

DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2019.1.08  
УДК 582.475+581.145.21+630.5(571.1)

## Динамика энергии семеношения кедровников, сформированных рубками ухода

**Н. М. Дебков**

*Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук, научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем, кандидат сельскохозяйственных наук, Томск, Российская Федерация, nikitadebkov@yandex.ru*

**В. М. Сидоренков**

*Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, и.о. заместителя директора по научной и инновационной работе, кандидат сельскохозяйственных наук, Пушкино, Московская обл., Российская Федерация, lesvn@yandex.ru*

*Приведены результаты исследований по влиянию разных вариантов рубок ухода на динамику энергии семеношения кедровых насаждений. На основе многолетних данных установлена оптимальная интенсивность рубок ухода за насаждениями кедра сибирского с целью формирования кедросадов. По результатам экспериментальных исследований апробирована методика определения динамики семеношения кедра.*

**Ключевые слова:** кедросады, кедровые леса, рубки ухода, пробные площади, динамика энергии семеношения

Для ссылок: <http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.1.08>  
Дебков, Н. М. Динамика энергии семеношения кедровников, сформированных рубками ухода [Электронный ресурс] / Н. М. Дебков, В. М. Сидоренков // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2019. – № 1. – С. 89–100.  
URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

## Введение

Сосна сибирская кедровая, или кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour), образует одну из наиболее сложных лесных формаций, в которой ярко представлены процессы смены пород, адаптации насаждений к воздействию неблагоприятных природных факторов и широкий комплекс биоразнообразия. Нарушение экологического равновесия и рубка кедровых лесов в период индустриализации страны привели к ослаблению средозащитных функций и утрате целостности сложных природных экосистем Сибири [1]. Например, отмечается уменьшение площади кедровых лесов в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре [2].

Современная система лесного хозяйства направлена на многоцелевое использование защитных лесов без нарушения их основных функций. Одним из направлений использования кедровых лесов является формирование рубками ухода кедросадов. Анализ многолетних исследований, приведенный в данной работе, позволил выявить оптимальные варианты проведения рубок ухода с целью создания высокопродуктивных кедросадов и снижения сроков начала их семеношения.

## Материалы и методы

Объекты исследования расположены в пределах среднетаежной подзоны Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и представляют собой опытные участки, заложенные в 1980-е гг. Тюменской ЛОС (в настоящее время Сибирская лесная опытная станция) на территории урочища «Острова» Ханты-Мансийского лесничества. Для формирования кедросадов выбран естественный смешанный молодняк площадью 14 га, который сформировался на вырубке кедрового насаждения. Рубка проводилась вручную, система волоков не сохранилась. Ее проведение в зимний период обеспечило высокую сохранность подростов темнохвойных пород. На момент начала эксперимента (1981 г.) подрост имел состав 35K45E20Б, его высота составляла 5,2 м, возраст – 26 лет,

полнота – 0,68, класс бонитета – IV и густота – 1 789 шт./га.

До начала эксперимента на всей площади опытного участка провели осветление. В 1981 г. в молодняке на ПП 43 площадью 1,1 га осуществлен уход в виде рубки второстепенных пород и 72% отставших в росте деревьев кедра. При этом на опытном участке выделяли семенные, резервные и нежелательные деревья. К категории семенных относили деревья с наиболее высокими таксационно-морфологическими показателями: высота и толщина ствола, диаметр и протяженность кроны. При отборе по возможности соблюдали условие их равномерного размещения. К резервным относили деревья, не мешающие в данный момент и в ближайшие 5–7 лет семенным деревьям. Их количество определялось особенностями размещения деревьев кедра по площади и густотой древостоя. В итоге, к семенным отнесли 150 шт./га (8%), к резервным – 350 шт./га (20%), к нежелательным, которые были срублены, – 1 289 шт./га (72%). В 1985 г. на остальной площади, прилегающей к опытному участку, проведен уход за кедром по аналогичной технологии. Однако полное повторение программы рубок выполнено только на участке, который представлен ПП 41. На остальных ПП (42 и 44) осуществлена выборка деревьев второстепенных пород (ель, береза).

