

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Казанский государственный аграрный университет  
Факультет лесного хозяйства и экологии**

**На правах рукописи**

**Рахматуллин Ильгам Гайдуллович**

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПОСАДОЧНОГО СОСТАВА ЗАЩИТНЫХ  
НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ В ЗОНЕ  
ПРЕДКАМЬЯ РТ.**

**35.04.01 Лесное дело**

**Рабочая программа  
«Лесные культуры, селекция, семеноводство»**

**Магистерская диссертация**

**Научный руководитель:  
Пухачева Л.Ю.  
к.с.-х.н., доцент**

**Казань – 2018**

**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 лесоводства и  
лесных культур**

**Н.М. Ягманова**

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**Разработал** \_\_\_\_\_ **МД. КазГАУ –**  
\_\_\_\_\_ **/Рахматуллин И.Г../** \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.) (дата)

**Руководитель** \_\_\_\_\_ **/Пухачева Л.Ю./** \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.) (дата)

**Казань – 2018**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	7
2. ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	32
2.1. Цель исследований	32
2.2 Методика исследований	32
3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА	34
3.1 Физико-географическое расположение района исследования	34
3.2 Климат	36
3.3 Рельеф и гидрология	37
3.4 Геологическое строение и почвообразующие породы	39
3.5 Почвы и растительность региона	39
4. ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В РТ.	41
5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	45
5.1 Состояние защитных лесных насаждений на овражно-балочных землях разных экспозиций.	45
5.2 Особенности почвенно-гидрологических условий овражно-балочных систем.	48
5.3 Состояние защитных лесных насаждений на овражно-балочных землях при сплошном облесении.	52
5.4 Влияние защитных лесных насаждений на динамику основных элементов питания	58
5.5 Влияние полезащитных лесных насаждений на вынос элементов питания при стоке.	59
5.6 Состояние защитных лесных насаждений на террасированных склонах разной формы	60
5.7 Рекомендуемый ассортимент для создания защитных насаждений на балочных склонах	70
ВЫВОДЫ	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	80

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы.**

Проблема овражной эрозии актуальна уже более двух столетий, так как площади оврагов ежегодно увеличиваются на десятки гектаров, причём, это происходит не только за счёт продолжения роста возникшей в прошлом овражной сети, но также за счёт появления новых овражных врезов, что особенно характерно для областей интенсивного строительства, прокладки дорог и коммуникаций, добычи полезных ископаемых и лесозаготовок, а также районов с интенсивным развитием сельского хозяйства.

Развивающиеся овражно-балочные системы выводят из сельскохозяйственного использования ценные земли, разрушают строения, коммуникации, создают сильно расчленённый рельеф и увеличивают уклоны земной поверхности, что приводит к активизации делювиального смыва.

От эрозии почв страдает не только сельское хозяйство. Почва, смываемая с полей, откладывается в прудах, озерах, водохранилищах, попадает в каналы и реки. В некоторых случаях пруды полностью заиливаются в течение 10-15 лет. Продукты эрозии заносят посевы, сенокосные угодья, заиливают водохранилища и пруды. В сельскохозяйственном обороте, кроме потерь площадей непосредственного развития линейных врезов, теряются также прилежащие территории, которые не могут быть подвергнуты обработке техническими средствами. Овражно - балочные системы «глубокого врезания» истощают ресурсы подземных вод и наносят огромный вред источникам водоснабжения

Рациональное использование земель, защита почвы от эрозии возможны только при внедрении научно-обоснованного лесомелиоративного комплекса на склоновых землях, включающего 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.

**Цель работы:**

- оценка влияния почвенного плодородия на состояние защитных насаждений на землях овражно-балочных систем зоны Предкамья РТ;
- подбор оптимального породного состава древесных и кустарниковых насаждений для земель овражно-балочных систем зоны Предкамья РТ

**Задачи исследований:**

- провести анализ почвенно-эрозионного состояния склоновых земель разных экспозиций овражно-балочных систем зоны Предкамья РТ
- оценить состояние защитных насаждений на землях овражно-балочных систем зоны Предкамья РТ
- подобрать ассортимент древесных и кустарниковых пород для создания защитных лесных насаждений для разных участков бадочных склонов преобладающих экспозиций и откосов оврагов разной стадии развития

**Объекты исследований.**

Объектами исследований являются эродированные склоны разных экспозиций и приуроченные к ним защитные насаждения в зоне Предкамья РТ

**Научная новизна.**

Впервые в условиях было изучено влияния почвенного плодородия на состояние защитных насаждений на землях овражно-балочных систем зоны Предкамья РТ.

Проведен анализ почвенного покрова склонов разных экспозиций и откосов оврагов разной стадии развития.

Оценено влияние смывности почв на формирование древесно-кустарниковых насаждений.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что полученные результаты исследований позволяют оптимизировать породный состав для

создания защитных насаждений на склонах овражно-балочных систем зоны Предкамья РТ.

**Обоснованность выводов и достоверность результатов исследований** обеспечена достаточным количеством полевого материала, собранного и обработанного с использованием современных методов исследований с применением методов математической статистики и анализа.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Проанализировать почвенно- эрозионное состояние балочных склонов и овражных откосов в зоне Предкамья;
2. Определить влияние комплекса лесомелиоративных насаждений на почвенное плодородие эродированных земель;
3. Подобрать породы древесных растений для создания устойчивых защитных насаждений на балочных склонах зоны Предкамья

**Апробация:** результаты исследований были представлены на 73 студенческой (региональной) конференции «Студенческая наука – аграрному производству» (Казань, 2015); на заседаниях студенческого научного кружка кафедры лесоводства и лесных культур ФЛХ и Э Казанского ГАУ.

**Публикации:** материалы диссертации опубликованы в журнале Вестник Казанского ГАУ (Казань, 2015).

**Структура и объем диссертации:** диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов и рекомендаций. Текстовая часть изложена на 75 страницах, содержит 10 рисунков, 11 таблиц и приложения. Библиографический список включает 30 наименований.

## ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Под эрозией следует понимать разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром, включающее в себя отрыв и вынос обломков материала, сопровождающееся их отложением.

Эрозия почв - совокупность процессов разрушения почвы и подстилающих пород, перемещение и отложение продуктов разрушения водой и ветром.

Различают два основных типа эрозии почв - водную и ветровую. С учетом причин и природы эродирующих сил выделяют еще два ее типа - нормальную (геологическую) и ускоренную (разрушительную, антропогенную) эрозию. Нормальная эрозия наблюдается на поверхности почвы, покрытой естественной растительностью, неизменной хозяйственной деятельностью человека - вырубкой леса, распашкой и т.п. Этот вид эрозии протекает медленнее, чем почвообразовательные процессы (Мирицхулава Д.Е., 1970).

Нерациональное антропогенное воздействие человека на почву приводит к возникновению ускоренной эрозии, резко ухудшающей экологию. Например, при наличии ускоренной водной эрозии для смыва слоя почвы мощностью 18 см, находящейся под паром, потребуется 5-15 лет, под монокультурой пропашных культур (кукуруза, хлопчатник) - 9-43 года, под культурами трех четырехпольного севооборота, включающего поле многолетних трав и поле пропашных - 35-70 лет, а многолетними травами более 3 тыс. лет. Следовательно, плодородный слой почвы, на создание которого природа затратила от 2 до 7 тыс. лет, на пашне может быть разрушен ускоренной водной эрозией в течение 5-70 лет, а иногда всего за 1-2 года (Родин А.Р., Родин С.А., 2002).

В РТ деградированные земли (70% площади) в сильной степени подвержены водной эрозии в виде сети мелких и глубоких промоин, оврагов, имеющих разную степень развития.

Анализ изменений земельного фонда республики показал, что за последние 30 лет площадь с/х угодий сократилась более чем на 235,0 тыс. га, а пашни - более чем на 220,0 тыс. га, что соответствует по площади двум административным районам. Наряду с этим, в самих почвах развиваются негативные процессы, которые ухудшают их свойства, делая их более чувствительными к антропогенным воздействиям и менее устойчивыми к деградации.

Важнейшее свойство почв, характеризующее ее плодородие, содержание органического вещества, основной компонент которого гумус. Наблюдается тенденция снижения процента гумуса в почвах. Так, в дерново-подзолистых почвах за 21 год содержание гумуса в пахотном слое уменьшилось на 0,3%, в светло-серых и серых почвах - на 0,4%, в темно-серых лесных - до 0,8%, в черноземах, выщелоченных и типичных также до 0,85. В среднем по республике количество гумуса снизилось на 0,7%, а ежегодная потеря составляет порядка 1 тонны с гектара.

В 1996 году впервые проведены 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 постановлению Кабинета Министров Республики Татарстан от 15.03.93 г. №113 (Из Государственного доклада «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды РТ в 2009 году», 2010).

Водная эрозия часто возникает на склонах, где талая и ливневая вода, собираясь в струйки, ручейки и потоки, разрушает почву и подстилающие ее породы, образует промоины, овраги и селевые потоки. Тем самым увеличивается площадь бросовых земель, снижается урожай сельскохозяйственных культур, осложняется обработка почвы и увеличиваются затраты на производство сельскохозяйственной продукции. В горных условиях образующиеся мощные водные потоки, насыщенные

твёрдыми материалами (ил, щебень, камни, обломки скал массой до нескольких сот тонн) и движущиеся со скоростью до 30 км/час и более, называют селевым потоком или селю. При его движении разрушаются здания и сооружения, уничтожаются посевы. Интенсивность водной эрозии зависит от крутизны и протяженности склона, его экспозиции, характера почвы, растительности, а также антропогенного воздействия деятельности человека.

Проблема овражной эрозии актуальна уже более двух столетий, так как площади оврагов ежегодно увеличиваются в стране на десятки гектаров, причём, это происходит не только за счёт продолжения роста возникшей в прошлом овражной сети, но также за счёт появления новых овражных врезов, что особенно характерно для областей интенсивного строительства, прокладки дорог и коммуникаций, добычи полезных ископаемых и лесозаготовок, а также районов с интенсивным развитием сельского хозяйства. Развивающиеся овражно-балочные системы выводят из сельскохозяйственного использования ценные земли, разрушают строения, коммуникации, создают сильно расчленённый рельеф и увеличивают уклоны земной поверхности, что приводит к активизации делювиального смыва (Здоровцов И.П., 1956).

В числе первых исследователей оврагов были В.В. Докучаев (1878), В. Мосальский (1897), В.П. Жадановский (1908), Э.Э. Керн (1931) и др. Гидрографическая сеть начала формироваться в послетретичный ледниковый период, когда большие массы воды, образовавшиеся при таянии льда, размывали земную поверхность. В результате этого, а также процессов хозяйственной деятельности человека, выветривания и тектонических явлений появились речные долины, крупные углубления, сформировались склоны и водоразделы. Позже все эти элементы рельефа сгладились, покрылись растительностью, под которой образовалась почва (Козьменко А.С., 1957).

Обычно выделяют древние и современные звенья гидрографической сети. К древним относят ложбины, лощины, балки, долины; к современным - промоины и овраги. Древняя гидрографическая сеть в верхних концевых частях начинается ложбиной (Лопырев М.И., Рябов, 1989).

При значительной концентрации вод поверхностного стока возникает размыв почвы, результатом которого является образование оврагов.

Овраги - относительно глубокие и вытянутые в длину, извилистые и (или) ветвящиеся промоины, возникающие и развивающиеся преимущественно на склонах под влиянием сосредоточенных потоков воды (В.И Ивонин, 1992).

Балки - это одна из форм линейного рельефа древнего эрозионного происхождения с выраженными бровками, широким днищем. Крутизна берега -  $10-15^\circ$  и более. Ширина балок — 200-300 м и более, глубина - до 15-20 м. Площадь водосбора - до 3000 га. По В.В. Докучаеву (1873), всякий овраг со времен превращается в балку.

Овраги и промоины тесно связаны с древней сетью, и они входят в общую гидрографическую сеть. В зависимости от места расположения относительно древней сети различают овраги:

- донные овраги образуются на дне балки, за счёт нерациональной хозяйственной деятельности и в отдельных районах достигают больших размеров, глубиной до 10-20 м;
- береговые овраги возникают на берегах древней гидрографической сети в результате усиления концентрации стока по канавам, бороздам и другим, искусственно созданным понижениям, подходящим к бровке оврага;
- вершинные овраги образуются в вершинах балок или балочных ответвлений за счёт распашки вершин балок и концентрации поверхностного стока;
- склоновые овраги являются разновидностью береговых оврагов, но в отличие от них возникают на склонах водосборного бассейна.

Овраги значительно снижают плодородие прилегающих к ним земель. Наиболее ценные в сельскохозяйственном отношении земли разрушаются склоновыми оврагами. Береговые овраги выводят менее ценные земли гидрографической сети, освоить которые из-за особенностей рельефа более сложно. Снижение урожаев на землях, прилегающих к оврагам, вызывается их дренирующим действием. Овраги глубиной 4-5 м иссушают приовражные земли на расстояние 50-60 м и более. Из почвы на приовражных участках происходит более интенсивная миграция карбонатов, изменяются плотность и структура почв. Ухудшение гидрологического режима прилегающих к овражно-балочным системам земель происходит также за счет сноса снега в овраги и балки в зимний период, что снижает влагообеспеченность межовражных пространств (Волощук М.Д., Джемелинский А.А., 1976).

Этапы развития почв на овражных склонах называют стадиями онтогении. Под воздействием травянистой растительности процесс онтогении имеет определённую последовательность - от голых, не успевших зарости склонов (почвы отсутствуют) до разнотравных ценозов (почвы третьей-пятой стадии онтогении, развивающиеся на период от 130 до 500 лет). После третьей стадии (140-230 лет) основные процессы почвообразования стабилизируются, а после пятой (410-500 лет) почвы приобретают свойства, близкие к зональным (Морякова Л.А., 1979).

Нередко растущие верхушкой овраги врезаются в селения и вызывают разрушение построек или же заставляют переносить их на другие места, подальше от оврага. Еще чаще овраги пересекают и разрушают дороги, поэтому приходится относить последние в сторону, делать значительные объезды или же прибегать к постройке через овраги мостов. Выносы, состоящие преимущественно из сыпучих песков, под действием ветра легко могут переходить в движение, засыпая все новые и новые пространства. Площади эрозионно-опасных и эродированных сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации составляют 117 млн. га, из них 84 млн. га - пашни (Комов Н.В., 2009).

Наиболее подвержены овражному расчленению территории степных и лесостепных ландшафтных зон, являющихся с давних времён зонами наибольшего антропогенного освоения.

В связи с распашкой территории и усилением хозяйственного воздействия в последнее время наметилось резкое уменьшение защитной функции естественной растительности и эрозионной стойкости почв.

Совокупность интенсивного антропогенного воздействия с благоприятствующими развитию эрозионных процессов природными условиями создаёт предпосылки для появления новых и увеличения интенсивности роста уже имеющихся оврагов. Причём наиболее эрозионноопасными, приносящими наибольший ущерб земельным ресурсам, являются наиболее плодородные и ценные территории, развитию оврагов на которых, в свою очередь, способствуют особенности рельефа, климата, геологического строения, сельскохозяйственного освоения, современного антропогенного воздействия.

Общеизвестно, что на эродированных землях урожай сельскохозяйственных культур всегда на 20-30% ниже, чем на эродированных, даже при внесении больших доз минеральных удобрений, т.е. в среднем 5-6 ц. с га, расчетами подтверждено, что с 1 гектара пашни ежегодные убытки составляют за уменьшение урожайности и внесение 10 тонны навоза соответственно 1710 и 193 рублей (Рожков А.Г., 1981).

От эрозии почв страдает не только сельское хозяйство. Почва, смываемая с полей, откладывается в прудах, озерах, водохранилищах, попадает в каналы и реки. В некоторых случаях пруды полностью заиливаются в течение 10-15 лет. Продукты эрозии заносят посевы, сенокосные угодья, заиливают водохранилища и пруды. В сельскохозяйственном обороте, кроме потерь площадей непосредственного развития линейных врезов, теряются также прилежащие территории, которые не могут быть подвергнуты обработке техническими средствами. Овражно-

балочные системы «глубокого врезания» истощают ресурсы подземных вод и наносят огромный вред источникам водоснабжения (Заславский М.Н., 1974).

В России создано более 3 млн. га лесных насаждений, защищающих сельскохозяйственные и другие ландшафты от неблагоприятных факторов и преобразующих их. Однако в защите от водной и ветровой эрозии, засух, суховеев и т.п. нуждаются более 75 млн. га пашни, 60 млн. га аридных пастбищ, 4 млн. га пораженных оврагами земель и 3,5 млн. га песков. По научно-обоснованным расчетам в России необходимо иметь 14 млн. га защитных лесных насаждений. (Дьяков В.Н., 2009).

В России по состоянию на декабрь 2017 года площадь заовраженных земель достигает 5,0-8,0 млн. га, темпы оврагообразования колеблются от 10,0 до 15,0 тыс.га в год, среднегодовое увеличение эродированных земель составляет 0,4-0,5 млн.га.

