отклонения $\delta = 1,25 * 2,26 = 1,46$ см.

Для вычисления точного значения среднего квадратического отклонения сумму квадратов отклонений делим на $n-1=24-1=23$ и из частного извлекаем квадратный корень:

$$\delta = \sqrt{\frac{129,62}{23}} = \pm 2,4.$$

Сумма произвольных отклонений от $x_0 = 10$ см получилась: в первой степени с учетом знаков равной - 9, а во второй – 139. Отсюда - среднее произвольное отклонение $\kappa_1 = \frac{\sum a}{n} = \frac{-9}{24} = -0,4$, а средний квадрат произвольного отклонения $\kappa_2 = \frac{\sum a^2}{n-1} = \frac{139}{23} = 6,0$

На основании этих произвольных данных получается средний диаметр деревьев $x = x_0 + \kappa_1 = 10 - 0,4 = 9,6$ см, а среднее квадратическое отклонение:

$$\delta = \sqrt{\kappa_2 - \kappa_1^2} = \sqrt{6,0 - 0,16} = \pm 2,4 \text{ см.}$$

Коэффициент изменчивости составляет:

$$C = \frac{100 * \delta}{x} = \frac{100 * 2,4}{9,6} = 25\%, \text{ значит изменчивость диаметра деревьев на}$$

участке № 2 довольно значительная.

Основная ошибка среднего значения $m_x = \frac{\delta}{\sqrt{n}} = \frac{2,4}{\sqrt{24}} = \pm 0,48 \approx 0,5$ см;
значит действительный средний диаметр находится в пределах $x \pm m_x = 9,6 \pm 0,5$ см, то есть между **9,1 и 10,1 см.**

Точность опыта $p = \frac{100 * m_x}{x} = \frac{100 * 0,5}{9,6} = 5,2$ %, точность достаточно высокая.

ПП 2 - 15 рядов березы бородавчатой и одному ряду караганы древовидной
по краям

№ п/п	Ряд № 1	№ п/п	Ряд № 1
1	7	36	11
2	8	37	9
3	9	38	8
4	11	39	12
5	7	40	11
6	7	41	10
7	10	42	13
8	7	43	7
9	8	44	8
10	5	45	10
11	8	46	6
12	9	47	13
13	8	48	12
14	Промоина	49	8
15	11	50	11
16	11	51	9
17	9	52	8
18	9	53	8
19	8	54	9
20	11	55	11
21	9	56	11
22	9	57	13
23	8	58	11
24	11	59	16
25	8	60	15

26	7	61	14
27	6	62	11
28	6	63	6
29	8	64	9
30	9	65	12
31	7	66	12
32	8	67	12
33	6	68	8
34	9	69	8
35	9	70	8

Были измерены 69 деревьев, их диаметры распределены по классам с классовым промежутком 1 см. При вычислении отклонений было принято: за произвольно $x_0 = 10$. Результаты указаны в таблице.

Диаметр стволов	Частоты n_i	Условные производные отклонения		
		a_i	$a_i n_i$	$a_i^2 n_i$
5	1	-5	-5	25
6	5	-4	-20	320
7	7	-3	-21	189
8	18	-2	-36	144
9	13	-1	-13	13
10	3	0	0	0
11	12	1	12	12
12	5	2	10	40
13	3	3	9	81
14	1	4	4	64
16	1	5	5	125

ПП 3 - 4 ряда березы древовидной с простейшими гидротехническими сооружениями.

№ п/п	Ряд № 1	Ряд № 2	Ряд № 3	Ряд № 4
1	13	8	12	14
2	12	8	9	11
3	13	8	6	9
4	14	8	5	10
5	10	7	5	12
6	14	8	8	12
7	12	8	8	10
8	14	8	5	10
9	10	7	9	11
10	18	7	10	9
11	18	13	7	14
12	12			15
13	9			11
14	9			12
15	13			15
16	9			16
17	16			11
18	15			17
19	14			12
20	15			13
21	12			16
22	12			11
23				19
24				15

№ п/п	Ряд № 1	Отклонения				Ряд № 3	Отклонения			
		Центральные		Произвольные			Центральные		Центральные	
		А	α ²	α	α		α	α ²	α	α ²
1	13	-1,1	1,21	-2	4	12	-4,4	19,36	-5	25
2	12	+0,9	0,81	0	0	9	-1,4	1,96	-2	4
3	13	-1,1	1,21	-2	4	6	+1,6	2,56	+1	1
4	14	+1,1	1,21	+1	1	5	+2,6	6,76	+2	4
5	10	-2,9	8,41	-3	9	5	+2,6	6,76	+2	4
6	14	+1,1	1,21	+1	1	8	-0,4	0,16	-1	1
7	12	+0,9	0,81	0	0	8	-0,4	0,16	-1	1
8	14	+1,1	1,21	+1	1	5	+2,6	6,76	+2	4
9	10	-2,9	8,41	-3	9	9	-1,4	1,96	-2	4
10	18	+4,1	16,81	+4	16	10	-2,4	6,76	-3	9
11	18	+4,1	16,81	+4	16	7	+0,6	0,36	0	0
12	12	+0,9	0,81	0	0					
13	9	-3,9	15,21	-4	16					
14	9	-3,9	15,21	-4	16					
15	13	-1,1	1,21	-2	4					
16	9	-3,9	15,21	-4	16					
17	16	+2,1	4,41	+2	4					
18	14	+1,1	1,21	+1	1					
19	14	+1,1	1,21	+1	1					
20	14	+1,1	1,21	+1	1					
21	12	+0,9	0,81	0	0					
22	12	+0,9	0,81	0	0					
Σ	284	+21,4	115,42	+16	120	84	+10,4	53,56	+7	57
		-21,4		-20			-10,4		-14	
		±42,8		-4			±20,8		-7	