В 1987 г. Тюменской ЛОС в 30-летнем кедровнике полнотой 0,8 заложен опытный участок, в котором проведены рубки реформирования. Состав насаждения опытного участка: по запасу древесины – 8K1E10с, по числу деревьев – 87K6E70с. На трех секциях проведена рубка разной интенсивности по числу деревьев (запасу): 1-я секция – 25 (16%), 2-я – 50 (19%), 3-я – 75 (52%). В контрольной секции уход не проводили. В связи с тем что наибольший лесоводственный эффект получен при максимальном изреживании, энергию семеношения изучали на 3-й секции (ПП 75).

Для определения энергии семеношения (ЭС) на основании сплошного перечета определяли среднюю ступень толщины, из которой отбирали 3 модельных дерева. В некоторых случаях часть деревьев брали из ступени толщины выше средней. Всего обследовано 18 модельных деревьев.

Для построения хронологических рядов с каждого модельного дерева кедр отбирали по 3 длительно семеносящих ветви среднего размера из разных частей женского яруса кроны. На них ретроспективными методами последовательно учитывали наружные (на коре побегов) следы шишек на каждом годичном побеге ветвей I–III порядков. За пороговое значение ЭС, согласно Методике отбора плюсовых деревьев кедр сибирского по семенной продуктивности [3], принято 1,5 шишек/побег.

При оценке семеношения деревьев выделяли следующие градации. По постоянству семеношения: постоянное (П) – доля вегетационных периодов с семеношением составляет 75%, относительно постоянное (ОП) – 50–74%, непостоянное (НП) – менее 50%. По устойчивости семеношения: устойчивое (У) – доля вегетационных периодов с ЭС не ниже 1,5 шишек/побег составляет 75%, относительно устойчивое (ОУ) – 50–74%, неустойчивое (НУ) – менее 50%.

В качестве пороговой величины (критерия) при назначении в рубку можно использовать не только показатель ЭС, но и коэффициент вариации ЭС. При его значении более 100% деревья можно назначать к удалению из насаждения как неравномерно семеносящие.

С целью упрощения при исследовании учитывалась абсолютная площадь питания [4], которая вычисляется исходя из расстояния до ближайшего дерева, так называемого «соседа». Несмотря на то что реальная площадь питания значительно меньше, для сравнительного анализа целесообразней использовать именно абсолютную площадь питания.

Пробные площади ограничивали в натуре с использованием буссоли Suunto с помощью ниткомера, сплошной перекладывали мерной вилкой Haglof. На основании данных перечета по методу пропорционально-ступенчатого представления отбирали модельные деревья в количестве 20–30 шт. для взятия кернов приростным буравом Haglof и измерения высоты с помощью электронного высотомера Nikon Forestry Pro. У деревьев кедр дополнительно определяли такие морфологические параметры кроны, как

протяженность и диаметр, с использованием кронамера Кондратьева.

Камеральную обработку экспериментального материала осуществляли в программе STATISTICA 10 с использованием стандартных описательных статистик, корреляционного и регрессионного анализов. Ширину древесных колец измеряли с помощью комплекса LINTAB-5 с пакетом компьютерных программ TSAP с точностью  $\pm 0,01$  мм.

## Результаты и их обсуждение

С учетом специфики формирования кедровников заложено 5 ПП, которые характеризуются разной степенью лесоводственного воздействия и структурой древостоя (табл. 1).

ПП 43 – опытный участок, где в 1981 г. провели рубки переформирования, а в 2012 г. вырубали деревья второстепенных пород (ель, береза), появившиеся после 1981 г., и сухостой кедр.

ПП 41 – в 1985 г. выполнена полная программа рубок ухода.

ПП 42 – в 1985 г. вырублены только второстепенные породы (береза, ель).

ПП 44 – в 1985 г. вырублены только второстепенные породы (береза, ель), в 2007 г. удалены нежелательные деревья кедр.

ПП 75 – в 1978 г. вырублено 72% деревьев, включая отставшие в росте.