В РТ деградированные земли (70% площади) в сильной степени подвержены водной эрозии в виде сети мелких и глубоких промоин, оврагов, имеющих разную степень развития.

Анализ изменений земельного фонда республики показал, что за последние 30 лет площадь с/х угодий сократилась более чем на 235,0 тыс. га, а пашни – более чем на 220,0 тыс. га, что соответствует по площади двум административным районам. Наряду с этим, в самих почвах развиваются негативные процессы, которые ухудшают их свойства, делая их более чувствительными к антропогенным воздействиям и менее устойчивыми к деградации.

Важнейшее свойство почв, характеризующее ее плодородие, содержание органического вещества, основной компонент которого гумус. Наблюдается тенденция снижения процента гумуса в почвах. Так, в дерново-подзолистых почвах за 21 год содержание гумуса в пахотном слое уменьшилось на 0,3%, в светло-серых и серых почвах – на 0,4%, в темно-серых лесных – до 0,8%, в черноземах, выщелоченных и типичных также до 0,85. В среднем по

республике количество гумуса снизилось на 0,7%, а ежегодная потеря составляет порядка 1 тонны с гектара.

В 1996 году впервые проведены 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.

В результате из составления установлены объемы нарушенных, загрязненных, заболоченных, переувлажненных, засоленных, эродированных и других земель с негативными проявлениями (Пухачев А.П., Шакиров Ф.Х.).

Выращивание защитных лесных насаждений является сложной задачей, в решении которой не обойтись без научного подхода и всестороннего изучения закономерностей взаимоотношения между лесными фитоценозами и средой их обитания. Как показали научные исследования ученых Г.Ф.Морозова (1949), В.В.Докучаева (1954), М.Е.Ткаченко (1955), В.Н.Сукачев (1972), истинная лесная культура невозможна без знания почв и их режимов. В связи с этим вышло на новые рубежи лесное почвоведение.

Лесные почвы выполняют важнейшие биогеоценотические и биосферные экологические функции (Добровольский, Никитин, 1986), являются одной из основ формирования и сохранения биологического разнообразия лесных экосистем (Карпочевский, 1995).

Проблемы и задачи лесного почвоведения отражены в работах И.В.Тюрина(1933, 1966); Н.П.Ремезова(1941,1951,1953); С.В.Зонна(1954, 1956, 1962, 1983); В.Н.Сукачева (1972); Н.Л.Елаговидова (1956), М.Е.Ткаченко (1955); Б.Д.Зайцева (1962); В.С.Лумакова (1966, 1968, 1971); А.А.Роде (1955); А.А.Роде, В.Н.Смирнова (1972); Ю.А.Орфанитского (1963); М.В.Вайчиса (1975); Л.О.Карпачевского (1986), В.П.Фирсовой (1969, 1970);

В.В.Антанайтиса и др.(1985); О.Г.Чертова (1981), А.Х.Газизуллина (1992, 1993), А.Т.Сабирова (2000) и др.

С 1920 года почвенные исследования на территории Республики Татарстан возглавлял И.В.Тюрин. Под его руководством были составлены почвенные карты землепользования колхозов и совхозов и опубликованы ряд работ (И.В.Тюрин, 1930,1931,1933; Колосков, 1931; Щендриков, 1934 Николаева,1931; Мяскокова,1930, 1931).

В основном большинство исследований почв относятся к сельскохозяйственным угодьям, меньше посвящено изучению лесных почв. В Среднем Поволжье по лесным почвам посвящено ряд работ В.В.Гумана (1911), И.В.Тюрина (1922), Н.М.Глухова (1929,1933), Г.В.Добровольского (1963), П.В.Гришина (1954,1956), М.В.Винокурова и П.В.Гришина (1962), К.Ш.Шакирова (1961,1964,1982), Н.А.Миронова (1960, 1964, 1965), В.Н.Смирнова (1968), Е.И.Ивановой (1968), А.Х.Газизуллин (1972,1993), К.К.Захарова (1974), Е.И.Патрикеева (1977), Б.Д.Хасаншина (1981), А.Т.Сабирова (1990,2000), А.М.Галеева (1998).

Однако почвы под защитными лесными насаждениями, степень их деградации, оценка их лесорастительных свойств остается слабо изученными.

Защитное лесоразведение включает в себя закладку полевых защитных 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.

Лесные насаждения для защиты почв от водной эрозии создают чаще всего в виде полос (стокорегулирующих, прибалочных, приовражных и др.), а также в виде сплошных и куртинных насаждений. Противоэрозионная роль лесных насаждений состоит в улучшении водно-физических свойств почв, что обеспечивает усиленное просачивание талых и ливневых вод и уменьшение поверхностного стока. Почва под лесными насаждениями может поглотить от 150 до 300-400 мм талой воды в час. Это, по мнению Калиниченко Н.П.(1986) и

Зыкова И.Г.(1986) в 10-20 раз превышает водопоглощение пашни. Каждый гектар противоэрозионных насаждений переводит примерно 1700 м<sup>3</sup> талых вод грунтовый сток.

В работе А.Х.Газизуллина (1986) автор делает вывод, что создание лесов на крутосклонах дают большой экономический эффект и создают условия для экологической оптимизации окружающей среды.

Об оценке и учете сложных лесорастительных условий при создании лесных культур на эродированных землях в своих трудах отмечали ряд ученых: И.А.Стебут, 1894; В.В.Магаринский, 1893; Н.К.Левицкий, 1901; Н.И.Стебут, 1916; Н.Т.Макарычев, 1954; Г.А.Харитонов, 1958.

Относительно того, создается ли в оврагах и балках среда более благоприятная для роста леса, в литературе имеются противоречивые и прямо противоположные высказывания.

Так В.В.Докучаев, А.Н.Краснов, А.И.Воейков и Н.С.Нестеров считали, что условия среды в овражно-балочной сети более благоприятны для роста леса, чем на приводораздельных пространствах. Напротив, пионеры противоэрозионного лесоразведения В.В.Магаринский, И.А.Стебут, П.Н.Левицкий и др. подчеркивали, что выращивание лесных культур в оврагах и балках, вследствие специфичности среды (заморозки, снеголом, засуха и пр.) являются исключительно сложной задачей. Последнее нашло себе подтверждение в работах Н.И.Суса, Г.А.Харитонова, И.Т.Макарычева и др.

Значительная пестрота почвенного покрова овражно-балочных систем давно привлекала к себе внимание почвоведов и географов. В 1892 г. В.В.Докучаев подразделял почвы оврагов и балок на смытые, намытые и перемытые. Другие исследователи почвам овражно-балочных систем давали разные названия (Козменко А.С., 1954; Сурмач Г.П., 1976; и др.). На современном этапе наметилась тенденция к разукрупнению выделов, детализации морфологического строения профиля и выяснению причин формирования пестрого почвенного покрова.

В земледельческой практике, В.В.Докучаев впервые указал, что в одинаковых климатических условиях основной причиной, обуславливающей разнообразие почвенного покрова, является рельеф местности (Козменко А.С., 1954)

В связи с зональными особенностями формирования почвенного покрова его строение и пространственное размещение на овражно-балочных системах изучались в 12 географических пунктах. Анализ полученных данных показал, что на овражно-балочных системах повсеместно проявляются три основных процесса - размыв, смыв и намыв почвы.

Очень сильно смытые почвы приурочены к выпуклым размытым берегам балок преимущественно южных экспозиций крутизной 30-40 град., сильно смытые - к выпуклым и прямым берегам балок крутизной 15-35 град., среднесмытые - к плоским, реже выпуклым берегам балок крутизной 18-25 град., а слабосмытые - к выположенным берегам теневых экспозиций.

Намытые гумусированные почвы встречаются на вогнутых прибрежных частях берегов балок теневых экспозиций, однако основные заняты ими местоположения - хорошо задернованные нижние придонные части пологих берегов балок. В связи с падением скорости стекающей воды здесь, как правило, отмечается развитие аккумулятивного шлейфа. Под намытым горизонтом обычно хорошо просматриваются генетические горизонты зональных почв.

К широким днищам балок приурочены намытые гумусированные и сильно намытые гумусированные почвы. Они формируются, когда вышедший из более узкого ложа водный поток переходит в широкую балку и гасит свою скорость. В результате по профилю дна откладываются наиболее мелкие гумусированные частицы, поступившие преимущественно с пахотных водосборов; их равномерному и усиленному отложению способствует хорошо развитая травянистая растительность. В годы интенсивного весеннего и особенно ливневого стока по дну широких балок может откладываться также менее отсортированный и гумусированный нанос.

На дне более узких балок преимущественно с блуждающим водотоком слабо складываются гумусированные наносы мощностью 5-6 см, что обусловлено концентрацией и повышенной скоростью потока в узком ложе. Наряду с намытыми слабо гумусированными и несортированными наносами для донных участков оврагов и конусов выноса характерны локальная концентрация неразвитых почв и систематическое чередование процессов смыва и намыва. Поэтому их профиль имеет ярко выраженную слоистость и сложен из несортированных мало гумусированных наносов мощностью 5-10 см (Козменко А.С., 1954).

При существенных различиях в запасах влаги, температуры почвы и доступных питательных веществ на более пологих участках теневых экспозиций развитие растительного покрова значительно активизируется. В данном случае минимально проходящие процессы смыва постепенно, за счет кольматажа, восполняются намывом.

В связи с продолжающимся ростом оврагов и заметным сокращением пахотных земель в настоящее время откосы являются первоочередными объектами выполаживания и агролесомелиорации. Однако напряженные почвенно-гидрологические условия на них не всегда позволяют решить проблему облесения. Названный вопрос не потерял своего актуального значения по сей день (Гавриленко Л.Н., 1976; Знаменская А.П., 1975; Зыков И.Г., 1976; Михович А.И., 1976) . Изучение его проводится с учетом стадий развития оврагов, экспозиции и частей откосов.

Откосы оврагов - наиболее выраженные очаги современных эрозионных процессов, резко отличающиеся по своим почвенно-геологическим и гидрологическим условиям от балочных, присетевых и приводораздельных склонов; даже в пределах одного оврага может наблюдаться разница в этих условиях. Часто на длинном овраге можно встретить откосы всех стадий развития - в вершинной части - I и II, в средней - III а и III б, в устьевой - IV. Соответственно этим стадиям распределяется и почвенный покров - более

намытый в устьевой части и почти отсутствующий - в вершинной (Калиниченко Н.П., Ильинский В.И., 1976).

Изменение почвенного покрова и условий влагообеспеченности заметно проявляется также в зависимости от части и экспозиции склона. По мере того как у оврага вырабатывается продольный профиль равновесия, а осыпь принимает угол естественного откоса (III а, III б и IV стадии), на них начинается процесс зонального почвообразования. В результате этого процесса на молодых откосах формируются неразвитые почвы, которые с возрастом по своим свойствам приближаются к зональным.

В целом основную часть откосов оврагов I и II стадий развития занимают обнажения материнских и подстилающих пород, а откосов III стадии – неразвитые почвы с низким лесорастительным эффектом. После обнажения материнских пород, свойственных оврагам I и II стадий, наименее благоприятными условиями характеризуются неразвитые и слаборазвитые почвы, приуроченные к откосам оврагов III а – III б стадий крутизной 35-45 град.. Их гумусовый горизонт составляет 0,5- 5 см, а на откосах оврагов IV стадии - 5-7 см.

Существенное влияние на ход почвообразовательного процесса оказывает экспозиция: почвы на теневых откосах несколько богаче питательными веществами и лучше гумусированы, чем на инсолируемых.

Овраги I и II стадий развития не могут быть лесокультурными объектами - большая их часть занята обнажениями материнских и подстилающих пород. Овраги IV стадии также не являются первоочередными объектами мелиоративного освоения, поскольку хорошо задернены. Наибольший интерес представляет характеристика лесорастительных условий откосов оврагов III стадии, так как после их затухания или выколаживания откосы могут стать объектами агролесомелиорации.

Во всех зонах агрохимические показатели почвогрунтов близки между собой, характеризуются весьма напряженными лесорастительными

условиями и значительно уступают почвам берегов балок по обеспеченности элементами питания.

Почвы откосов по агрохимическим показателям также значительно уступают балочным склонам. Они имеют щелочную реакцию, что значительно ограничивает их лесопригодность; меньше в них гумуса.

Однако успех лесовыращивания на откосах определяется в основном степенью их обеспеченности влагой. Наблюдения за влажностью в условиях лесостепи показали, что в 50-сантиметровом корнеобитаемом слое почвы на теневых экспозициях откосов оврагов запасы влаги на 20-50 % выше, чем на световых.

В сравнении с берегами балок на откосах запасы влаги были ниже на 19-26 %. Исключение представляют очень влажные годы, когда влажность почвы на откосах выше, чем на балках, что связано с расходом влаги на транспирацию обильно развивающихся на берегу балки травянистых растений.

К числу факторов, оказывающих влияние на экологическую обстановку, а, следовательно, и на успех лесомелиорации на откосах оврагов, относится и температурный режим почвы. Наиболее высокая температура отмечается в верхних частях откосов южной и западной экспозиции. Вниз по откосу дневная температура почвы постепенно падает, однако даже в нижней части она на 6-12 град. С выше, чем на аналогичных частях откосов северной и восточной экспозиций. Значительные различия в температуре почвы разных экспозиций в середине дна сохраняются даже на глубине 50 см. Небольшая глубина затронутого почвообразованием слоя материнской породы, маломощность гумусового горизонта в сочетании с неблагоприятными условиями влагообеспеченности и повышенным температурным режимом указывают на напряженность лесорастительных условий на откосах оврагов, особенно южной экспозиции. В дальнейшем под влиянием появляющейся на откосах травянистой и древесной растительности и кольматирования твердого стока подстилкой происходит улучшение лесорастительных

условий. Изменение этих условий определяется продолжительностью роста насаждений и составом древесных пород.

Составной частью сформировавшихся лесных полос является самостоятельный ярус подлеска, который состоит главным образом из кустарниковых пород (акация желтой, клена татарского, лещины, бересклета бородавчатого и европейского, бузины и др.) с включением черемухи, клена полевого, клена ясенелистного. Важная роль подлеска в степных насаждениях заключается в притенении почвы, в защите его от проникновения травянистой растительности под полог древостоев. Кустарники могут существенно влиять на рост деревьев как в молодом, так и в более позднем их возрасте (Г.Н.Высоцкий, Г.Ф.Морозов, Н.А.Михайлов, И.Н.Маяцкий и др.).

Таким образом, при изучении защитных лесных насаждений важным аспектом является исследование взаимосвязи почв и растительности.

Террасирование с глубокой древности является одним из наиболее удачных приемов горного противоэрозионного землепользования. С IV тыс. до н.э. террасирование склонов практикуется различными горными этносами для возделывания различных сельскохозяйственных культур, а с еще более ранних времен – для целей строительства жилищ. Искусственные склоновые ландшафты ступенчатой морфологии отличаются от нетеррасированных склонов повышенной устойчивостью к разрушениям различного рода. Геоморфологические структуры с большой площадью террасированных склонов относятся к категории эрозионноустойчивых ландшафтов.

Исследования террас до недавнего времени планомерно не велись и сводились, главным образом, к описанию их географического положения. Одной из самых древних работ следует считать заметки летописца XIII в. Степаноса Орбелиана, описывающего террасирование речных долин в Армении в X в. На сегодняшний день существует единственная в мире монография, написанная А.Н. Олиферовым в 1983 г., посвященная месту террасирования, в том числе и древнего, в системе земельных мелиораций

различных горных систем мира. Крымские археологи (Беляев, Бушенков, 1986) и географы (Олиферов, 1957, Кочкин, Донюшкин, 1971) отмечали в своих работах высокую противозерозионную устойчивость террасовых систем. Научных работ, посвященных непосредственно изучению конструктивных особенностей террас, очень немного. Для Кавказского региона можно назвать работу географов А.К. Борунова и А.Л. Бочавера, включающую в себя также и классификацию террасовых систем этого региона (Борунов, Бочавер, 1987). Нашим коллективом исследовались феномены длительной устойчивости террас к различным деградационным явлениям в четырех горных системах (Скрипникова, 2000).

Развитие приемов террасирования в традициях горных этносов диктовалось необходимостью получения наиболее высокого урожая при минимальных затратах труда на ежегодную обработку почвы.

В различных горных регионах рассматривались структуры почвенного покрова, сформировавшиеся на искусственно созданных ступенях различной конструкции и возраста.

