УДК 630*232:551.583(575.2)
DOI: 10.36979/1694-500X-2026-26-4-193-198

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСАДКИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ И СОХРАННОСТЬ ЕЛОВЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Н.В. Яковлева

Аннотация. Представлены результаты многолетних исследований лесных культур ели тянь-шаньской (*Picea schrenkiana*), созданных в горных условиях на территории Аксуйской лесной опытной станции (урочище Бель, на высоте 2300 м, южная экспозиция склона). Актуальность работы связана с тем, что естественное возобновление идет медленно, поэтому создание устойчивых лесных культур (лесоразведение) очень важно для еловых лесов Прииссыккулья, и это требует разработки эффективных технологий создания устойчивых искусственных насаждений.

Ключевые слова: ель тянь-шаньская (*Picea schrenkiana*); лесные культуры; сохранность сеянцев; густота посадки; таксационные показатели; искусственные насаждения; горные леса; Прииссыккулье; внутривидовая конкуренция; лесовосстановление; устойчивость насаждений.

КЛИМАТТЫН ӨЗГӨРҮШҮ ШАРТЫНДА ТОКОЙ ӨСҮМДҮКТӨРҮНҮН ТУРУКТУУЛУГУНА ЖАНА САКТАЛУУСУНА КАРАГАЙДЫН (ШРЕНК КАРАГАЙЫ) КӨЧӨТТӨРҮН ОТУРГУЗУУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫН ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

Н.В. Яковлева

Аннотация. Макалада Ак-Суу токой тажрыйба станциясынын аймагында (Бел капчыгайы, 2300 м бийиктикте, Түштүк жантайма экспозициясы) тоолуу шарттарда түзүлгөн Тянь-Шань карагайынын (*Picea schrenkiana*) токой маданияттары боюнча көп жылдык изилдөөлөрдүн жыйынтыктары берилген. Изилдөөнүн актуалдуулугу табигый кайра жаралуу жай жүрүп жаткандыгына байланыштуу, Ысык-Көлдүндүн жанындагы карагайлуу токойлору үчүн туруктуу токой өсүмдүктөрүн түзүү (токой өстүрүү) абдан маанилүү жана туруктуу жасалма көчөттөрдү түзүү үчүн эффективдүү технологияларды иштеп чыгууну талап кылат.

Түйүндүү сөздөр: Тянь-Шань карагайы (*Picea schrenkiana*); токой өсүмдүктөрү; көчөттөрдүн сакталышы; отургузуунун тыгыздыгы; таксациялык көрсөткүчтөр; жасалма бак-даракгар; тоо токойлору; Ысык-Көл жанындагы; түр ичиндеги атаандаштык; токойду калыбына келтирүү; бак-даракгардын туруктуулугу.

IMPACT OF PLANTING TECHNOLOGY ON THE STABILITY AND SURVIVAL OF SPRUCE FOREST PLANTATIONS UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

N.V. Yakovleva

Abstract. The article presents the results of long-term studies of forest plantations of Tien Shan spruce (*Picea schrenkiana*) established in mountainous conditions at the Aksu Forest Experimental Station (Bel site, altitude 2300 m above sea level, southern slope exposure). The relevance of the study is due to the fact that natural regeneration proceeds slowly; therefore, the establishment of sustainable forest plantations (afforestation) is critically important for spruce forests of the Issyk-Kul region. This necessitates the development of effective technologies for creating sustainable artificial forest stands.

Keywords: Tien Shan spruce (*Picea schrenkiana*); forest plantations; seedling survival; planting density; forest inventory parameters; artificial stands; mountain forests; Issyk-Kul region; intraspecific competition; reforestation; stand stability.

Введение. В еловых лесах Прииссыкулья естественные лесовосстановительные процессы протекают крайне слабо или вообще отсутствуют в силу биоэкологических особенностей ели тянь-шаньской. Поскольку из-за антропогенных и природных факторов естественное лесовосстановление было затруднено, участки были свободны от древесной растительности, и исправить ситуацию возможно было созданием лесных культур, с помощью которых лесопокрытая площадь увеличится.

Для того, чтобы изменить схему и технологию создания лесных культур следует сначала проанализировать посадки саженцев ели тянь-шаньской, созданные по старой и новой схемам. Только тогда можно сказать, что необходимо делать при изменении климата и что делать не следует. Для обоснования изменения технологии посадки лесных культур мы продолжаем вести наблюдения за искусственными насаждениями, которые были созданы разным количеством саженцев на площадке.

Для выращивания искусственных насаждений необходимы трудовые и финансовые затраты как на создание, так и на мероприятия по уходу за ними. Чем точнее прогнозы роста искусственных насаждений, тем выше будет их качество.

Лесные породы играют ключевую роль в повышении степени ионизации воздуха, создавая лечебную среду с высокой концентрацией легких отрицательных ионов кислорода.

Фитонциды, испускаемые деревьями, способствуют «оживлению» воздуха, особенно в хвойных лесах. Хвойные породы (ель, сосна и др.) выделяют наибольшее количество фитонцидов, создавая интенсивный ионизирующий эффект. Молодые леса часто активнее, чем старые, влияние вновь созданных искусственных насаждений благотворно для экологии в целом.