ПП 41, 42 и 43 расположены на среднесуглинистых подзолистых почвах и характеризуются сходными лесорастительными условиями. В составе напочвенного покрова доминируют кислица *Oxalis acetosella*, черника *Vaccinium myrtillus*, хвощ лесной *Equisetum sylvaticum*, майник двулистный *Maianthemum bifolium*, брусника *Vaccinium vitis-idaea*, звездчатка Бунге *Stellaria bungeana*, зеленые мхи *Bryale* spp. Общее проективное покрытие – 60–80%. Оно лимитируется высокой сомкнутостью крон, которая определяет формирование мертвопокровных участков.

ПП 44 и 75 расположены на гривном возвышении, сложенном рыхлыми отложениями. Почва – супесчаная подзолистая, более влажная, что отражается в изменении доминантов

ТАБЛИЦА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОПЫТНЫХ ОБЪЕКТОВ

№ ПП	СОСТАВ, ЕД.	СРЕДНЯЯ ВЫСОТА, М	СРЕДНИЙ ДИАМЕТР, СМ	ВОЗРАСТ, ЛЕТ	ГУСТОТА, ШТ./ГА	ЗАПАС, М <sup>3</sup> /ГА	ПРОТЯЖЕННОСТЬ КРОНЫ КЕДРА, %	ДИАМЕТР КРОНЫ КЕДРА, %
41	9К	15,8±0,3	32,6±0,7	50±2	375	307	52±2	25±2
	1Б	13,7±0,9	9,4±0,3	31±3	335	20		
	ед. Е	10,5±1,0	10,0±0,6	31±1	127	5		
42	9К	13,9±0,5	21,9±0,8	43±3	930	205	39±2	16±1
	1Б	12,8±0,1	9,9±0,8	27±3	270	16		
	ед. Е	9,8±1,3	10,5±0,6	27±1	80	2		
43	10К	15,0±0,2	34,3±0,6	49±2	435	357	55±2	21±1
44	10К	16,4±0,4	23,8±0,4	48±2	920	331	44±2	17±1
75	10К	15,1±0,5	21,2±0,9	46±3	830	259	41±2	15±1

напочвенного покрова, в котором появляются осочка *Carex macroua* и кукушкин лен *Polytrichum commune*. В целом для всех участков характерен один тип леса – мелкотравно-зеленомошный с элементами мертвопокровного.

ПП 41 представляет собой практически чистое кедровое насаждение с наименьшей густотой из обследованных древостоев, в прогалинах и «окнах» полога которого произрастают береза и ель. По итогам сплошного перече́та отобранны

3 модельных дерева из ступени толщины 32 см (табл. 2). Опираясь на вышеприведенные придержки, где в качестве пороговой величины ЭС приводится 1,5 шишек/побег, можно сказать, что модельное дерево № 3 не отвечает этим минимальным требованиям, а модельное дерево № 2 находится в переходном состоянии, но, учитывая потенциал повышения энергии, который отмечен в семенном цикле, его следует оставить. Полностью отвечает требованиям только

ТАБЛИЦА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЕНОШЕНИЯ КЕДРА СИБИРСКОГО НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УЧАСТКАХ

№ ПП	№ МОДЕЛЬНОГО ДЕРЕВА	ДИАМЕТР СТВОЛА, СМ	УЧЕТНЫЙ ПЕРИОД, ЛЕТ	ЭС, ШИШЕК/ПОБЕГ	КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ ЭС, %	ХАРАКТЕР СЕМЕНОШЕНИЯ	МАКСИМАЛЬНАЯ ЭС В УРОЖАЙНЫЕ ГОДЫ, ШИШЕК/ПОБЕГ	
41	1	32	13	1,65±0,34	75	П, У	2,67±0,36	
	2	32	15	1,40±0,42	116	П, ОУ	3,00±0,55	
	3	32	16	0,60±0,20	134	ОП, НУ	1,89±0,59	
42	1	24	12	0,25±0,15	206	НП, НУ	1,00±0,33	
	2	20	8	0,29±0,16	155	НП, НУ	0,78±0,22	
	3	20	Не плодоносило					
43	1	32	11	1,26±0,31	82	П, НУ	2,07±0,40	
	2	36	14	1,26±0,29	85	П, ОУ	1,92±0,21	
	3	32	12	2,36±0,46	67	П, У	3,07±0,35	
44	1	24	14	1,27±0,36	107	П, ОУ	3,44±0,62	
	2	24	12	0,83±0,25	104	П, НУ	2,11±0,29	
	3	28	15	0,53±0,16	117	ОП, НУ	1,08±0,08	
75	1	24	11	0,39±0,15	130	НП, НУ	–	
	2	20	Не плодоносило					
	3	28	9	1,24±0,33	80	П, НУ	2,75±0,25	