Изучение конструктивных особенностей древних террасовых систем показало, что они строились с учетом индивидуальных параметров склонов: экспозиции, гипсометрического уровня, состава и свойств поверхностных и подстилающих пород. До нашего времени сохранились наиболее устойчивые варианты рукотворных ландшафтов. Под устойчивостью антропогенного террасированного ландшафта к различного рода деградациям понимается его способность к саморегуляции и адаптационным перестройкам с целью поддержания упорядоченности связей компонентов ландшафта в целостном объеме. Основными факторами деградации являются климатические колебания и антропогенные нарушения. В процессе функционирования террасовых систем периоды их антропогенного использования различными этнокультурными общностями чередуются с периодами отсутствия антропогенной нагрузки. При земледельческом использовании морфология террасовых систем, изначально им приданная «этносомами строителей»,

поддерживалась «этносомами-пользователями»; в периоды отсутствия антропогенной нагрузки целостность террасированного агроландшафта поддерживалась путем саморегуляции.

Строители наиболее устойчивых типов террасовых систем, сохранившихся до нашего времени без значительных изменений, скорее всего, учитывали возможность достаточно резких колебаний в количестве выпадающих осадков в относительно короткие периоды времени, т.е., они были знакомы с климатическими флуктуациями (внутрисезонными, разногодичными и др.) и их последствиями. Именно те особенности террасовых конструкций, которые учитывали существование разных по обводненности периодов, легли в основу способности рукотворного ландшафта к саморегуляции и адаптационным перестройкам в периоды снятия антропогенных нагрузок.

Террасовые системы, строители которых не учитывали возможности широкого варьирования погодных условий, не сохранили четкого геоморфологического облика до наших дней. Неудачи современного террасирования (вторая половина XX века) по большей части связаны именно с игнорированием возможности широких колебаний погодных условий. При расчетах ширины и наклона террасовых полотен, высоты террасы, угла бровочного откоса при использовании различных по критерию сыпучести пород и т.д. использовался колоссальный математический аппарат (Хачатрян, 1973), однако по большей части сформированные ландшафты оказались менее устойчивыми, чем нетеррасированные потенциально эрозионноопасные склоны. Так, в Западной Грузии современные попытки механизированного террасирования в 1970-1980-е гг. вызвали массовую деградацию склонов и оползание вновь созданных ландшафтов (Курцхалава, Барбакадзе, 1985). Ливневые дожди 1968 г., выпавшие в Дарджилинге (Индия), в условиях окультуренных горных ландшафтов привели к возникновению 20 тыс. оползней и гибели 30 тыс. человек (Айвз, 1983).

Механизированное террасирование и облесение полотен террас в окрестностях Кисловодска в 1960-1970 гг. создало большое количество ландшафтов, устойчивость к оползанию у которых невелика. Древесные породы не способны к самостоятельному возобновлению.

Террасирование в Республике Татарстан активно проводилось в Арском, Альметьевском, Азнакаевском, Балтасинском, Бугульминском, Сабинском и в других районах. К сожалению, не везде дало положительные результаты, так как проводилось без учета почвенного разнообразия и экспозиции склона.

## 1.2. Постановка проблемы

### 1.2.1. Общие сведения о земельном фонде Республики Татарстан.

Республика Татарстан расположена на востоке Восточно-Европейской равнины в среднем течении р. Волги и нижнем - р. Камы. Климат умеренно-континентальный, продолжительность снежного периода 5-5,5 месяцев (с середины ноября до начала апреля). Средняя температура января составляет -14°C, июля +19°C. Среднегодовое количество осадков 430-500 мм.

В природном отношении территория делится на три части: Предволжье, Предкамье и Закамье. В административном отношении республика разделена на 43 района и 14 городов республиканского подчинения.

Общая площадь земель Республики Татарстан составляет 6783,7 тыс. гектаров, из них земли сельскохозяйственного назначения - 4667,6 тыс. га промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного специального назначения - 81,6 тыс. га (1,2%), земли лесного фонда -124,7 тыс. га (18,3%), земли водного фонда - 438,9 тыс. га (6,5%), земли особо охраняемых природных территорий - 13,2 тыс. га (0,2%).

Наибольшую часть территории республики занимают земли сельскохозяйственного назначения - 4667,6 тыс.га или 68,8%, из них сельскохозяйственные угодья 4368,2 тыс. га, в том числе пашня - 3362,6 тыс.

га. Сельскохозяйственные угодья - пашни, сенокосы, пастбища, залежи, земли, занятые многолетними насаждениями имеют приоритет в использовании и подлежат особой охране.

Почвенный покров республики представлен сочетаниями различных типов, подтипов, видов и разновидностей почвенных разностей. Разнообразие структуры почвенного покрова во многом объясняется географическим положением, при котором республика располагается в пределах двух различных в природном отношении частей: северная часть - Предкамье и южная - Закамье и Предволжье, а также особенностями почвообразующих пород.

Среди почв северной части преобладают дерново-подзолистые, серые-лесные, в почвенном покрове южной части более распространены черноземные почвы (выщелоченные типичные, оподзоленные, карбонатные).

Почвы республики имеют преимущественно тяжелый механический состав, так глинистые и тяжелосуглинистые разновидности составляют 89%, средне- и легкосуглинистые - 9,4%, супесчаные - 1,4%, песчаные - 0,2%. Из земельных угодий наибольшую ценность представляет пашня, основное средство производства для возделывания сельскохозяйственных культур. На одного жителя в Татарстане приходится в среднем 0,92 гектара пашни. В целом по Российской Федерации этот показатель составляет 0,86 гектара. Для сравнения: Казахстан - 2,9 гектара на 1 жителя Австралия - 2,52 гектара Канада - 1,67 гектара США - 0,74 гектара Китай - 0,08 гектара.

В то же время в 1960 году количество пашни на одного жителя в республике было 1,36 гектара, то есть за 40 лет произошло сокращение на 0,44 гектара или почти в 1,5 раза. За этот период площадь пашни уменьшилась на 370 тыс. гектаров, что сравнимо по площади с 5 средними районами республики. Это связано с изъятием земель для строительства, расширением городов и других населенных пунктов, но основная причина - развитие процессов водной эрозии. Уровень распаханности всей территории

Татарстана составляет 51,3%, по Приволжскому федеральному округу этот показатель в среднем составляет 35,3%.

### 1.2.2. Качественная характеристика сельскохозяйственных угодий.

Сохранение, воспроизводство и рациональное использование земель является одним из основных условий обеспечения стабильного развития агропромышленного комплекса. Поэтому анализ качественных характеристик сельскохозяйственных угодий как в динамике по годам, так и в разрезе районов является необходимым условием при принятии управленческих решений.

За последнее десятилетие наблюдается устойчивая тенденция увеличения площадей сельскохозяйственных угодий, подверженных водной эрозии. Идет рост оврагов, происходит снижение содержания гумуса в почве - одного из важнейших элементов плодородия. При этом уровень распаханности сельскохозяйственных угодий в республике остается достаточно высоким. Так, распаханность сельскохозяйственных угодий составляет 77% (в 1960 году было 82,6%), а по некоторым районам достигает 85 - 86% (Арский, Балтасинский, Сабинский, Сармановский районы). Снижение уровня распаханности сельскохозяйственных угодий за последние годы обуславливается переводом около 260 тыс. гектаров пашни в сенокосы, пастбища, лесные площади.

Одними из основных показателей качественного состояния почв являются «нормальная» урожайность сельскохозяйственных культур и кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий.

Нормальная урожайность - это способность естественного плодородия почв обеспечить получение урожайности зерновых при отсутствии каких-либо улучшений (минеральные удобрения и т.д.) и средних погодных условиях (влага, температура). В среднем по республике она равна 19,0 ц/га. Площадь пашни, подверженной действию водной эрозии, за последние 40 лет возросла в 3,7 раза и составляет 41,3% от общей площади пахотных земель.

Наибольшее увеличение произошло по районам Предволжья - 34,7% и Предкамья - 30,6%. Причем площадь эродированных земель возрастает как в районах со значительными уклонами местности, так и в равнинных районах. За этот период в Арском районе площадь эродированной пашни увеличилась на 43,9%, Дрожжановском - на 45,9%, Камско-Устьинском - на 44,1% - Муслумовском - на 53,3%. Рост уровня эродированных земель напрямую воздействует на снижение содержания гумуса в почве. По самым скромным подсчетам ежегодная потеря почвы с 1 гектара эродированной пашни составляет в среднем 8-10 тонн, вместе с ней уносится 300-400 кг гумуса, большое количество азота, фосфора, калия, других питательных веществ. Содержание гумуса в почве за 30 лет снизилось с 5,7% до 4,5%. Наибольшее снижение содержания гумуса за этот период наблюдается в Альметьевском районе - на 2,1%, Бавлинском - на 2,2%, Дрожжановском - на 2,1%, Лениногорском и Нижнекамском - по 1,8%. Эти потери значительно превышают вносимые объемы элементов питания в виде органических и минеральных удобрений.

В наиболее ярко выраженной форме действие водной эрозии проявляется в процессах оврагообразования. Количество действующих вершин оврагов составляет около 20 тысяч, длина их составляет 27,4 тыс. километров. За последние 40 лет протяженность оврагов возросла более чем на 10 тыс. километров. Это огромные «язвы» на здоровом теле земли, которые безвозвратно съедают плодородный слой, создаваемый тысячелетиями.

Одним из важнейших элементов плодородия почв является их агрохимическая характеристика. В результате стабильного проведения известкования земель площадь кислых почв по сравнению с предыдущим циклом обследования (7-8 лет) сократилась на 160 тыс. гектаров и составляет в 2017 году - 1361,6 тыс.гектаров, или 39,2% от площади пашни, из них 1090,4 тыс.гектара - слабокислые, 241,3 тыс.гектара - среднекислые и 29,9 тыс.гектара - сильнокислые. Наиболее высокий уровень кислых почв в

Агрызском районе - 2,9%, Аксубаевском - 65,9%, Алькеевском - 69,4%, Тукаевском - 64%, Рыбно - Слободском - 72,9%. В настоящее время средневзвешенное значение рН по республике составляет величину 5,6, что обусловлено применением физиологически кислых минеральных удобрений, большим расходом карбонатов кальция и магния за счет выноса с урожаем, а также смывом почвы за счет эрозионных процессов.

Средневзвешенное содержание подвижного фосфора в почвах составляет 140,0 мг и увеличилось по сравнению с предыдущим циклом обследования на 14,0 мг

Средневзвешенное содержание обменного калия составляет 136,2 мг. Одним из показателей эффективного использования земель является степень засоренности. По результатам обследования в 2017 году из 1 млн.846 тыс.гектаров посевов 1 млн.272 тыс.гектаров или 69% в различной степени подвержены засорению сорными растениями, в том числе 628,2 тыс.гектара засорены осотом и 370,8 тыс.гектаров - овсюгом.

### 1.2.3. Повышение плодородия почв и защита земель от эрозии.

Кабинетом Министров Республики Татарстан еще в марте 1997 года было принято постановление № 216 и утверждена Комплексная программа повышения плодородия почв и защита их от эрозии в Республике Татарстан на 1997-2005 годы, в которой предусмотрено проведение комплекса противоэрозионных агротехнических, гидротехнических, лесомелиоративных мероприятий, определены необходимые объемы агрохимических работ, применения биологических методов, организационные меры по рациональному использованию почв. Однако в силу ряда причин, среди которых и отсутствие взаимодействия между министерствами и ведомствами, ответственными за реализацию Программы, нерешенность вопросов финансирования, недостаточное внимание проблеме эффективного использования земель администраций районов и

землепользователей, основные мероприятия данной Программы были выполнены не в полном объеме.

На основании решений Кабинета Министров Республики Татарстан в 1997-1999 годах 115 тыс. га пашни с уклоном 5 градусов и 100,5 тыс. га деградированной пашни по признакам заболачивания, сильной каменистости было переведено в естественные кормовые угодья. Однако до настоящего времени по информации Службы земельного кадастра 20,6 тыс. га этих земель не залужено. Это можно классифицировать и как нецелевое использование земель, и как невыполнение обязательных мероприятий по предотвращению действия водной эрозии. При необеспечении залужения выделенных участков из районов в настоящее время продолжают поступать предложения на дальнейший перевод пашни в сенокосы пастбища.

Не выполняются также мероприятия, предусмотренные Программой по залужению 27 тыс. га прибрежных полос рек и других водоемов.

Из предусмотренных мероприятий за 5 лет выполнены только объемы создания лесных насаждений. Но из 7,8 тыс. га посаженных за это время насаждений - 4,2 тыс. га или 53% составляют придорожные лесные полосы. Программой же предусматривалось создание защитных лесных насаждений ежегодно на площади 1 тыс. га именно на землях сельскохозяйственного назначения для их защиты. К тому же в последнее время все чаще практикуется посадка лесов на ровной пашне массивами 20 и более гектаров, тогда как непосредственно по оврагам и неудобным землям посадки ежегодно сокращаются.

В 2003 году во многих районах проводилось оформление материалов по передаче значительных площадей сельскохозяйственных угодий в состав лесного фонда для ведения лесного хозяйства. В этом вопросе земельные и сельскохозяйственные органы должны следить, чтобы передавались под облесение действительно деградированные, низкопродуктивные угодья или земли, требующие защиты от эрозии.

Проведение комплекса агротехнических, агрохимических, гидромелиоративных, противоэрозионных и культуртехнических мероприятий требует объективной и постоянно обновляемой информации о состоянии почвенного плодородия. Для этого необходимо систематическое проведение почвенных обследований. О какой эффективности проводимых мероприятий можно говорить, если в 13 районах первичное почвенное обследование было проведено более 25 лет назад.

Такое положение не позволяет иметь объективную и полноценную информацию о состоянии земель. К тому же эти устаревшие материалы почвенных обследований были использованы при проведении кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий.

Начиная с 1993 года не проводится геоботаническое обследование естественных кормовых угодий - сенокосов и пастбищ. Значительная часть из 976 тыс. га сенокосов и пастбищ находится в неудовлетворительном состоянии. Из-за бессистемной пастьбы скота, отсутствия работ по улучшению кормовых угодий основные площади пастбищ являются сбитыми, закочкареными, в травостое происходит замена ценных злаковых и бобовых трав на малоценные, распространяются грубостебельные, сорные и ядовитые растения, в результате происходит постоянное снижение качества кормов. Не стали по качественным характеристикам естественными и площади переведенные и залуженные деградированной пашни.

Вопросы рационального и эффективного использования земель сельскохозяйственного назначения, защиты их от эрозии и в конечном итоге, повышения плодородия почв находят свое решение в проектах внутрихозяйственного землеустройства. До 1990 года все сельскохозяйственные предприятия республики были обеспечены таким проектом.

В результате проведения реорганизации хозяйств, перераспределения земель между новыми сельскохозяйственными формированиями, изменения структуры земельных угодий была нарушена система севооборотов, проектирования размещения лесополос, автодорог и других объектов, и как

следствие во многих хозяйствах отсутствует рациональная структура посевных площадей. В настоящее время только 17% коллективных сельскохозяйственных предприятий и 26% фермерских хозяйств имеют проекты внутрихозяйственного землеустройства, в остальных хозяйствах организация территории ведется хаотично, без всякой системы.

За последние 10 лет внутрихозяйственное землеустройство проведено только в 218 коллективных хозяйствах, предусмотренных программой. В 2003 году составление проектов землеустройства началось только со второго полугодия после выделения средств из республиканского бюджета Республики Татарстан.

Кабинетом Министров Республики Татарстан в апреле 2008 года было повторно принято постановление № 216 и утверждена Комплексная программа повышения плодородия почв и защита их от эрозии в Республике Татарстан на 2009 - 2015 годы, в которой предусмотрено проведение комплекса противоэрозионных агротехнических, гидротехнических, лесомелиоративных мероприятий, определены необходимые объемы агрохимических работ, применения биологических методов, организационные меры по рациональному использованию почв.

Только при комплексном осуществлении всех мероприятий по охране земель и повышению плодородия почв с учетом требований агроландшафтной системы земледелия в увязке с землеустройством и организацией территорий можно обеспечить максимальный эффект по рациональному использованию земель и окружающей среды.

## **2. Программа, объекты и методика исследований**

### **2.2.1 Цель и методика исследований**

#### **Цель исследований**

1. Изучить особенности почвенных и водных условий на балочных склонах и овражных откосах разных экспозиций.
2. Оценить состояния защитных лесных фитоценозов в овражно – балочных системах и предложить способы их ускоренного формирования.

#### **Методика исследований:**

Объектами нашего исследования являются защитные лесные насаждения на балочных склонах световых и теневых экспозиций и фитоценозы, сформировавшиеся на откосах первичных склоновых оврагов. Земли балочных склонов активно использовались в сельскохозяйственном производстве и в настоящее время имеют крайне низкую продуктивность и высокую степень изрезанности оврагами.

1. В 2017 году нами было проведено почвенно-эрозионное картирование участков с отбором почвенных образцов для агрохимического и агрофизического анализов. В образцах, взятых из разрезов, определяли:

- а) Гумус по Тюрину
  - б) Подвижные формы фосфора и калия по Кирсанову.
  - в) Сумма поглощенных оснований по Гедройцу.
  - г) рН солевой вытяжки потенциометрическим методом.
  - д) Степень насыщенности основаниями.
  - е) Максимальная гигроскопическая влага весовым способом.
  - ж) Мертвый запас влаги по максимальной гигроскопии.
  - з) Объемная масса почвы буровым методом Н.И. Качинского.
2. Влажность почвы в слое 0-100 см весовым методом.