Ряд № 1. Сумма всех диаметров равна 284, откуда средний диаметр равен

$$\frac{284}{22} = 12,9 \text{ см.}$$

Сумма отклонений без учета знаков получилась равной $\pm 42,8$, а сумма квадратов отклонений 115,42. Отсюда – среднее центральное линейное

отклонение $\pm\alpha = 42,8/22 = 1,95$ см, а приближенное значение среднего квадратического отклонения $\delta = 1,25 * 1,95 = 2,44$ см.

Для вычисления точного значения среднего квадратического отклонения сумму квадратов отклонений делим на $n-1=22-1=21$ и из частного извлекаем квадратный корень:

$$\delta = \sqrt{\frac{115,42}{21}} = \pm 2,34.$$

Сумма произвольных отклонений от $x_0 = 13$ см получилась: в первой степени с учетом знаков равной - 4, а во второй – 120. Отсюда - среднее произвольное отклонение $\kappa_1 = \frac{\sum a}{n} = \frac{-4}{22} = -0,18$, а средний квадрат произвольного отклонения $\kappa_2 = \frac{\sum a^2}{n-1} = \frac{120}{21} = 5,7$

На основании этих произвольных данных получается средний диаметр деревьев $x = x_0 + \kappa_1 = 13 - 0,18 = 12,82$ см, а среднее квадратическое отклонение:

$$\delta = \sqrt{\kappa_2 - \kappa_1^2} = \sqrt{13 - 0,032} = \pm 3,6 \text{ см.}$$

Коэффициент изменчивости составляет:

$C = \frac{100 * \delta}{x} = \frac{100 * 3,6}{12,82} = 25,7\%$, значит изменчивость диаметра деревьев на участке № 3 значительная.

Основная ошибка среднего значения $m_x = \frac{\delta}{\sqrt{n}} = \frac{3,6}{\sqrt{22}} = \pm 0,76 \approx 0,8$ см; значит действительный средний диаметр находится в пределах $x \pm m_x = 12,82 \pm 0,8$ см, то есть между **12,02 и 13,62 см.**

Точность опыта $p = \frac{100 * m_x}{x} = \frac{100 * 0,8}{12,82} = 6,2\%$, точность высокая.

Ряд № 3. Сумма всех диаметров равна 84, откуда средний диаметр равен $\frac{84}{11} = 7,6$ см.

Сумма отклонений без учета знаков получилась равной $\pm 20,8$, а сумма квадратов отклонений 53,56. Отсюда – среднее центральное линейное отклонение $\pm\alpha = 20,8/11 = 1,89$ см, а приближенное значение среднего квадратического отклонения $\delta = 1,25 * 1,89 = 2,36$ см.

Для вычисления точного значения среднего квадратического отклонения сумму квадратов отклонений делим на $n-1=11-1=10$ и из частного извлекаем квадратный корень:

$$\delta = \sqrt{\frac{53,56}{10}} = \pm 0,73.$$

Сумма произвольных отклонений от $x_0 = 8$ см получилась: в первой степени с учетом знаков равной - 7, а во второй – 57. Отсюда - среднее произвольное отклонение $\kappa_1 = \frac{\sum a}{n} = \frac{-7}{11} = -0,36$, а средний квадрат произвольного отклонения $\kappa_2 = \frac{\sum a^2}{n-1} = \frac{57}{10} = 5,7$

На основании этих произвольных данных получается средний диаметр деревьев $x = x_0 + \kappa_1 = 8 - 0,36 = 7,64$ см, а среднее квадратическое отклонение:

$$\delta = \sqrt{\kappa_2 - \kappa_1^2} = \sqrt{5,7 - 0,129} = \pm 2,7 \text{ см.}$$

Коэффициент изменчивости составляет:

$C = \frac{100 * \delta}{x} = \frac{100 * 2,7}{7,64} = 35,3\%$, значит изменчивость диаметра деревьев на участке № 3 значительная.

Основная ошибка среднего значения $m_x = \frac{\delta}{\sqrt{n}} = \frac{2,7}{\sqrt{11}} = \pm 0,8$ см; значит действительный средний диаметр находится в пределах $x \pm m_x = 7,64 \pm 0,8$ см, то есть между **6,84 и 8,44 см.**

Точность опыта $p = \frac{100 * m_x}{x} = \frac{100 * 0,8}{7,64} = 10,5\%$, точность высокая.

ПП 4 - 4 ряда березы бородавчатой

№ п/п	Ряд № 1 (крайний)	Ряд № 2 (средний)	Ряд № 3 (крайний)
1	24	12	16
2	20	12	20
3	16	12	12
4	12	8	16
5	12	12	16
6	16	8	16
7	16	12	16
8	16	8	12
9	12	8	20
10	16		16
11	16		16