модельное дерево № 1. Средняя за последние 13–16 лет для ПП 41 энергия семеношения немного ниже рекомендуемой ( $1,21 \pm 0,32$  шишек/побег).

Древостой на ПП 42 имеет такой же состав, как на ПП 41, но другие его таксационные показатели ниже: возраст – на 7 лет (14%), высота – на 2 м (12%) и диаметр – на 10 см (33%); наблюдается крайняя степень загущенности (248%). Учитывая эти обстоятельства, по итогам сплошного перечета для сравнительного анализа отобраны 2 модельных дерева из средней ступени толщины 20 см и одно из ступени толщины 24 см. В целом ни одно модельное дерево не достигает пороговой величины ЭС, даже дерево, взятое из ступени толщины выше средней. Кроме того, все деревья имеют очень высокие коэффициенты вариации, поэтому рекомендованы к удалению из насаждения. Средняя для участка за последние 8–12 лет ЭС существенно ниже пороговой ( $0,27 \pm 0,16$  шишек/побег).

По таксационной характеристике ПП 43 идентична ПП 41. В результате ухода 2012 г. на ней удалены все произрастающие в прогалинах и «окнах» полога сопутствующие породы, поэтому она имеет монодоминантный состав и соответствует требованиям лесосеменного участка. По данным сплошного перечета отобраны 2 модельных дерева из средней ступени толщины 32 см и одно из ступени 36 см, поскольку средневзвешенный диаметр равен 34 см. По ЭС модельные деревья № 1 и 2 находятся в переходном состоянии, но, учитывая потенциал повышения энергии, который отмечен в семенном цикле у обеих моделей, их следует включить в группу семенных. При этом более предпочтительно дерево № 2, характеризующееся постоянством семеношения. Полностью отвечает требованиям только модельное дерево № 3. По коэффициенту вариации все модельные деревья соответствуют установленному критерию. Средняя для участка за последние 11–14 лет ЭС чуть выше пороговой величины ( $1,63 \pm 0,37$  шишек/побег).

На ПП 44, где в 2007 г. удалены нежелательные деревья кедр, формируется чистое насаждение. Тем не менее по степени загущенности этот участок уступает только ПП 42. По итогам

сплошного перечета здесь отобраны 2 модельных дерева из средней ступени толщины 24 см и одно дерево из ступени 28 см, поскольку средневзвешенный диаметр равен 26 см. Анализ показал, что модельные деревья № 2 и 3 не соответствуют установленному нормативу по ЭС и имеют очень высокие коэффициенты вариации, что позволяет отнести их к нежелательным. Модельное дерево № 1 тоже не достигает пороговой величины ЭС, но, ввиду постоянного и относительно устойчивого характера семеношения, его следует признать семенным. Средняя для участка за последние 12–15 лет ЭС ниже рекомендуемой ( $0,88 \pm 0,21$  шишек/побег).

Кроме того, на ПП 44 удалось восстановить ретроспективную динамику семеношения по удаленным с 1998 г. деревьям. Ранее подобная работа не проводилась, что является методическим новшеством. Из срубленных в 2007 г. деревьев в качестве модельных отобраны экземпляры с наиболее сохранившейся кроной (побегами старших порядков ветвления). С учетом хода роста древостоя и лет, прошедших со времени рубки, средний диаметр насаждения до рубки составлял 20 см, поэтому модельные деревья взяты из ступеней толщины 16, 20, 24 см, т.е. средней ступени, ниже и выше ее. Анализ показал, что все модельные деревья не отвечают установленному нами нормативу ЭС и имеют очень высокие коэффициенты вариации. Средняя ЭС участка до рубки (с 1998 по 2007 г.) существенно ниже порогового значения ( $0,47 \pm 0,10$  шишек/побег). Для снижения густоты древостоя требовались рубки ухода.