3. Агрохимический анализ почвы проводили в слое 0-20 см.:
- гумус по Тюрину,
  - подвижный фосфор ( $P_2O_5$ ) и обменный калий ( $K_2O$ ) по Кирсанову (фосфор-калориметрически, калий-пламенно-фотометрически),
  - рН солевой вытяжки (потенциометрически),
  - гидролитическую кислотность по Каппену, сумму поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу.
4. Определение высоты растений путем измерения растений на пробных площадях.
5. Определение количества живых растений путем пересчета на пробных площадях.
6. Обследование защитных лесных насаждений на овражно - балочных землях проводились нами маршрутным методом и по материалам обследований РЦК «Земля»;
7. Ассортимент древесных и кустарниковых пород подбирался исходя из лесорастительных условий конкретных склонов с учетом полученных нами результатов обследования заросших склонов балок и откосов оврагов.

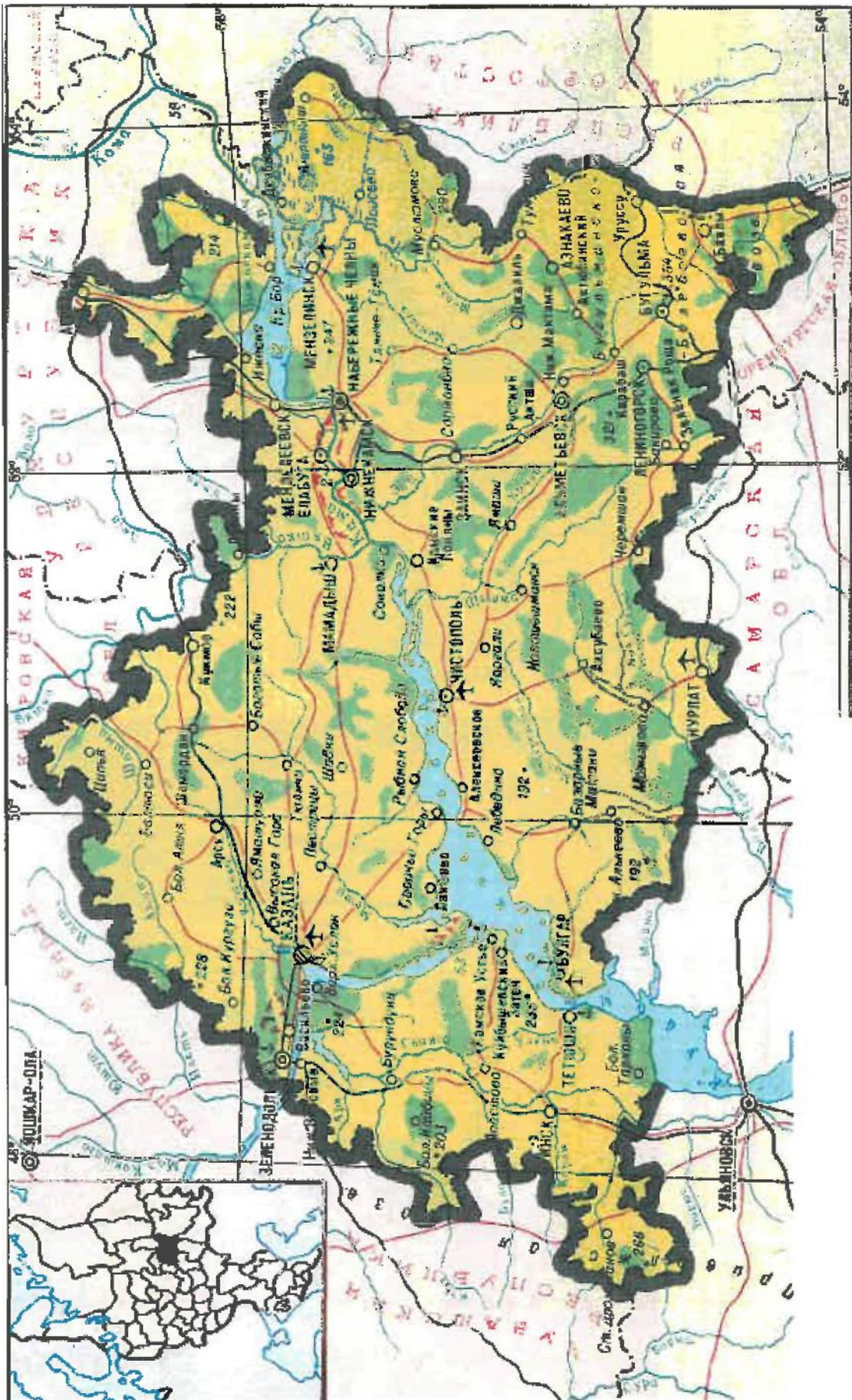
### 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА

#### 3.1 Физико - географическое расположение района исследования.

Республика Татарстан занимает выгодное геополитическое положение на востоке европейской части России в месте слияния двух крупнейших рек Волги и Камы между 47° и 54° северной широты и 54° и 57° восточной долготы (рис.3.1.1).

Республика граничит на севере с Кировской областью и Удмуртской Республикой, на востоке - с Республикой Башкортостан, на западе с Республикой Чувашия, на юге с Ульяновской, Самарской и Оренбургской областями, на северо-западе - с Республикой Марий-Эл. Протяженность территории РТ с севера на юг 265-290 км, с запада на восток - 425-460 км. Площадь РТ составляет 67,8 тыс. км<sup>2</sup>, или около 0,4% территории Российской Федерации и около 7% территории Приволжского федерального округа. Республика разделена на 43 муниципальных района, имеет 14 городов республиканского значения.

Предкамье с максимальными высотами 276 м занимает северо-восточную часть Приволжской возвышенности и расположено на юго-западе республики. Среднегодовое количество осадков в Предкамье Республики по многолетним данным составляет 468 мм. Осадки, выпадающие с ноября по март, к периоду начала снеготаяния составляет, в среднем, 130-135 мм (30% от годовой суммы осадков).



### 3.2 Климат.

Территория республики характеризуется умеренно - континентальным типом климата средних широт с теплым летом и умеренно холодной зимой.

Климатические различия в пределах республики сравнительно небольшие. Продолжительность теплого периода (с устойчивой температурой воздуха выше 0°) колеблется по территории в пределах 198 -209 дней, холодного - 156 - 167 дней. Вследствие удаленности от морских и океанических влияний территория республики характеризуется ослаблением западного переноса воздушных масс и усилением континентальности климата, что проявляется удлинением зимы, сокращением переходных периодов, увеличением морозоопасности в начале и конце лета и т.д. переход средней суточной температуры воздуха через +5°С весной происходит к середине апреля, а осенью к середине октября. Первые заморозки отмечаются 10 — 28 сентября, последние 10-21 мая. Даты устойчивого перехода температуры через отметку +10°С весной приходятся на первую декаду мая, осенью - на вторую декаду сентября. Средняя продолжительность безморозного периода между датами последнего заморозка весной и первого заморозка осенью изменяется по территории в широких пределах - от 106 до 150 дней. Отклонения от средних значений в отдельные годы могут достигать 30-40 дней и более.

Природно-климатические условия в целом благоприятны для произрастания лесной растительности, но резкие отклонения погодных условий в отдельные годы от средних показателей - засушливые периоды, ухудшающие условия для прорастания семян и развития всходов, поздние весенние и ранние осенние заморозки, значительно сокращают период активной вегетации.

Осадки по территории распределяются сравнительно равномерно, среднегодовое количество осадков составляет 460 - 540 мм. В тёплый период (выше 0°С) выпадает 65 - 75% годовой суммы осадков. Максимум осадков приходится на июль (51 - 65 мм), минимум — на февраль (21 - 27 мм).

Больше всего увлажняется осадками Предкамье и Предволжье, меньше всего — запад Закамья.

Снежный покров образуется после середины ноября, его таяние происходит в первой половине апреля. Продолжительность снежного покрова составляет 140-150 дней в году, средняя высота — 35-45 см.

### 3.3 Рельеф и гидрология

Республика Татарстан расположена на востоке Русской равнины и представляет собой всхолмленную полого - возвышенную равнину, расчлененную густой сетью долин, болот, оврагов, что характерно в целом для Волго-Вятского региона.

Главные водоразделы в Предкамье расположены на высоте 200 - 220 м. Устройство поверхности земли характеризуется сочетанием разновысотных и различных по генезису поверхностей. На территории республики выделяются три денудационные поверхности. По характеру слагаемых пород рельеф республики имеет двухъярусное строение. Глубина эрозионного расчленения территории (глубина местных базисов эрозии) находится в прямой зависимости от высотного положения. Минимальные глубины эрозионного расчленения приурочены к некоторым участкам долин крупных и средних рек и не имеют широкого распространения. Различие в простирании рек, расчленяющих территорию республики, обусловило разницу в экспозиции склонов. В Предкамье республики наиболее широко развиты склоны западной и восточной экспозиций, основная крутизна распаханых склонов составляет по республике 2-10°.

Рельеф Республики Татарстан - равнинный, 9/10 территории лежит на высоте не более 200 м над уровнем моря. Татарстан расположен в том месте, где лесная зона постепенно переходит в лесостепь. Лесами покрыто 16% территории республики. Остальная часть территории занята полями, лугами и водоемами.

Рельеф территории исследуемого объекта представлен слабоволнистой равниной расчлененной долинами ручьев с севера на юг. Основными

элементами являются равнины, приводораздельные склоны и долины гидрографических сетей. Склоны характеризуются различной крутизной и протяженностью. Глубина местного базиса эрозии достигает 92 м, коэффициент расчлененности территории - 2,2. Преобладающая крутизна 2 - 3° и 3-5°.

Пойма, местами, и низкие надпойменные террасы Волги и Камы заполнены водами Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ. Минимальная для всего Татарстана отметка абсолютных высот (53 м) характеризует уровень Куйбышевского водохранилища. Таким образом, общая амплитуда высот всей поверхности рельефа составляет 328 м. Возвышенности и низменности осложнены комплексами малых форм - следствием эрозионных, карстовых, оползневых и других процессов.

Общая площадь водоемов РТ составляет около 5,2% всей территории. По территории республики из крупных рек протекают Волга (в пределах республики - 177 км), Кама (380 км), Белая (около 50 км), Вятка (около 60 км), их притоки - Свияга, Ик, Иж, Мёша, Шешма и другие малые и средние реки. Общая протяжённость рек и малых водотоков составляет 19,6 тыс. км. Средних и малых рек насчитывается порядка 9965 единиц. Самые крупные водохранилища - Куйбышевское (в пределах республики - 3120 кв. км) и Нижнекамское (1084 кв. км).

Гидрографическая сеть землепользования «Чулпан» представлена речкой Солонкой и многочисленными ручьями родникового происхождения. По данным обследования института Татгипроводхоз грунтовые воды залегают на глубине 4 - 5 м. По территории хозяйства протекают безымянные ручьи, имеют постоянный водоток, питание их в меженный период ключевое. По ручьям сооружены временные и капитальные пруды.

#### 3.4 Геологическое строение и почвообразующие породы.

Основная часть территории Республики Татарстан с поверхности сложена верхнепермскими образованиями казанского и татарского ярусов; на юго-западе - верхнеюрскими и меловыми отложениями; вдоль древних речных

долин распространены преимущественно неогеновые и четвертичные отложения. Склоны речных долин и водоразделов расчленены оврагами и балками.

### 3.5 Почвы и растительность региона

Почвы республики отличаются большим разнообразием - от серых лесных и подзолистых на севере и западе до различных видов чернозёмов на юге республики. Выделяются три почвенных района:

Северный (Предкамье) — наиболее распространены светло-серые лесные (29%) и дерново-подзолистые (21%), находящиеся главным образом на водораздельных плато и верхних частях склонов. 18,3% процента занимают серые и тёмно-серые лесные почвы. На возвышенностях и холмах встречаются дерновые почвы. 22,5% занимают смытые почвы, пойменные — 6 - 7%, болотные — около 2%. В ряде районов (Балтасинский, Кукморский, Мамадышский ) сильна эрозия, которой подвержено до 40% территории.

Западный (Предволжье) — в северной части преобладают лесостепные почвы (51,7%), серые и тёмно-серые (32,7%). Значительную площадь занимают оподзоленные и выщелоченные чернозёмы. Высокие участки района заняты светло-серыми и дерново-подзолистыми почвами (12%). Пойменные почвы занимают 6,5%, болотные — 1,2%. На юго-западе района распространены чернозёмы (преобладают выщелоченные).

Юго - восточный (Закамье) — к западу от Шешмы преобладают выщелоченные и обыкновенные чернозёмы, правобережье Малого Черемшана занято тёмно-серыми почвами. К востоку от Шешмы преобладают серые лесные и чернозёмные почвы, в северной части района — выщелоченные чернозёмы. Возвышения заняты лесостепными почвами, низменности — чернозёмами.

Почвенный покров Предкамья довольно разнообразен. Преобладающими типами почв являются серые лесные (63,8%), в том числе светло - серые (29,2%). Серые и темно - серые лесные почвы составляет 18,3%; дерново — подзолистые - 20,7%; коричневые и коричнево - серые -13,3%.

Высогорский район относится к бореальной ландшафтной зоне, широколиственнолесной и подтаежной ландшафтной подзоне, регионы № 23 и № 25.

Нижнемешинский (23) возвышенный район со Среднерусско-волжскими широколиственными (липово-дубовыми) с елью неморальнотравяными лесами на светло-серых лесных, дерново-подзолистых и серых лесных почвах.

Казанский (25) возвышенный район с Приуральскими сосново-еловыми (доминирование культур ели и сосны) и широколиственно-еловыми неморальнотравяными, фрагментами широколиственных (с липой и дубом) лесами на светло-серых лесных и дерново-подзолистых почвах.

Предкамье относится к подзоне южной тайги с характерными для нее смешанными широколиственно - хвойными лесами.

Древесная растительность сформирована как из отдельно стоящих деревьев, зарослей, кустарников, так и из массивов леса и комплексов защитных лесных насаждений.

Экспедицией «Волгогипрозема» в 1976 году был сделан следующий вывод: «Ранее созданные лесные культуры в настоящее время имеют в целом хорошее состояние и в лесоводственных мерах ухода не нуждаются. На территории землепользования можно выращивать защитные лесонасаждения с разнообразным ассортиментом древесных и кустарниковых пород».

#### 4.ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В РТ.

По данным Минсельхозпрода РТ по состоянию на 01.01.2017, в целях повышения плодородия почв и восстановления в них баланса жизненно важных химических элементов в 2017 г. под урожай 2018 г. внесено минеральных удобрений на площади 2527,2 тыс. га и органических удобрений - 183,15 тыс. га, проведено известкованные кислых почв на площади 138,056 тыс. га (на 17,02 тыс. га меньше по сравнению с 2016 г.).

Площадь земель, обработанных с применением противозрозионных орудий, составила 785,5444 тыс. га, в том числе:

- Вспашка поперек склона на площади 133,642 тыс. га;
- Чизельная обработка на площади 48,134 тыс. га;
- Безотвальная обработка на площади 595, 268 тыс. га и так далее.

Для борьбы с водной эрозией на землях сельскохозяйственного назначения построено 9 водозаборных сооружений, являющихся сложными гидротехническими сооружениями (2016 г- 9 сложных гидротехнических сооружений), 97 распылителей стока и 281 водозадерживающий вал (2016 г - 103 распылителей стока и 228 водозадерживающих валов), являющихся простейшими гидротехническими сооружениями; создано 1794 плетневых запрудов (2017 г. - 2119 плетневых запруда), выполнено террасирование крутосколнов на площади 322 га (2016г. - 768 га), выполнены природоохранные мероприятия в водоохраных зонах рек, а именно проведено облесение водоохраных зон на площади 171,0 га и осуществлен вынос 39 загрязняющих объектов за пределы водоохраной зоны, проведено обвалование 142 загрязняющих объектов, организовано расчистка 567 родников; залужено 10587 га пашни, деградированной вследствие заболачивания, переувлажнения, засоления, загрязнения и каменистости в естественные кормовые угодья; залужено водоохраных зон на площади — 1301 га.

Всего в 2017 г. на деградированных землях сельскохозяйственного назначения создано защитных лесных насаждений на площади 2,3 тыс. га (табл. 4.1 и рис. 4.1), в том числе: по титулу Минсельхозпрода РТ лесомелиоративные работы проведены на площади 1088 га, в т. ч. овражно - балочные насаждения на площади 0,7 тыс га

В рамках реализации мероприятий, определенных постановлением Кабинета Министров РТ от 26.08.2002 № 506 «Об эффективном использовании земель в Республике Татарстан» выполнены мероприятия по созданию защитных лесных насаждений (противозрозионных, овражно-

балочных, придорожных) на площади 1204,15 га с финансированием из бюджета РТ по титулу «Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан» в объеме 26,36 млн. руб.