Цель исследования – изучение особенностей формирования молодых древостоев искусственного происхождения в зависимости от густоты посадки, а также оценка их устойчивости в условиях изменяющихся природно-климатических факторов. В рамках эксперимента были заложены лесные культуры с различным количеством сеянцев на площадке (от 4 до 9 шт.).

Задача исследований – обобщить исторический опыт и оценить современное состояние лесовосстановления, направленное на получение устойчивой лесопокрытой площади

Литературные источники по лесным культурам ели тянь-шаньской (*Picea shrenkian a tianschanica*) охватывают вопросы лесоразведения, интродукции, устойчивости культур в горах Северного Тянь-Шаня и борьбы с вредителями. Основные работы исследуют состояние посадок, методы повышения их продуктивности,

По лесоразведению В.П. Орловым опубликована работа «Культуры ели тянь-шаньской» (1989), которая посвящена вопросам лесовосстановления в Киргизии. В издании рассматриваются научные основы и практические методы создания искусственных насаждений ели Шренка (ель тянь-шаньская), факторы успешного выращивания, агротехника посадки и вопросы повышения устойчивости лесных культур. Анализ роста и развития различных культур ели на Тянь-Шане. В своих экспериментах автор описал агротехнику создания лесных культур на площадке по 10 сеянцев, другие варианты отсутствовали [1].

В публикации П.А. Ган «Интродукция и лесоразведение хвойных пород в Киргизии» (1987) отмечено, что лесные культуры были направлены на расширение площадей лесов и обогащение их видового состава, особенно в горных районах. Основное внимание уделяется интродукции ели тянь-шаньской, сосны обыкновенной и можжевельника пихтой и лиственницей, а также использование ценных экзотов для озеленения и лесокультур. Активное создание лесных культур, изучение микроклимата и температурного режима имеет большое значение для успешной приживаемости растений [2].

Н.С. Келгенбаев в своей работе «Состояние культур ели Шренка в горных лесах Северного Тянь-Шаня» описывает пути повышения их устойчивости.

Лесные культуры испытывают высокую нагрузку (засухи, антропогенное воздействие), что требует их постоянного мониторинга. Исследования показывают необходимость регулирования густоты посадки для улучшения жизнеустойчивости, так как с возрастом усиливается конкуренция между деревьями [3].

Методика закладки опытов. Схема создания лесных еловых культур рядами вдоль склона, расстояние в ряду 3,0 м, между рядами – 3,5 м. На каждую площадку высаживалось от 4 до 9 сеянцев. Размер площадки 2 × 1 м. Данная работа является результатом проведения практического опыта, проведенного в 1999 году на территории Аксуйской лесной опытной станции. Пробная площадь заложена в урочище Бель на высоте над уровнем моря 2300 м южной экспозиции (рисунок 1).

Обсуждение результатов. Сохранность лесных культур из ели тянь-шаньской, произрастающих на высоте 2300 м на южной экспозиции склона, имеет важное значение (таблица 1).

В период наблюдений (1998 г.) сохранность лесных культур была высокой во всех вариантах опыта – от 73,2 до 88,3 %, что указывает на благоприятные условия. Наиболее высокие показатели наблюдались в вариантах с высадкой с 4 и 8 сеянцами на площадке, тогда как при максимальной густоте (9 сеянцев) сохранность отмечена на высоком уровне.

В 2001 году по произведенному учету выявлено существенное снижение сохранности? особенно в опыте со средней густотой (5–8 сеянцев), где показатели снизились от 21,3 до 63,2 %. При этом минимальное снижение наблюдалось в опыте с 4 сеянцами, что свидетельствует о меньшей внутренней конкуренции и более благоприятных условиях для выживания.

В 2002 году негативные тенденции усиливаются: сохранность при этом продолжает снижаться во всех вариантах, достигая минимальных значений (до 14,9 % в варианте с 8 сеянцами). Это указывает на возрастание воздействия лимитирующих факторов, вероятно связанных с дефицитом влаги южной экспозиции склона

К 2025 году состояние насаждений характеризуется не очень стабильным. Сохранность во всех вариантах снижается от 2,31 до 22,2 %. При этом различия между вариантами по густоте почти нивелируются, на что указывает данные о влиянии южной экспозиции склона (рисунок 2).

Наиболее уязвимыми оказались насаждения со средней густотой, что позволяет предположить усиление конкуренции за ограниченные ресурсы (прежде всего влагу) как одного из важных факторов. Таксационные показатели лесных культур в урочище Бель приведены в таблице 2.