Насаждение на ПП 75 характеризуется такой же высокой степенью загущенности, как и на ПП 42 и 44. В результате сплошного перечета отобраны 3 модельных дерева: по одному из средней ступени толщины 24 см, ниже (20 см) и выше (28 см) среднего диаметра. Анализ показал, что ни одно дерево не отвечает пороговому показателю по ЭС. Выявлено, что деревья с большими диаметрами плодоносят лучше. Для модельных деревьев № 1 и 2 характерны слишком высокие коэффициенты вариации, поэтому они отнесены к нежелательным. Дерево № 3 следует признать

семенным. Средняя ЭС участка за последние 9–11 лет существенно ниже рекомендуемой ( $0,81 \pm 0,42$  шишек/побег).

Для сравнения: средняя ЭС естественных (фоновых) кедровников в среднетаежной подзоне Западной Сибири в пределах Томской обл. составляет 1,17 шишек/побег [5]. Таким образом, семеношение кедровников на ПП 41 и 43 лучше, чем у таежных кедровников, а на остальных объектах пока хуже.

Характер семеношения на всех экспериментальных объектах различается. Для ПП 41 характерно относительно постоянное и относительно устойчивое семеношение. Семеношение на ПП 42 имеет непостоянный и неустойчивый характер. Для ПП 43 характерно постоянное семеношение с относительной устойчивостью. Семеношение на ПП 44 имеет относительно постоянный характер, но неустойчиво. Для ПП 75 характерно преимущественно непостоянное и неустойчивое семеношение, но оно лучше, чем на ПП 42. Следует отметить, что на ПП 42 и 75 некоторые деревья не вступили в семеношение. В целом во всех насаждениях отмечаются деревья с непостоянным и неустойчивым семеношением, которые целесообразно удалять.

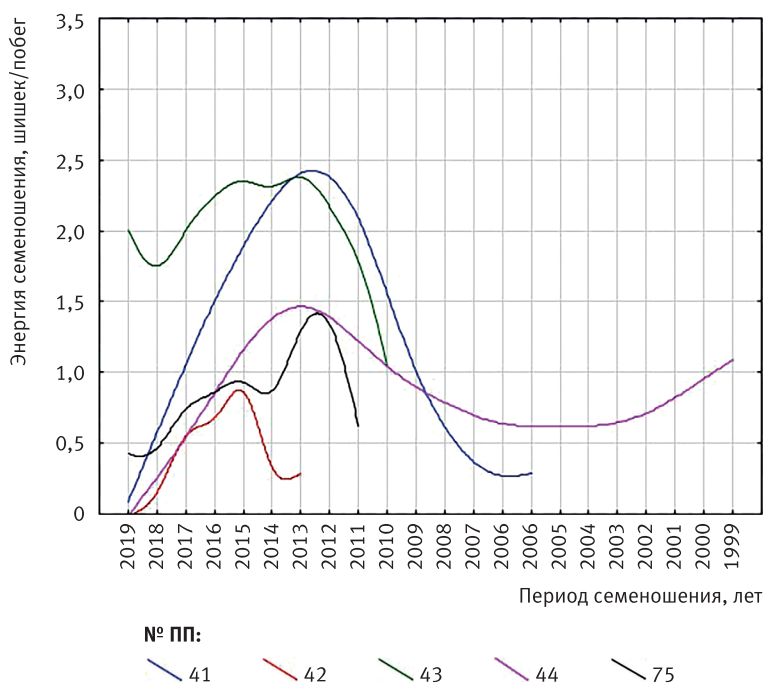


Рис. 1. Динамика ЭС кедровников на экспериментальных участках

Динамика ЭС показывает (рис. 1), что для всех обследованных кедровников характерно наличие семенных циклов (несколько семенных лет подряд). У деревьев с близкой ЭС цикл совпадает. На ПП 41 семенной цикл составляет 7 лет (2010–2016 гг.). В этот период наблюдается высокая энергия семеношения – от  $1,89 \pm 0,59$  до  $3,00 \pm 0,55$  шишек/побег.