Таблица 4.1

Динамика создания защитных лесонасаждений в Республике Татарстан, га.

Года	Создано ЗЛП по годам	Облесенность пашни, %
1997	1400	Всего за 7 лет - 2,7
1998	1424	
1999	1353	
2000	1666	
2001	1771	
2002	2327	
2003	1469	
2004	2175	Всего за 6 лет-3,5
2005	1962	
2006	1212	
2007	1596	
2008	2277,5	
2009	2292	
<b>Всего с 1997 года</b>	<b>22924,5</b>	-

По данным Минлесхоза РТ в 2017 году подведомственными предприятиями ГБУ «Лес» по договорам с Минэкологии и природных ресурсов РТ выполнены работы на площади 659 га, из них террасирование крутосклонов на площади 61,0 га и водоохраной зоне малых рек - 195 га. Динамика создания защитных лесонасаждений за период 1997-2009гг. представлена на рис. 4.1

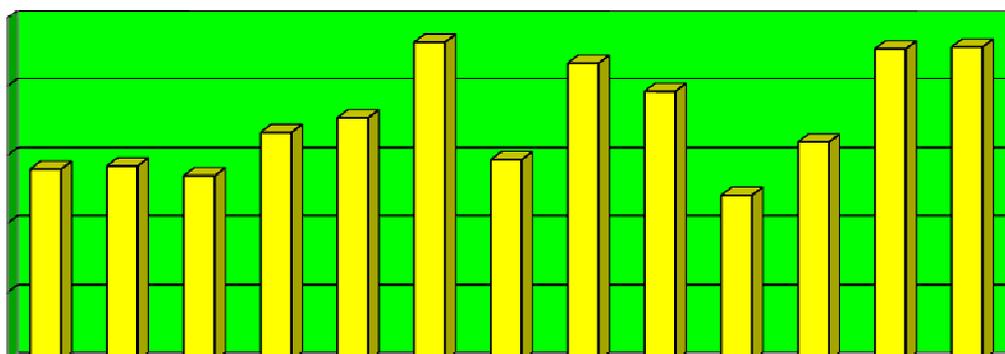


Рис. 4.1. Динамика создания защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения Республики Татарстан за период с 1997-2009гг., га

Почвенный покров земель сельскохозяйственного назначения Республики Татарстан представлен сочетаниями различных типов, подтипов, видов и разновидностей почвенных разностей. Разнообразие структуры почвенного покрова обусловлено сложностью условий почвообразования, особенностями почвообразующих пород, природно - климатическими условиями. Состояние почвенного покрова сельскохозяйственных предприятий представлено в табл. 4.2

Таблица 4.2

Структура почвенного покрова земель сельскохозяйственного назначения по годам, тыс. га.

Типы почв	2002 год	2009 год
Дерново-подзолистые	292,2	292,2
Дерново-карбонатные/ Серые лесные	126,9/1620,2	126,9/1617,8
Коричнево-серые	291,1	291,1
Черноземы	1741,3	1731,2
Другие почвы	302,0	302,0
Площадь земель сельхозназначения	4373,6	4654,4

Почвы РТ имеют преимущественно тяжелый механический состав. Глинистые и тяжелосуглинистые разновидности составляют 85,1%, лишь в северной части республики распространены наибольшие массивы супесчаных, песчаных, дерновоподзолистых почв — занимают 2,5% территории. При использовании такие почвы склонны к технологическому переуплотнению и утрате комковато - зернистой структуры, что приводит к ухудшению водных свойств, воздушного теплового режимов, усилению эрозии.

Одной их природных особенностей почв РТ является постоянное снижение содержания гумуса в пахотном слое в различных типах почв, что характеризует их как постоянное внимание к поддержанию баланса гумуса, с учетом приходной и расходной части. Особенностью гумуса почв РТ является их слабая подвижность, пониженная биологическая активность. При относительно высоком содержании гумуса (в среднем по республике 4,9%)

все типы и подтипы почв, особенно черноземы, имеют естественный укороченный профиль - серые лесные 28 - 31 см, черноземы 40 - 65 см.

Между тем, анализ данных, полученных в результате исследований агрохимического состояния почв РТ Центра «Агрохимсервис» на протяжении ряда последних лет показывает на снижение гумуса в почвах республики

Таблица 4.3

Содержание гумуса и мощность гумусового горизонта в почвах РТ на 2002 г.

Почвенные разновидности	Содержание гумуса в %	Мощность плодородного слоя, м	Запас гумуса, т/га
Чернозем типичный выщелоченный среднетощный	9,8	0,28	315,6
Чернозем оподзоленный среднегумусный среднетощный	3,5-7,4	0,28-0,54	227,9
Темно-серая лесная	3Д-5,7	0,26-0,35	145,2
Среднереспубликанское значение	4,9	0,35-0,50	142,0

Таблица 4.4

Содержание гумуса и мощность гумусового горизонта в почвах РТ на 2017г.

Почвенные разновидности	Содержание гумуса в %	Мощность плодородного слоя, м	Запас гумуса,
Чернозем типичный среднегумусный среднетощный	9,8	0,54	498,6
Чернозем оподзоленный среднегумусный среднетощный	7,4	0,46	227,9
Темно-серая лесная	5,7	0,33	145,2
Дерново-слабоподзолистая	2,8	0,26	110,6
Среднереспубликанское значение	4,9	0,35-0,50	142,0

Анализ данных, представленных Минсельхозпродом РТ, показывает на снижение гумуса в почвах республики (табл. 4.3 и табл. 4.4).

Сведения о качественной характеристике пашни сельхозпредприятий по  
состоянию на 01.01.2017

	Балл экон. оценки земли (бонитет почвы)	Содержание гумуса	Наличие пашни, подверженной эрозии, %	Распаханность сельхозугодий, %	Облесенность пашни, %
РТ	31,2	4,9	42,0	76,6	3,5

Почвы отличаются большим разнообразием — от серых лесных и подзолистых на севере и западе до различных видов черноземов на юге и юго - востоке республики (32% площади).

## 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 5.1 Состояние защитных лесных насаждений на овражно-балочных землях разных экспозиций.

Среди Республик и областей Среднего Поволжья территория Республики Татарстан в настоящее время наиболее малолесная (лесистость 18,1%).

Для стабилизации земледелия РТ оптимальную лесистость необходимо довести на первом этапе до 25- 30%.

Для РТ в целом характерен высокий уровень распаханности территории — свыше 75%, при крайне низкой облесенности пашни- 2,2%.

На территории РТ начиная с 1970 года были развернуты исследования по изучению рядности и породного состава лесных полос для условий зоны Предкамья.

В настоящее время создание придорожных лесных полос являются основной частью защитных насаждений, создаваемых в РТ. Защитные придорожные насаждения формируются из таких пород, как сосна обыкновенная, береза бородавчатая, ель европейская. В последние годы чаще включают в состав защитных насаждений лиственницу, которая имеет высокое почвозащитное и эстетическое значение.

В Предкамье для создания защитных насаждений используют сосну, что несет пожарную опасность, а также часто поражаются корневой губкой. Также в молодом возрасте сосновые насаждения страдают от снеголома, что отрицательно сказывается на долголетии этих полос.

Еще в 1996 году были начаты 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.

В настоящее время из сельскохозяйственного пользования Предкамья выведено более 25% площади земель сельскохозяйственного пользования. Они переведены в категорию деградированных земель, 70% площади которых эродированы в разной степени, а почвенный покров беден питательными веществами, в первую очередь азотом, из-за плоскостного смыва.

Деградированные земли являются элементом природного и антропогенного комплекса, характеризуются большим разнообразием экологических условий. Проведение лесопосадочных работ на этих землях требует индивидуального подхода к каждому участку, подбора пород.

На территории зоны Предкамья значительно развита овражная эрозия разной степени развития.

Рациональное использование деградированных земель, защита почвы от эрозии требуют внедрения научно-обоснованного лесомелиоративного комплекса на склоновых землях.

Насаждения на деградированных склонах зачастую погибают в течение 5-7 лет после посадки, что связано с тем, что лесомелиоративные работы на деградированных землях проводят без учета комплекса условий

характеризующих конкретные участки и, в первую очередь, экспозиции склона.

На двух противоположных по экспозиции балочных склонах складываются различные лесорастительные условия. Северные склоны балок, более пологие и длинные (их протяженность составляет в зоне Предкмыя 630 метров). Южные берега балок, короткие, крутые и крайне бедны растительностью.

Балочные склоны, в связи с их активным использованием до 1983 года в сельскохозяйственном производстве: северный – под пашню, южный – под пастбища, изрезаны оврагами разной степени развития.

После выведения балок из сельскохозяйственного пользования на ее берегах были проведены лесомелиоративные мероприятия.

На склонах высаживали лесные полосы из березы повислой и сосны обыкновенной. Были проведены попытки проведения сплошного облесения, что не дало положительных результатов из-за сильной смывости, крайней сухости почв и практически полного отсутствия снежного покрова зимой.

Лесные фитоценозы улучшают эстетическую обстановку, повышают лесистость района, украшают и облагораживают землю и окружающую природу.

## **5.2 Особенности почвенно-гидрологических условий овражно-балочных систем.**

Успех рационального использования площадей определяют, в конечном итоге, абсолютные величины запасов питательных веществ и водно-физические свойства. Поэтому в процессе исследований нами отбирались образцы для анализов на балочных склонах и овражных откосах. Проведенное сравнение полученных результатов показало, что оптимальными лесорастительными свойствами в пределах одной овражно-балочной системы обладают почвы балочных склонов теневых экспозиций, а

почвы с минимальным запасом питательных веществ и влаги расположены на откосах действующих оврагов.

Мощность гумусового горизонта увеличивается по мере формирования откоса. Согласно нашим исследованиям, гумусовый горизонт начинает формироваться от начала III стадии оврагообразования. По литературным данным (Гавриленко Л.Н., 1976; Знаменская А.П., 1975; Зыков И.Г., 1976; Михович А.И., 1976; Калиниченко Н.П., Ильинский В.И., 1976) и нашим исследованиям, результаты которых приведены в таблице 2.1. видно, что: на откосе IIIa стадии развития мощность гумусового горизонта равна 1 см, IIIб - 8 см, IV- 10 см, а на берегу балки - 22 см.

Таблица 5.1

Характеристика почв откосов различных стадий развития по морфологическим в зоне Предкамья РТ

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Морфологические признаки
Откос оврага IIIa стадии развития, северо-восточной экспозиции, крутизна 35		
A1	0-1	Светло-серый, бесструктурный, тяжелосуглинистый, переход в следующий горизонт резкий
C1	1-21	Буровато-коричневый с многочисленными охристыми пятнами, бесструктурный, рыхлый, с корнями, переход ровный, заметный
C2	21-57	Коричневый с многочисленными охристыми и черными пятнами, бесструктурный, с корнями, уплотненный, переход волнистый, заметный
C3	57-100	Светло-коричневый с белесыми пятнами, среднесуглинистый, бесструктурный, уплотненный, корней мало
Откос оврага IIIб стадии развития, северо-восточной экспозиции, крутизна 31		
A1	0-8	Серый, суглинистый, уплотненный, зернисто-пылеватый, с бурыми пятнами, много корней, переход волнистый, резкий
AC	8-31	Буровато-светло-коричневый с многочисленными белесыми прослойками, среднесуглинистый,

		бесструктурный, слегка уплотненный, с корнями, гумусовыми затеками, переход волнистый, резкий
C1	31-72	Темно-буровато-коричневый, среднесуглинистый, непрочно-ореховатый, уплотненный, с корнями, переход волнистый, не резкий
C2	72-100	Коричневато-бурый, среднесуглинистый, бесструктурный, корней мало
Откос оврага IV стадии развития, северо-восточной экспозиции, крутизна 30		
A1	0-10	Серый, среднесуглинистый, комковатый, с бурыми пятнами, рыхлый, с корнями, переход волнистый
AB	10-19	Буровато-коричневый, с гумусовыми затеками и пятнами, среднесуглинистый, уплотненный, комковатый, с корнями, переход заметный
BC	19-37	Коричневато-бурый с гумусовыми и белесыми пятнами, непрочно-ореховатый, среднесуглинистый, уплотненный, переход волнистый, заметный
C1	37-56	Коричневый, неяснопризматический, среднесуглинистый, с корнями, белесыми пятнами, уплотненный, переход ровный, заметный
C2	56-100	Буровато-коричневый, среднесуглинистый, уплотненный, комковатый, корней мало
Берег балки южной экспозиции, крутизна 12		
A1	0-22	Темно-серый, среднесуглинистый, комковато-ореховатый, рыхлый, с кремнеземистой присыпкой, переход волнистый
B1	23-42	Темно-буровато-сероватый, среднесуглинистый, комковатый, рыхлый, с кремнеземистой присыпкой, пористый, переход волнистый
BC	42-74	Коричневато-буроватый, среднесуглинистый, ореховатый, призматический, уплотненный, переход постепенный
C	74-100	Желтовато-коричневый, среднесуглинистый, призматический, уплотненный, пористый, с кротовинами, с 80 см

Результаты исследований показали, что улучшение лесорастительных условий наблюдается по мере перехода от III к IV стадии оврагообразования и достигает максимума на берегах балок.

Овраги I и II стадий развития не могут быть использованы как лесокультурные объекты в связи с тем, что большая их часть представлена обнажениями материнских и подстилающих пород. Овражные откосы IV стадии развития находятся в устойчивом состоянии, поскольку хорошо задернены и также не являются первоочередными объектами лесомелиоративного освоения.

Овраги III стадии находятся в состоянии неустойчивого равновесия и, в первую очередь, после их затухания или выполаживания, могут стать объектами агролесомелиорации.

При изучении агрохимических и водно-физических свойств почв откосов оврагов и балочных склонов выявлены аналогичные закономерности (табл.5.2.).

Таблица 5.2

Агрохимические показатели почв на балочных склонах различных экспозиций и откосах оврагов III стадии развития

Зональные почвы	Овражно-балочные почвы	Горизонт	Мощность, см	pH солевой вытяжки	Гумус, %	Азот общий	Подвижные		Содержание физической глины (менее 0,01 мм)
							K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
<b>Берега балок световых экспозиций</b>									
Серые лесные почвы	Сильно-смытые	A	0-11	5,0	1,18	0,09	8,0	19,4	47,5
		C	18-100	5,3	0,11	0,00	2,8	14,8	54,4
<b>Берега балок теневых экспозиций</b>									
Серые лесные почвы	Средне-смытые	A	0-18	5,2	2,41	0,11	10,4	16,4	46,1
		C	65-100	5,4	0,10	0,01	3,0	14,2	52,4
<b>Откосы оврагов</b>									
Откосы	Неразви-	A	0-4	5,1	0,54	0,04	4,6	12,7	49,7

оврагов	тые	С	4-100	5,2	0,09	0,01	2,5	15,1	51,0
---------	-----	---	-------	-----	------	------	-----	------	------

Результаты исследований показывают, что почвы откосов по агрохимическим показателям также значительно уступают балочным склонам, в них в 3-5 раз меньше гумуса, в 1,5- 2 раза ниже содержание подвижных форм калия и фосфора, что не может не ограничивать их лесопригодность,

Агрохимические показатели почвогрунтов откосов значительно уступают почвам берегов балок по обеспеченности элементами питания, запасы которых повышаются с уменьшением смывости почв и формированием гумусового горизонта.

Однако основным лимитирующим фактором для успешного лесовыращивания на склонах балок является в основном степень их обеспеченности влагой. Наши трехлетние наблюдения за влажностью показали, что на теневых экспозициях балочных склонов запасы влаги на 20-50 % выше, чем на световых (таблица 5.3)

Таблица 5.3

Запасы продуктивной влаги в 50-тисантиметровом слое почвы на балочных склонах (мм)

Год наблюдения	Экспозиция склона		Берег балки
	северная	южная	
2016	109	84	270
2017	117	95	160
2018	168	85	155
В среднем за 3 года	131	88	195

В 2016 г. на берегах балок теневых экспозиций запасы влаги в среднем были на 33 % выше, чем на световых, в 2017 г.- на 27%, в 2018 г. - на 25% , а в среднем за 3 года - на 28 %.

Анализируя показатели почвенного плодородия и обеспеченность их влагой, можно заключить, что почвы балочных склонов разной степени смытости могут быть использованы для выращивания защитных лесных насаждений. Склоны световых экспозиций пригодны для выращивания засухоустойчивых и менее требовательных к плодородию почв древесных породы, а на теневых - более требовательных и быстрорастущих.

### **5.3 Состояние защитных лесных насаждений на овражно-балочных землях при сплошном облесении.**

Нами были заложены 22 пробные площади на двух присетевых участках водосбора сложной конфигурации площадью 14 и 5 гектаров.