Рисунок 1 – Схема закладки опыта

Таблица 1 – Сохранность лесных культур ели тянь-шаньской (*Picea schrenkiana*) в зависимости от количества сеянцев на площадке (учеты 1998–2025 гг.) на высоте 2300 м, южная экспозиция склона

Количество сеянцев на площадке, шт.	Всего площадок, шт.	Всего сеянцев, шт.	Сохранность, %
Учет 1998 года			
4	13	40	88,3
5	49	203	82,9
6	36	158	73,2
7	33	192	83,1
8	28	193	86,2
9	12	82	75,0
Учет 2001 года			
4	13	31	77,5
5	41	79	38,9
6	36	122	63,2
7	28	87	63,2
8	23	41	21,2
9	12	49	59,8
Учет 2002 года			
4	13	25	52
5	41	56	31
6	36	70	45,4
7	28	70	40
8	23	29	14,9
9	12	49	54,2
Учет 2025 года			
4	13	10	22,2
5	41	9	3,68
6	36	5	2,31
7	28	10	4,32
8	23	15	6,71
9	12	6	5,49

Рисунок 2 – Лесные культуры из ели тянь-шаньской в 1926 году на южной экспозиции склона. Выявлено уменьшение стабильности насаждения

Таблица 2 – Таксационные показатели лесных культур в урочище Бель в зависимости от количества сеянцев на площадке

Количество сеянцев на площадке, шт.	Таксационные показатели	
	средний диаметр, см	средняя высота, м
4	4,5,	7,25
5	5,0	7,0
6	4,23	4,9
7	4,17	5,83
8	4,16	6,75
9	2,44	5,56

Рисунок 3 – Лесные культуры в урочище Бель в 2026 году

Анализ представленных в таблице 2 данных показывает, что таксационные показатели лесных культур существенно зависят от густоты посадки. Наибольшее значение среднего диаметра обнаружено при размещении по 5 сеянцев на площадке (5 см), а также в опыте по 4 сеянца (4,5 см). По мере увеличения густоты обнаружена тенденция к снижению диаметра: при 6–8 сеянцах на площадке от 4,1 до 4,23 см, а при максимальной густоте (9 сеянцев) зафиксировано резкое снижение до 2,44 см. Это свидетельствует об усилении внутривидовой конкуренции за ограниченные ресурсы, прежде всего, влагу и элементы питания (рисунок 3).

Динамика средней высоты носит менее четкий характер. Максимальные значения зафиксированы в опыте по 4 и 5 сеянцев на площадке (7,25 и 7,0 м, соответственно), однако динамика средней высоты не носит четкого характера, при повышенной густоте снижение высоты происходит неравномерно.

При 8 сеянцах наблюдается относительно высокий показатель (6,75 м), что может быть связано с усилением конкуренции за свет и, как следствие, стимуляция вертикального роста. В то же время при 6 сеянцах на площадке отмечается минимальное значение высоты (4,9 м), что указывает на неблагоприятное сочетание факторов роста.

Установлено, что оптимальные условия повышенных таксационных показателей формируются при умеренной густоте посадки – 4–5 сеянцев на площадке.

В этих условиях достигается наилучшее соотношение между доступностью ресурсов и уровнем конкуренции. Увеличение плотности приводит к угнетению роста, особенно по диаметру, тогда как влияние на высоту менее стабильно и определяется, вероятно, конкуренцией за свет. При максимальной густоте насаждений наблюдается общее ухудшение состояния деревьев, что указывает на превышение допустимой нагрузки на экосистему и ограниченность ресурсов среды.

Выводы

1. В условиях горных экосистем Прииссыккулья естественное лесовосстановление ели тянь-шаньской протекает слабо, что продиктовано необходимостью создания лесных культур.

2. Многолетние наблюдения (1998–2025 гг.) выявили устойчивую тенденцию к снижению сохранности сеянцев во всех вариантах густоты посадки, что свидетельствует о влиянии лесорастительных условий южной экспозиции склона

3. Наиболее значительное снижение сохранности отмечено в насаждениях со средней густотой (5–8 сеянцев на площадке), что указывает на повышенную чувствительность данных вариантов к конкуренции и неблагоприятным факторам среды.

4. К 2025 году различия между вариантами по густоте практически нивелируются, что свидетельствует о доминирующем влиянии внешних стрессовых факторов (климатических и антропогенных).

5. Анализ таксационных показателей показал, что максимальные значения диаметра и высоты достигаются при умеренной густоте посадки (4–5 сеянцев на площадке).

6. Увеличение густоты насаждений приводит к усилению внутривидовой конкуренции за ресурсы (влага, питание), что выражается в снижении диаметра и нестабильности роста по высоте.

7. При максимальной густоте (9 сеянцев) наблюдается угнетение роста, что указывает на превышение допустимой нагрузки на экосистему.

8. Для повышения эффективности лесовосстановления необходимо совершенствование технологий создания лесных культур с учетом оптимальной густоты посадки и усиление мероприятий по уходу за насаждениями.

Поступила: 02.04.2026; рецензирована: 16.04.2026; принята: 17.04.2026.

Литература

1. *Орлов В.П.* Культуры ели тянь-шаньской / В.П. Орлов. Фрунзе: Илим, 1989. С. 12–21.
2. *Ган П.А.* Интродукция и лесоразведение хвойных пород в Киргизии / П.А. Ган. Фрунзе: Илим, 1987. 147 с.
3. *Келгенбаев Н.С.* Состояние культур ели Шренка в горных лесах Северного Тянь-Шаня описывает пути повышения их устойчивости: дис. … канд. с.-х. наук / Н.С. Келгенбаев. Алматы, 2024. 157 с.