ПУ 1 имеет площадь 14 га и находится в составе облесенного водосбора, на полевой территории которого был проведен комплекс лесомелиоративных работ. В качестве стокорегулирующих рубежей при организации полевой территории водосбора созданы 3-х рядные лесные полосы из березы бородавчатой. Ширина лесных полос 7.5 м, посаженных в 1994г.

Ширина полос принята на основе учета регулирования стока до 10% - обеспеченности и кратности ширины захвата сельскохозяйственных орудий. Расстояние между лесными полосами от 100 до 250 м.

На ПУ 1 в 2002 году были проведено сплошное облесение по бороздам. Высажены рядами ель и береза в соотношении 5 рядов ели, 3 ряда березы.

В первые годы существования насаждений произошла гибель ели более чем на 50%. 2004-2005 годах были проведены дополнения полос лиственницей сибирской, сосной обыкновенной, рябиной и спиреей средней.

В качестве контрольного участка мы заложили ПУ2 площадью 5 га с теми же характеристиками, но без защитных лесных насаждений на полевой территории. На ПУ2 в 1999 году была заложена лесополоса из ели колючей по типу прибалочной, которая в 2003 году полностью погибла. В настоящее

время на ПУ2 присутствуют 3 группы из березы бородавчатой по 3-7 деревьев в группе, выросшей самосевом в бороздах погибшей полосы.

Эффективность лесомелиоративных насаждений состоит прежде всего в сохранении и повышении плодородия почв, что связано с уменьшением степени выноса питательных веществ из почвы, смыва и размыва ее.

Нашими исследованиями установлено, что лесные насаждения оказывают существенное влияние на формирование снежного покрова.

В течение зимы и перед снеготаянием на пробных площадях в различных частях склонов определялась высота снежного покрова и его плотность

Таблица 5.4

### Формирование снежного покрова

Варианты	Параметры	Январь, 5.01.17				Перед снеготаянием, 10.03.17				Среднее за зимний период
		Части склона			В сред.	Части склона			В сред.	
		верх-няя	сред-няя	ниж-няя		верх-няя	сред-няя	ниж-няя		
Склон без защитных лесных насаждений	Н, см	22,0	36,5	53,1	37,2	51,5	69,5	77,8	66,3	51,7
	d, г/см	0,21	0,21	0,27	0,23	0,18	0,19	0,26	0,21	0,22
	V, мм	46,2	76,6	143,4	88,7	92,7	132,1	202,2	139,2	113,8
Облесенный участок	Н, см	51,5	50,5	51,5	51,2	89,6	72,3	62,8	75,6	63,4
	d, г/см	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,24	0,24
	V, мм	118,4	116,1	118,5	117,6	215,0	173,5	157,1	181,8	152,1
Изменение значений за счет влияния полос	Н, см	+29,5	+14,0	-1,6	+14,0	+38,1	+2,8	-15,0	+9,3	+11,7
	d, г/см	+0,0	+0,0	-0,0	0	+0,06	+0,0	-0,0	+0,03	+0,02

		2	2	4			5	1		
	V, мм	+	+	-	+	+	+	-	+	+
		72,	39,	24,	28,9	122,	41,	45,	42,6	38,3
		2	5	9		3	4	1		

Примечание: Н – высота снега, см;  
d – плотность снега, г/см  
V – запасы воды в снеге, мм

Данные показывают, что на снегоотложение влияет много различных факторов, в том числе и рельеф территории. При движении по склону сверху вниз максимальная высота снежного покрова и запасы воды наблюдаются в нижней части склона (табл. 5.4).

Как показали результаты наших исследований, на склонах без лесополос запасы снега значительно меньше (51,7 см), по сравнению с облесенными участками (63,4 см) соответственно (табл. 5.4).

Анализ распределения снега на открытом склоне показало, что его меньшее количество накапливалось ближе к водоразделу и толщина снежного покрова увеличивается к нижней части склона (рис.5.1)

В распределении снега на облесенном участке наблюдается равномерность снежного покрова по всей длине склона. Максимальное количество снега накапливалось в защитных насаждениях, где деревья достигли максимального развития (рис.5.2).

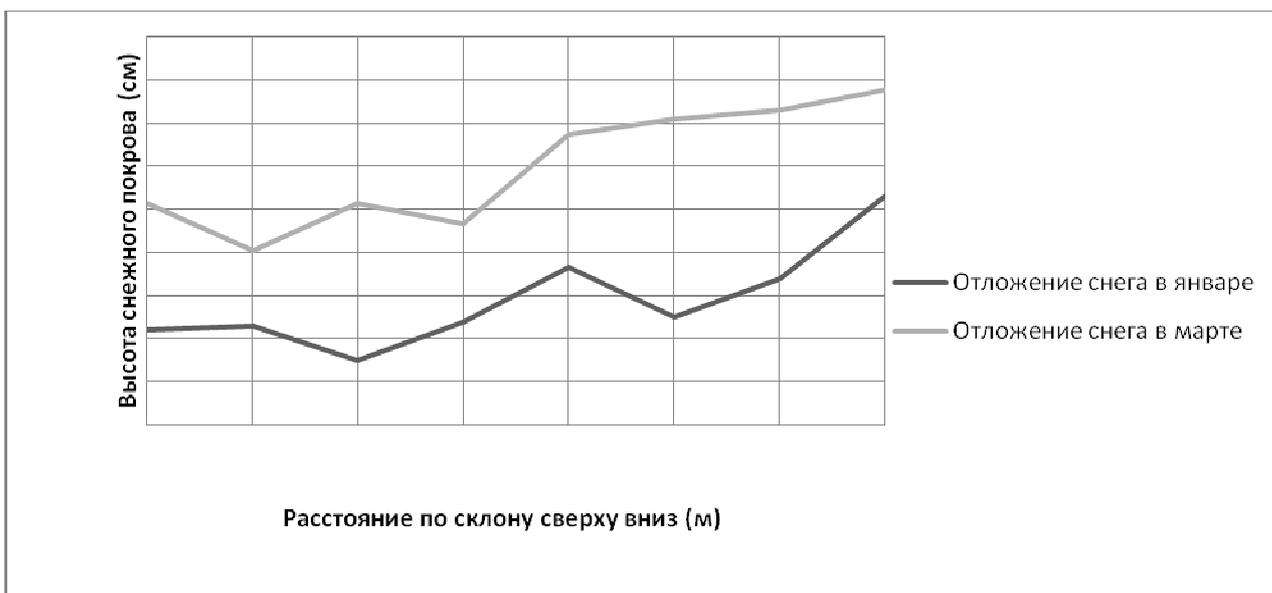


Рисунок 5. 1- Отложение снега на склонах без лесополос

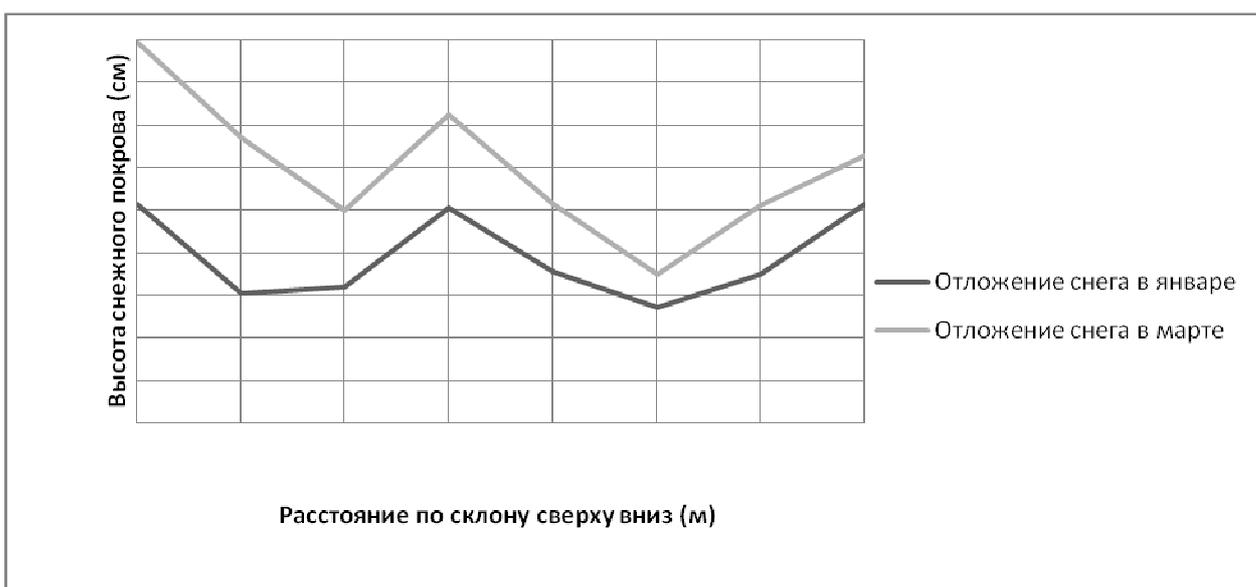


Рисунок 5. 2 - Отложение снега на облесенном склоне

Следует отметить, что снежный покров на открытом склоне полностью зависит от рельефа и направления ветра, при этом его значительная часть сдувается в гидрографическую сеть, что приводит к безвозвратной потере влаги осенне-зимних. Наличие защитных насаждений позволяет накопить

большое количество снега, и он равномерно отлагается на всей площади склона.

Весеннее промачивание почвы находится в прямой связи с характером залегания и мощностью снегового покрова. Под влиянием полос высота снегового покрова на полях возрастает по сравнению с открытой степью.

Чем ближе к полосе, тем высота снегового покрова больше. В соответствии с этим изменяется и влажность почвы.

Лесные полосы способствуют и более продуктивному расходованию запасов почвенной влаги, так как понижают испарение.

В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения накопление и сбережение всех видов осадков имеет важнейшее значение в повышении продуктивности склоновых земель

Мы определяли запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на открытом склоне и в системе лесных полос дважды в сезон (май, август).

Таблица 5.5

Влияние лесных полос на накопление продуктивной влаги (мм)

Варианты	2015		2016		2017		2018	
	I	II	I	II	I	II	I	II
На открытом склоне								
0-20	23,2	14,9	24,3	19,8	25,2	15,7	20,7	15,8
0-50	68,9	53,8	63,2	42,3	67,5	44,3	50,1	38,6
0-100	135,0	99,2	126,3	86,4	116,3	106,8	95,3	85,5
На облесенном склоне								
0-20	32,9	22,3	31,4	27,1	33,6	28,3	32,4	36,2
0-50	92,6	72,3	85,6	65,7	89,1	68,3	88,2	68,8
0-100	162,5	137,8	154,4	128,0	150,2	145,1,	135,8	115,0
Накопление влаги от действия лесополос								
0-20	+9,7	+7,4	+7,1	+7,3	+8,4	+12,6	+11,7	+20,4

0-50	+23,7	+18,5	+22,4	+23,4	+21,6	+24,0	+37,1	+30,2
0-100	+27,5	+38,6	+28,1	+31,6	+13,9	+38,3	+40,5	+29,5

Примечание: I – первая декада мая, II – третья декада августа

В 2015 году запасы влаги в метровом слое почвы были максимальными по сравнению с последующими годами, что можно объяснить накоплением зимних и обильным выпадением весенних осадков, что можно объяснить проведением в 2014 году дополнений в лесных насаждениях.

На открытом склоне запасы влаги в первой декаде мая были ниже на 27,5 мм, чем в системе лесополос. Высокая температура воздуха в течение летнего периода привела к увеличению этой разницы до 38,6 мм к третьей декаде августа.

В 2016 году весенние запасы продуктивной влаги составляли на открытом склоне 126,3 мм, что соответствует удовлетворительному уровню, а на облесенном склоне 154,4 мм (хороший уровень). Осадков в мае выпало лишь 24,1% от нормы, в июне и июле тоже ниже нормы соответственно – 82,5 и 50,7% от нормы, что сопровождалось высокими температурами воздуха.

К третьей декаде августа запасы продуктивной влаги сократились на 40,0 мм на открытом склоне и на 26,4 мм на облесенном склоне.

Несмотря на то, что климатические условия 2017 и 2018 годов были близкими по значениям 2016 года, формирование запасов продуктивной влаги имело существенные различия. Так, в мае 2017 года влажность почвы составила 116,3 мм на открытом склоне и 150,2 мм на облесенном склоне. К августу запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на облесенном склоне была выше на 38,3 мм, чем на открытом склоне.

Условия недостаточного увлажнения осенне-зимнего периода 2017-2018 годов привели к тому, что весенние запасы влаги были ниже осенних. Однако на облесенном склоне влажность почвы была достаточной и превышала аналогичный показатель открытого склона на 40,5 мм.

Климатические условия вегетационного периода 2018 года привели к снижению запасов продуктивной влаги до удовлетворительного уровня в системе лесных полос и до плохого уровня на открытом склоне

Нами установлено, что в системе защитных лесополос запасы продуктивной влаги превышали участки на открытом склоне на 13,9-40,5 мм в весенний период и на 29,5-38,6 мм во второй половине лета.

#### **5.4 Влияние защитных лесных насаждений на динамику основных элементов питания**

Проведение аналитических анализов почвенного покрова на пробных площадях показало, что более благоприятный пищевой режим складывался на облесенном склоне (табл. 5.6), где создается лучшая обеспеченность растений основными элементами питания как весной, так и в течение вегетационного периода.

Содержание нитратов в почве открытого склона, было на более низком уровне, чем на облесенном склоне.

Таблица 5.6

**Влияние защитных лесных полос на динамику питательных веществ в почве (2018 г)**

Варианты	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг		K <sub>2</sub> O, мг/кг	
	Май	Август	Май	Август	Май	Август
На открытом склоне	5,6	3,5	134,3	121,5	92,7	84,0
На облесенном склоне	7,4	4,4	91,6	92,3	82,6	77,5
Изменения за счет действия лесных полос	+1,8	+0,9	-42,7	-29,2	-10,1	-6,5

Динамика азота нитратов зависит от условий окружающей среды, в первую очередь влажности почвы. Следовательно, на динамику  $N-NO_3$  влияют лесные насаждения

Содержание обменного калия на ПУ1 было подвержено меньшим колебаниям, а его количество в пахотном слое почвы соответствовало среднему уровню.

На открытом склоне содержание обменного калия в почве было подвержено большим колебаниям и его количество соответствовало повышенному уровню.

На облесенном склоне влажность почвы была выше, чем на открытом склоне, что объясняет несколько меньшее содержание обменного калия в почве.

Из-за складывающихся на открытых склонах засушливых условий обменный калий переходит в недоступные для растений формы.

Аналогичная картина наблюдалась с содержанием подвижного фосфора в почве на открытом склоне, где под влиянием недостатка влаги и пересыхания верхних слоев почвы происходит его накопление.

Можно заключить, что на склоновых землях динамика питательных веществ в почве зависит от складывающихся погодных условий и степени обустроенности ландшафта.

### **5.5 Влияние полезащитных лесных насаждений на вынос элементов питания при стоке.**

Лесополосы являются идеальной системой, предотвращающей не только эрозионные процессы, но и вынос элементов питания из пахотного слоя почвы с поверхностным плоскостным стоком

Выявлено, что лесополосы могут ограничить распространение ряда химических соединений. Они играют роль агрогеохимического барьера, предотвращают вынос удобрений в гидрографическую сеть. Насаждения становятся «экологическими насосами», а также барьером на пути выноса

химических элементов за счет формирования сорбционного комплекса почвы под лесополосами. Это происходит за счет хорошо развитой корневой системы, и задача лесовода создать и подобрать условия для развития ризосферы.

Нами был проведен отбор и анализ талых вод при стоке с полей облесенного ПУ1 и необлесенного водосбора ПУ2 (таблица 5.7).

Таблица 5.7

Влияние лесных полос на вынос элементов питания, 2016-2018 гг.

Варианты	Вынос питательных веществ (кг/га) с жидким стоком		
	NO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Необлесенный водосбор	2,06	9,72	0,30
Облесенный водосбор	0,74	5,31	0,05
Изменения за счет влияния лесополос	- 1,32	- 4,41	- 0,25

Нами установлено, что вынос основных элементов минерального питания с жидким стоком напрямую зависит от наличия лесных полос на водосборе. Благодаря действию защитных насаждений вынос нитратного азота сократился на 1,32 кг/га, подвижного калия- на 4,41 кг/га, подвижных форм фосфора- на 0,25 кг/га.

Лесные полосы позволяют не только сократить вынос питательных веществ с полей, но и препятствуют загрязнению ими водоемов

### **5.6 Состояние защитных лесных насаждений на террасированных склонах разной формы**

Террасирование - искусственное изменение поверхности склонов для борьбы с водной эрозией почвы, лучшего использования их под сельскохозяйственные и лесные культуры.

Террасирование в Республике Татарстан активно проводилось в Арском, Альметьевском, Азнакаевском, Балтасинском, Бугульминском, Сабинском и в других районах. К сожалению, не везде дало положительные результаты, так как проводилось без учета почвенного разнообразия и экспозиции склона.

Террасирование с давних пор распространено в странах с горным рельефом. При террасировании создают ограниченные валами площадки, уступы, канавы. Различают террасы гребневые, ступенчатые (скамьевидные), траншейные и террасы-канавы

В РТ террасирование применяют на крутых склонах (более  $10^\circ$ ). Этот прием способствует надежной защите почвы от эрозии, позволяет механизировать производственные процессы, обеспечивает лучшие условия для роста и плодоношения растений на крутых склонах.

Террасы в РТ устраивают двумя способами: палашным и выемочно-насыпным. Первый способ возможен только на малокаменистых почвах с уклоном до  $15^\circ$ . Напихивают террасы обычным плугом.

На склонах круче  $15^\circ$  устраивают выемочно-насыпные террасы с помощью бульдозеров или специальных террасеров. Целесообразна длина террас 200-300 м. Наиболее распространены ступенчатые террасы, состоящие из полотна, выемочного и насыпного откосов, бермы - нетеррасированной части склона между двумя террасами.



Рисунок 5.3 Процесс террасирования на склонах

В Предкамье РТ встречаются склоны сложной конфигурации. Преобладают склоны выпуклой и вогнутой формы, на которых смытые и намывные почвы располагаются по-разному.

На выпуклых склонах в средней их части складываются самые неблагоприятные условия по смытости и увлажнению. Здесь, как правило расположены сильно- и среднесмытые почвы, которые первыми выходят из под снега. В нижней части выпуклых склонов расположены намывные почвы, отличающиеся плодородием и достаточным увлажнением.

В средней части вогнутых склонов, наоборот, образуются очаги намывной почвы и режим увлажнения достаточный для роста и развития древесных и кустарниковых пород.

Нами было обследовано несколько участков террасированных склонов, созданных в 2004-2005 годах. Были выбраны склоны восточной экспозиции с одним сроком проведения террасирования, количеством посадочных мест, с одной и той же породой

**1 участок ПП-3:** В 2004 году проведено террасирование склона вогнутой формы, на площади 7,0 га, способ посадки механизированный (террасер ДТ-75, МЛУ-1), количество посадочных мест 4400 тыс.га, порода – ель, приживаемость сохранившихся лесных культур, согласно инвентаризации, 84%



Рисунок 5.4 Террасирование на склонах вогнутой формы

2 участок ПП-4: В 2004 году проведено террасирование склона выпуклой формы, на площади 7,0 га, способ посадки механизированный (террасер ДТ-75, МЛУ-1), количество посадочных мест 4400 тыс.га, порода – ель, приживаемость сохранившихся лесных культур, согласно инвентаризации, 72%



Рисунок 5.6 Террасирование на склонах выпуклой формы

На каждом участке было заложено по 3 учетные площади размером 0,1 га на разных частях склона :

- 1 учетная площадь – в верхней части склона;
- 2 учетная площадь - в средней части склона.
- 3 учетная площадь-в нижней части склона

Нами проводилось измерение высоты деревьев, диаметра стволов, определялась сохранность высаженных деревьев

Анализ полученных данных показал, что форма склона оказывает влияние на высоту ели обыкновенной.

На склоне вогнутой формы в средней части склона высота деревьев на 2,0 метра превосходила подобный участок на склоне выпуклой формы. В верхней и нижней частях склона высота ели также была больше на 0,2 и 0,4 метра соответственно. Следует отметить, что на склоне вогнутой формы

ель в верхней и нижней частях склона была выше, чем в средней соответственно на 0,3 и 0,7 метра.

На склоне выпуклой формы ель в верхней и нижней частях части склона была выше чем в средней части соответственно на 2,1 и 2,3 метра.

Таблица 5.8

Влияние формы склона на высоту ели обыкновенной

Пробные площади	Части склона		
	Верхняя	Средняя	Нижняя
Склон вогнутой формы	4,9	4,6	5,3
Склон выпуклой формы (контроль)	4,7	2,6	4,9
Отклонение от контроля	+0,2	+2,0	+0,4

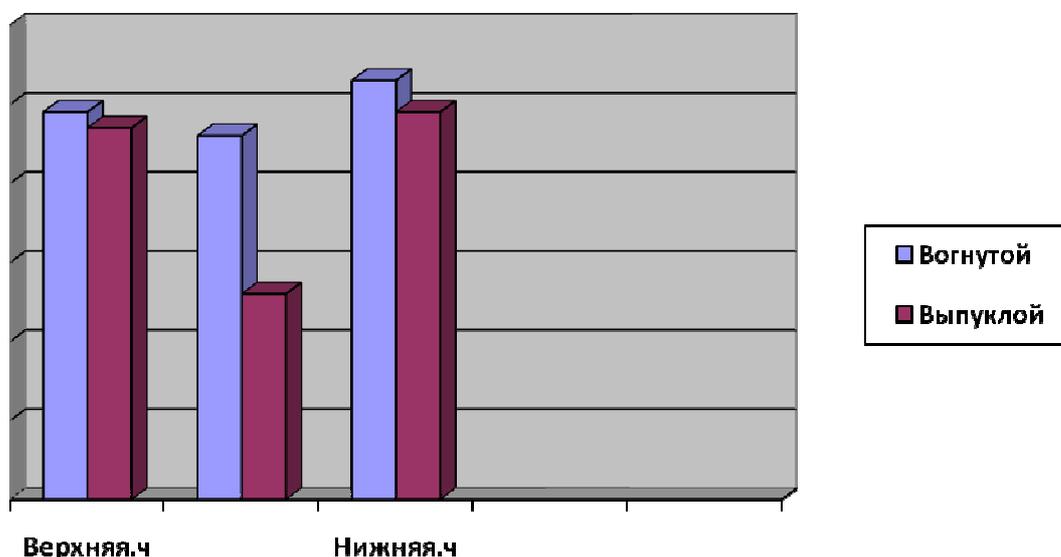


Рисунок 5.7 Влияние формы склона на высоту ели обыкновенной

Диаметр ствола ели обыкновенной также зависит от условий произрастания. На склоне вогнутой формы максимальный диаметр отмечался в средней части склона, где он составил 10,1 см, в то время как в верхней части- 8,9, а в нижней- 9,2 см.

На склоне выпуклой формы максимальный диаметр был в нижней части склона- 8,5 см, а минимальный- 7,3 см- в средней части.

При сравнении диаметров ели, произрастающей на склонах разной формы, можно отметить, что на склоне вогнутой формы диаметр стволов больше чем на склоне выпуклой формы на 0,7- 2,8 см, причем максимальное превышение отмечается в средней части склона

Таблица 5.9

Влияние формы склона на диаметр ствола ели европейской

Пробные площади	Часть склона		
	Верхняя	Средняя	Нижняя
ПП-1 Склон вогнутой формы	8,9	10,1	9,2
ПП-2 Склон выпуклой формы (контроль)	8,2	7,3	8,5
Отклонение от контроля	+0,7	+2,8	+0,7

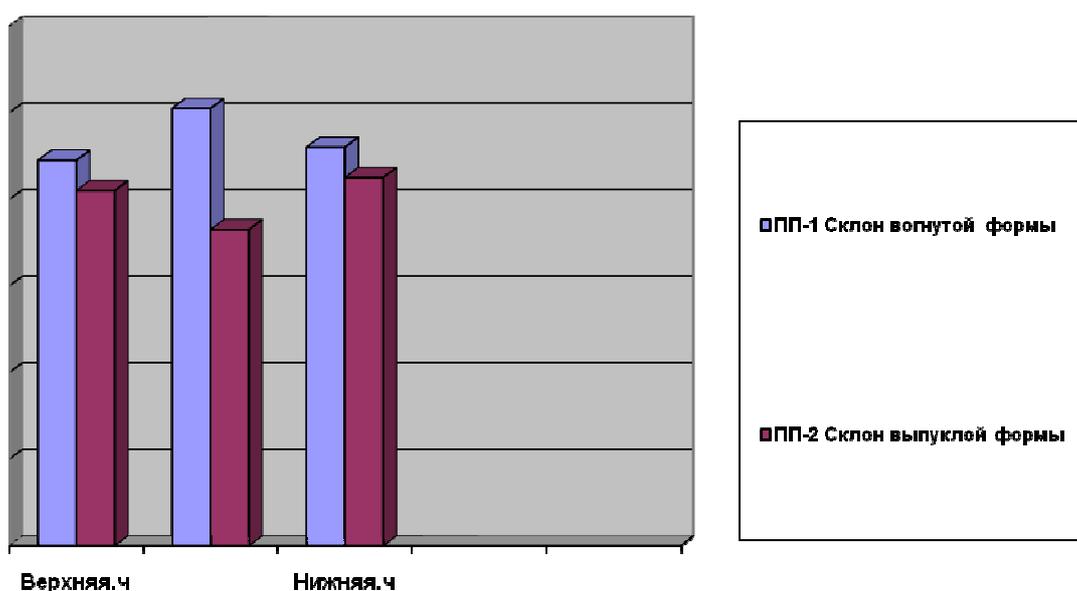


Рисунок 5.8 Влияние формы склона на диаметр ствола ели европейской

На склоне вогнутой формы сохранность ели обыкновенной выше, чем на склоне выпуклой формы на 5-31% . Максимальное превышение контроля наблюдается в средней части склонов и составляет 31%.

Самая низкая сохранность ели обнаружена в средней части склона выпуклой формы, где она составляет всего 53%, в то время как на склоне вогнутой формы – 84%.

На склоне вогнутой формы сохранность ели обыкновенной одинакова на всех частях склона и составляет 83-84%. На склоне выпуклой формы сохранность ели в средней части ниже, чем в верхней и нижней частях соответственно на 25 и 19 %

Таблица 5.10

Влияние формы склона на сохранность ели европейской

Пробные площади	Часть склона		
	Верхняя	Средняя	Нижняя
Склон вогнутой формы	83	84	84
Склон выпуклой формы (контроль)	78	53	72
Отклонение от контроля	+5	+31	+12

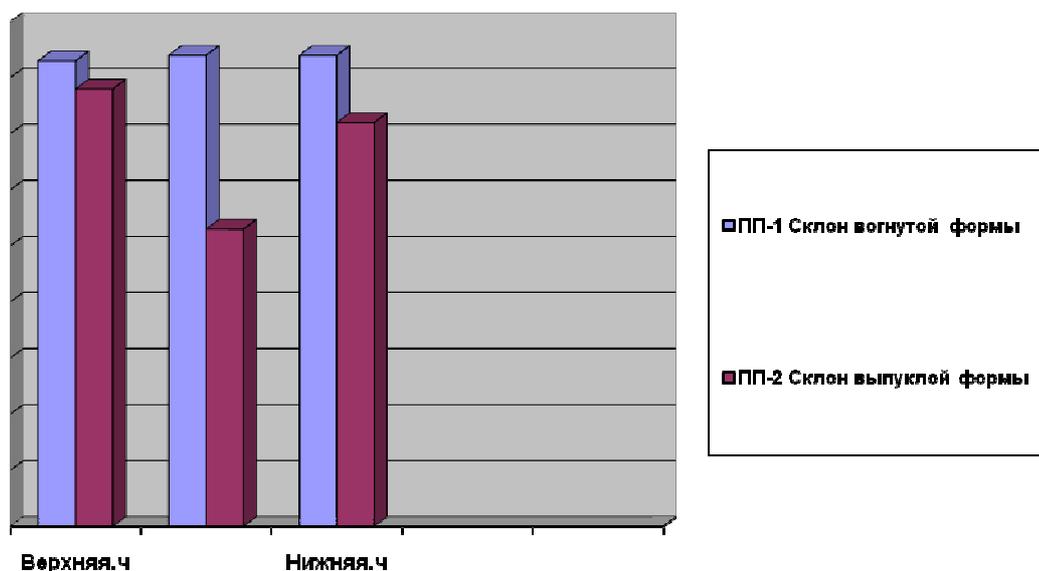


Рисунок 5.9 Влияние формы склона на сохранность ели европейской

Задача полезащитного лесоразведения заключается в выращивании жизнеспособных и устойчивых насаждений. Под жизнеспособностью древесной породы или насаждения, по Н.Т. Макарычеву, понимают их биологические свойства и способность сохранять свои жизненные функции, приспособляясь и противостоя неблагоприятным факторам природной среды, а также давать удовлетворяющее практику семенное или вегетативное потомство. Понятие устойчивость характеризует способность растительного организма сохранять его жизненные функции переносить воздействие неблагоприятных природных явлений и антропогенных факторов или их сочетаний. Устойчивость и жизнеспособность лесных пород определяют длительность времени их жизни (долговечность) и продолжительность защитного функционирования создаваемых из них насаждений, т.е. срок их службы.

Нами проводилось обследование лесных насаждений на участке площадью 14 га. Участок расположен в присетевой зоне склона северо-западной экспозиции. Форма склона вогнутая, по всему ее протяжению проходит ложбина стока и промоины. На участке в 2002 г. было проведено сплошное облесение по бороздам. Механизированным способом были высажены береза и ель в следующем сочетании: 6 рядов

березы, 6 рядов ели. В 2004 – 2005 гг. на этом участке, в связи с гибелью 25% посадочного материала, проводили дополнение. Для дополнения использовались следующие породы: лиственница сибирская, сосна обыкновенная, спирея средняя, рябина. Дополнение проводилось вручную. Нами установлено, что на рост и развитие растений влияет их местоположение на склоне.

Из представленных пород наиболее жизнестойкими оказались лиственница и спирея. В их рядах сохранилось исходное число растений. Береза и ель сохранились в меньшем количестве и если в верхней части склона из 12-ти саженцев березы погиб 1 саженец, то в средней, нижней частях и ложбине погибло по 5 деревьев в ряду. Посадки ели претерпели еще большее изреживание. В каждом ряду по всему склону погибло до 50% растений. Особенно неблагоприятные условия складываются в ложбинах стока. На всем протяжении ложбины береза и ель отличаются слабым развитием.

Особенно негативно неблагоприятные условия, складывающиеся в ложбине и в нижних частях склона отразились на развитии ели

В верхней части склона средняя высота ели достигает 0,9 метра, в средней части она составляет 0,43 метра, а в нижней части и ложбине ее высота не выше 30 см., при норме 1,5 метра. Высота березы тоже претерпевает изменения в зависимости от месторасположения на склоне, в ложбине ее средняя высота не выше 2.5 м.

Местопроизрастание, также, как и на количество, практически не влияет на высоту лиственницы и спиреи.

По визуальной оценке особенно сильно страдают насаждения ели, находящиеся в средней части ложбины. Хвоя этих растений имеет желтоватую окраску и меньшие размеры.

Такое состояние древесных пород можно объяснить тем, что в ложбинах складываются неблагоприятные условия для роста и развития березы и ели.

Заменить их в ложбинах могут лиственница и спирея. Следует отметить, что в процессе сплошного облесения склонов не учитываются индивидуальные особенности территории, а именно наличие ложбин, выступание материнских пород, очаги сильной смывости почвы.

### **5.7 Рекомендуемый ассортимент для создания защитных насаждений на балочных склонах**

Подбору пород для облесения террас необходимо уделять особое внимание, т.к. эти участки отличаются крайне низким уровнем почвенного плодородия, недостатком доступной влаги, близким залеганием материнских пород и постоянной эрозионной опасностью.

Наши наблюдения показали, что в течение первых 5 – 10 лет после создания террас, древесные породы развиваются очень медленно и нуждаются в постоянном дополнении. Это приводит к дополнительным материальным затратам.

Лесные полосы на террасированных склонах следует создавать смешанными из нескольких древесных пород и кустарников, высаживаемых чистыми рядами.

В качестве главных пород можно предложить достаточно высокие и долговечные, ценные в хозяйственном отношении породы (сосна, ель, береза, лиственница); в качестве сопутствующих пород - теневыносливые, хорошо затеняющие почву и способствующие улучшению роста главных пород.

Сопутствующие породы и кустарники вводятся в насаждениях при необходимости создания защитных лесных насаждений плотной и умеренно-ажурной конструкции. В условиях Сабинского района можно рекомендовать такие породы как липа мелколистная, жимолость, рябина обыкновенная, облепиха, бузина красная.

В состав лесных насаждений на террасах необходимо включать кустарники, которые выполняют почвозащитную, почвоулучшающую и оградительную роль. Кустарники, как правило, высаживают в опушечные

ряды, а в отдельных случаях – в одном или двух средних рядах. В опушечные ряды следует высаживать плодовые породы и ценные ягодные и орехоплодные кустарники (облепиху, смородину золотую, иргу, лещину и другие). Для скрепления почвы корнями в крайние к бровке террасы ряды высаживают корнеотпрысковые засухоустойчивые породы, а для обсеменения откосов – клены и акацию желтую.

Обследование разновозрастных насаждений на террасированных склонах показало, что кустарники развиваются и приживаются лучше древесных пород, что можно объяснить их меньшей требовательностью к почвенному плодородию и поверхностной корневой системой.

Для лучшего развития основных пород на террасированных склонах можно рекомендовать

1. Чередование на террасах чистых рядов древесных и кустарниковых пород;
2. Высадка в средней части склона корнеотпрысковых кустарников;
3. Предварительное залужение на 3-5 лет многолетними бобовыми травами участков, отведенных под облесение. Через 3 года, когда на террасе сформируется благоприятный микроклимат и почвенный покров обогатится органическими веществами произвести посадку древесных пород (изучено и опробовано на эродированных землях Высокогорского района РТ).

Для выращивания на террасах в Сабинском районе можно рекомендовать следующие породы:

Лиственница сибирская (*L. sibirica*) - мощное дерево с полнодревесным, в старости нередко утолщенным в нижней части (закомелистым) стволом до 40-45 м высотой. и 1.5-1.8 м в диаметре. Лиственничная древесина очень твердая, тяжелая (тонет в воде), прочная, хорошо противостоит гниению, прекрасно сохраняется в воде.

Широкий ареал лиственницы сибирской обусловлен ее довольно широкой экологической амплитудой. У северной границы ареала и в

высокогорьях она переносит весьма низкую температуру зимой, мирится с недостатком тепла летом и коротким безморозным периодом. На юге ареала лиственница растет при высокой летней температуре, а в предгорьях опускается до пояса сухих степей. Она может встречаться в условиях вечной мерзлоты и на сфагновых болотах, где проявляет способность к образованию придаточных корней. Хорошо она растет также на выщелоченных черноземных и серых лесных суглинках, подстилаемых лёссовидной породой.

Ель европейская или обыкновенная (*P. abies*). - дерево до 30 м и более высотой и до 1 м в диам. ствола.

При прорастании семени главный корень в первые 2-3 года растет вертикально, затем разветвляется на несколько боковых, растущих или горизонтально, или наклонно вниз, поэтому уже к 10-му году жизни главный корень незаметен, а корневую систему образуют сильные боковые корни. На глубоких, хорошо дренированных почвах боковые корни ели уходят на значительную глубину. На сырых, тяжелых мелких почвах ель образует поверхностную корневую систему, поэтому часто страдает от ветровала. Повышению ветроустойчивости ели и увеличению объема корневой системы способствует образование придаточных корней. Они возникают у основания ствола, близ шейки корня, особенно при покрытии его землей или при обрастании мхом. Придаточные корни у ели способны давать и прилегающие к земле или моховому покрову нижние ветви.

Ее высокая требовательность к влажности воздуха и почвы является главным фактором, определяющим южную границу распространения. В юго-восточной части ареала после засух могут отмирать даже крупные деревья. Ель не выносит избыточного застойного увлажнения, но на почвах с избыточным проточным увлажнением растет хорошо. Таким образом, по отношению к воде ель - типичный мезофит, а отдельные ее экотипы - мезогигрофиты.

В отношении плодородия почв ель не отличается высокой тре-

бовательностью и относится к мезотрофам. Она вполне зимостойка, однако может сильно страдать (особенно подрост) от поздневесенних и раннеосенних заморозков. У нее четко выражены рано- и позднезасевающиеся фенологические формы. Различия в сроках распускания почек, начала роста побегов, пыления и распускания хвои у этих форм могут достигать 3 недель. Ель очень теневынослива и в этом отношении уступает только тису и пихте, но без достаточной освещенности она не может хорошо расти и образовывать генеративные побеги.

Береза повислая (*B. papyrifera*) - важнейший образователь березовых формаций в лесах России. Крупное дерево до 25-35 м высотой и 0,6-0,9 м в диаметре. Семена, попавшие на влажную почву, быстро прорастают. В первый год растение вырастает всего на несколько сантиметров, но уже к 2 годам может достигать 25-40 см, а в 3 года 60--100 см и более.

Береза является одной из наиболее быстрорастущих древесных пород лесов России. Хорошо возобновляется порослью от пня, сохраняя эту способность до 60 лет и более. В своем обширном ареале береза мирится со значительными крайностями климатических условий, очень зимостойка и легко переносит как поздневесенние, так и ранневесенние заморозки. Являясь мезофитом, береза способна переносить засушливые периоды, во время которых часть ее листьев желтеет и опадает, что при недостатке воды резко сокращает испаряющую поверхность листьев. Береза очень светолюбива, ее крона ажурна, пропускает много света, березовые древостои быстро изреживаются, поэтому под пологом березняков возобновляются другие древесные породы и развивается обильный травяной покров.

Береза повислая среднетребовательна к плодородию почвы. В лесах она является ценной почвоулучшающей породой. Это активный пионер леса, часто заселяющий вырубки хвойных или широколиственных пород. Березняки создают обширную сырьевую базу лесной индустрии. Особую ценность представляет древесина; она без ядра, желтовато-белая, рассеяно-поровая, с характерным блеском сердцевидных лучей, крепкая, упругая,

твердая

В степной и лесостепной зонах европейской части Российской Федерации, в Северном Казахстане и Западной Сибири березу повислую широко применяют для создания полезащитных и противоэрозионных лесных полос. Все виды березы светолюбивы, среди них преобладают зимостойкие и заморозкоустойчивые; среднетребовательны к плодородию и влажности почвы.

Сосна обыкновенная (*P. sylvestris*) - дерево от 20 до 45 м выс. и 1 м в диам. ствола. Сосна быстрорастуща, особенно значителен прирост в высоту с 10 до 40 лет. Сосна обыкновенная может переносить как суровый климат севера, так и жаркий климат степей, малотребовательна к теплу, зимостойка, не боится заморозков, светолюбива, малотребовательна к плодородию и влажности почвы. Она обладает весьма пластичной корневой системой, которая может изменяться в зависимости от эдафических условий. На глубоких свежих песчаных почвах она развивает мощный стержневой и множество вертикальных корней до 1.5 м длины. В верхних горизонтах почвы, на глубине 20-30 см, залегают горизонтальные корни, уходящие далеко за пределы проекции кроны. На очень бедных песчаных почвах для сосны более характерно сочетание короткого стержневого корня с длинными шнуровидными корнями, расположенными вблизи поверхности почвы. На болотах сосна образует поверхностную корневую систему и поэтому здесь становится ветровальной. В горах сосна образует также поверхностную, но сильно разветвленную корневую систему, что обеспечивает деревьям высокую ветроустойчивость (под воздействием сильных ветров, дующих в одном направлении, кроны принимают флагообразную форму). Корневой системе сосны присуща хорошо развитая микориза.

Растет сосна преимущественно на почвах легкого механического состава, на подзолистых серых, бурых и на черноземах, часто на торфянисто-болотных почвах; в Восточной Сибири - на почвах, подстилаемых вечномерзлым грунтом.

Лиственничная древесина очень твердая, тяжелая (тонет в воде), прочная, хорошо противостоит гниению, прекрасно сохраняется в воде.

Смородина золотистая (*Ribes aureum*) – кустарник высотой около 2 м. Выносит засоленные каштановые почвы. Засухо- и морозоустойчива. Ценная подлесочная порода в лесных полосах, в особенности в степной зоне. Лучше растет на опушках. Плоды съедобны. Рекомендуется для посадок на юге, юго-востоке, северо-востоке и востоке, включая западную Сибирь.

Акация желтая (*Caragana arborescens*) – кустарник, высотой до 5 м. Мирится со всевозможными почвенно-грунтовыми условиями, за исключением солонцов. Морозоустойчива. При длительной жаре сбрасывает листву. Дает обильную поросль от пня. Обогащает почву азотом. Медонос. Разводится посевом и посадкой. Переносит стрижку.

Жимолость татарская (*Lonicera tatarica*) – Кустарник высотой 2-3 м. Переносит засуху. К почве не требовательна: мирится с засоленными. Обладает быстрым ростом, устойчива против заморозков. Может с успехом вводиться в культуры на смытых глинистых почвах, где большинство других пород обычно вымирает.

Тополя – используют как для защиты полей от ветровой и водной эрозии, так и для созданий насаждений по берегам малых рек, а также по склонам и днищам овражно-балочных систем. Лучшими почвами для тополей являются почвы пойм, днищ балок и песчаные отложения на конусам выноса.

Ива ломкая (*Salix fragilis*) – Дерево первой величины. Предпочитает влажные почвы пойм. Рекомендуется для обсадки прудов, каналов и пониженных мест.

Ивы применяются для закрепления и прекращения эрозионных процессов по дну овражно-балочных систем в более увлажненных местоположениях в кольматирующих насаждениях. Ива применяется также при облесении берегов малых рек и создания насаждений вокруг прудов и водоемов.

Роза собачья, или обыкновенная (*R. canina*), - кустарник до 3 м выс. Кора зеленая или красно-бурая, шипы крепкие, редкие, расположены мутовчато или попарно, расширены к основанию, изогнуты серповидно вниз, резы прямые. Листочки эллиптические или яйцевидно-округлые, до 25 мм дл. И 15 мм. шир., по краю остродвоякопильчатые. Цветки от красных до белых, цветут в первой половине лета, позже розы майской. Плоды округлые, красные, созревают осенью. Растет в европейской части, начиная с подзоны южной тайги, в Крыму, на Кавказе, в Средней Азии. Один из лучших подвоев для прививки культурных сортов роз.

Клен татарский, или черноклен (*A. Tataricum*), - дерево до 10-12 м выс. или крупный кустарник с черной корой. Листья яйцевидные, заостренные, по краю двоякопильчатые, часто с 1-2 крупными зубцами, сверху темно-зеленые, снизу светлее и по жилкам волосистые. Цветет после облиствения – в начале лета. Цветки мелкие, кремовые, собраны в конечные, прямостоячие, короткие пирамидальные метелки. Растущие крылатки формирующихся плодов малиново-красные, но к созреванию буреют. Созревают плоды в конце лета- начале осени, опадают почти до середины зимы. Крылатки расположены под острым углом друг к другу и слегка налегают одна на другую. Естественно клен татарский растет в лесостепной, степной зонах европейской части России и на Кавказе. В культуре распространен повсеместно. Очень засухо-устойчив, нетребователен к почвам является самым зимостойким кленом. Широко применяется в степном и полезащитном лесоразведении. Из коры получают краску и танины.

При создании защитных лесонасаждений необходимо в ассортимент пород включать медоносные дерново-кустарниковые породы, такие как клен, липа, ива, жимолость, акация, яблоня, груша, которые также создают благоприятные условия для гнездования и питания полезных насекомоядных птиц, уничтожающих вредителей сельскохозяйственных и лесных культур.

## Выводы

1. В настоящее время из сельскохозяйственного пользования Предкамья РТ выведено около 50 тыс. га балочных склонов, 70% площади которых в сильной степени подвержены водной эрозии в виде сети мелких и глубоких промоин, оврагов, имеющих разную степень развития.

2. Оптимальные условия для лесомелиорации формируются на откосах оврагов III и IV стадии после их затухания. Овраги I и II стадий развития не могут быть лесокультурными объектами - большая их часть занята обнажениями материнских и подстилающих пород.

3. В пределах одной овражно-балочной системы встречаются почвы, обладающие оптимальными лесорастительными свойствами, и почвы с минимумом питательных веществ и влаги (на откосах действующих оврагов). С увеличением намытости почв на берегах балок улучшаются их водно-физические и агрохимические свойства.

4. Почвы овражных откосов по агрохимическим показателям значительно уступают балочным склонам, что ограничивает их лесопригодность, в них меньше гумуса в 5-10 раз, подвижных форм калия и фосфора в 4-8 раз, запасы влаги на 20-50 % ниже.

5. В разной степени смытые почвы балочных склонов вполне благоприятны для выращивания защитных лесных насаждений. На склонах световых экспозиций предпочтительнее высаживать засухоустойчивые корнеотпрысковые кустарниковые породы, а на теневых - древесные. Намытые и гумусированные почвы должны использоваться под травосеяние и выращивание плодовых деревьев и кустарников.

6. Отмечается общая закономерность- в средней части склона приживаемость ниже, чем в верхней и нижней частях. При террасировании склонов приживаемость может быть выше при дифференцированном подборе породного состава. Предпочтительными породами являются: лох серебристый, смородина золотистая, акация желтая, жимолость татарская,

тополя, ива ломкая, клен татарский, рябина обыкновенная, черемуха  
обыкновенная.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич Н.А, Набатов Н.М. Лесные культуры: учебное пособие / Н.А. Бабич, Н.М. Набатов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2010. – 166 с.
2. Волощук М. Д. Способы мелиорации разрушенных оврагами земель/М. Д. Волощук, А. А. Джемелинский, А. А. Хынку. – 1976
3. Воробьев Г.И. Лесная энциклопедия: В 2-х т./Гл.ред. Воробьев Г.И.; Ред.кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. - М.: Сов. энциклопедия, 1985.-563с.
4. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году, 2018.
5. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2009 году. - Казань: Изд-во «Заман», 2010. - 503 с.
6. Дьяков В.Н. Противоэрозионная эффективность лесных полос [Текст] / В.Н. Дьяков // Почвоведение. - 2009. - № 5. - С.67-70.
7. Заславский М.Н. Вопросы классификации и терминологии противоэрозионных мероприятий. /М.Н. Заславский - Почвоведение, 1974 - 93-100с.
8. Здоровцов И.П. Оптимизация параметров противоэрозионных комплексов на патине с различной интенсивностью использования / И.П. Здоровцов, В.И. Векленко - Курск: 1956 - 88с.
9. Зорина Е.Ф. Овражная эрозия: закономерности и потенциал развития: научное издание / Е.Ф Зорина - МГУ им. М.В. Ломоносова. - М.: Изд-во Геос, 2003.
10. Ивонин В.М. Агроресомелиорация разрушенных оврагами

- склонов / В.М. Ивонин - М., Колос, 1983. - 174с.
11. Калиниченко Н.П., Зыков И.Г. Противоэрозионная мелиорация / Н.П. Калиниченко, И.Г. Зыков – М.: Агропромиздат, 2006. – 279 с., ил. 12.
  12. Каштанов А.Н., Заславский М.Н. Актуальные вопросы эрозиоведения / А.Н. Каштанов, М.Н. Заславский - М.: Колос, 1984 -110с.
  13. Козьменко А. С. Борьба с эрозией почв / А.С. Козьменко. — М.: Сельхозгиз, 1957. — 206 с.
  14. Комов Н.В. За сохранность земельных угодий и плодородия пашни в ответе перед страной / Н.В. Комов.- Достижения науки и техники, АПК. -2009. - №8
  15. Крупчатников А.И. Влияние системы лесополос на отложение снега / А.И Крупчатников, В.С. Ананьев - Курск: 1987 - 38 с.
  16. Левкивський С.С. Рациональное использование и охрана водных ресурсов: Учебник. / Левкивський С.С. – К.: Либидь, 2006. – 280с.
  17. Лопырев М. И., Е. И. Рябов. Защита земель от эрозии и охрана природы: [Учеб.пособие для вузов по спец. "Землеустройство"] / М. И. Лопырев, Е. И. Рябов. - М.:Агропромиздат, 1989. – 239
  18. Месяц В.К. Сельско-хозяйственный энциклопедический словарь. Гл. ред. В. К. Месяц. — М.: Советская энциклопедия, 1989. — 656 с
  19. Мирцхулава Д.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии / Д.Е. Мирцхулава - М.:Колос,1970.
  20. Морякова Л.А. Заращение оврагов и формирование почв на их склонах/ Эрозия почв и русловые процессы, вып. 7. М., Изд-во МГУ, 1979, с. 101-108.
  21. Павловский Е.П. Агроресомелиорация и плодородие почвы / Е.П. Павловский - М.: Агропромиздат, 1991 - 288 с.
  22. Рекомендации по комплексному освоению овражно-балочных

- земель. М., 1987.-33 с.
23. Римшин В.И, Басин Е.В., Барина Л.С. и др. Журнал "БСТ" №4 ("Бюллетень Строительной Техники"). М., 2014.
  24. Родин А.Р., Родин С.А., Рысин С.Л. Лесомелиорация ландшафтов / А.Р. Родин, С.А. Родин, С.Л. Рысин - М.: МГУЛ, 2002 - 127 с.: ил. 35.
  25. Рожков А.Г. Борьба с оврагами /А.Г. Рожков. - М.: Колос, 1981. - 200с.
  26. Сидорчук А.Ю. Эрозионно-аккумулятивные процессы на Русской равнине и проблемы на Русской равнине и проблемы заиления малых рек / Труды Академии водохозяйственных наук / – Вып.1 «Водохозяйственные проблемы русловедения». М., 1994, с.74-83.
  27. Сурмач Г.П. Изучение водопоглощающего и противозерозионного влияния защитных лесонасаждений в комплексе с другими мероприятиями / Г.П. Сурмач - М: Метод, руководство, 1975. - 254с.
  28. Ткачев Б.П., Булатов В.И. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы: аналитический обзор / Б.П. Ткачев, В.И. Булатов – Новосибирск, 2002., в. №64.