На ПП 42 семенной цикл охватывает 3 года (2015–2017 гг.), но даже в этот период ЭС невысокая – от  $0,78 \pm 0,22$  до  $1,00 \pm 0,33$  шишек/побег. Выявлено, что деревья с большим диаметром имеют более высокую ЭС. К аналогичному выводу приходили и другие ученые [5, 6]. При этом в годы средних и высоких урожаев наблюдается достоверная прямая зависимость числа шишек от диаметра ствола и площади горизонтальной проекции кроны, а теснота связи в обоих случаях почти одинаковая ( $r=0,45-0,75$ ) [7]. В годы низкого урожая эта зависимость ослабляется ( $r=0,25-0,35$ ), а при очень низком урожае становится недостоверной.

На ПП 43 продолжительность семенного цикла равна 6 годам (2012–2017 гг.). В этот период наблюдается высокая ЭС – от  $1,92 \pm 0,21$  до  $3,07 \pm 0,35$  шишек/побег.

На ПП 44 семенной цикл охватывает 6 лет (2010–2015 гг.), при этом ЭС колеблется очень сильно – от  $1,08 \pm 0,08$  до  $3,44 \pm 0,62$  шишек/побег. Выявлено, что более толстомерное дерево имеет очень низкую ЭС, что, вероятно, объясняется генетической предрасположенностью.

На ПП 75 семенной цикл охватывает 3 года (2012–2014 гг.) и характеризуется крайне неравномерной ЭС, при которой более толстомерные деревья имеют и более высокие показатели.

Наши данные подтверждают выводы, сделанные на примере кедровников Томской обл., о том, что строгая периодичность в семеношении кедровника отсутствует, но просматривается смена семенных и несеменных циклов [5, 8].

Для определения урожайности использовали шкалу Т. П. Некрасовой [5], которая характеризуется следующими градациями: при плохом урожае число следов от шишек на 1 побег составляет до 0,4, при слабом – 0,5–1,0, среднем – 1,1–1,6,

хорошем – 1,7–2,2 и при обильном – свыше 2,2. Руководствуясь этой шкалой урожайности, получили следующие ряды по экспериментальным объектам: на ПП 41 число лет с плохим урожаем составило 4, со слабым – 4; средним – 2, хорошим – 2, обильным – 4; ПП 42 – 4, 3, 0, 0, 0; ПП 43 – 0, 0, 1, 5, 4; ПП 44 – 2, 13, 7, 0, 0; ПП 75 – 2, 5, 2, 0, 0 соответственно.

Таким образом, наибольшей урожайностью отличается участок, представленный ПП 43, для которого характерны хорошие и обильные урожаи. За последние 10 лет на нем не отмечено плохих и слабых урожаев. Уступает по этому показателю ПП 41, на которой за 16 лет в половине случаев урожаи были плохими и слабыми и в половине – выше среднего. Для остальных экспериментальных объектов характерны урожаи от плохих до средних. Однако в действительности, учитывая густоту древостоев, разница в общей семенной продуктивности сглаживается, поскольку низкие урожаи отдельных деревьев компенсируются их большим количеством на единице площади.

В этой связи интересные данные получены при осветлении кедрового подростка в порядке формирования постоянных лесосеменных участков (ПЛСУ) в Новосибирской обл. [9], где, несмотря на разную густоту насаждений, плодоносит одинаковое количество кедров из числа наиболее развитых. На первом участке из 400 деревьев в генеративную фазу вступили 70% экземпляров, т.е. 280 шт./га, а на втором из 1 000 деревьев – 30% экземпляров, т.е. 300 шт./га. При планировании густоты кедрсада следует опираться на проекцию крон [10].

В России превалирует направление на редкое размещение деревьев. При этом зачастую теряется из вида основная цель – получение высоких урожаев с единицы площади.

Необходимо учитывать, что крона кедр имеет ярусное строение и снижать сомкнутость до ее полного освещения нецелесообразно, поскольку шишки растут в верхнем женском ярусе. Как показали специальные исследования [11], загущенные кедровые сады (250 шт./га в 60–70 лет) предпочтительней редких, поскольку

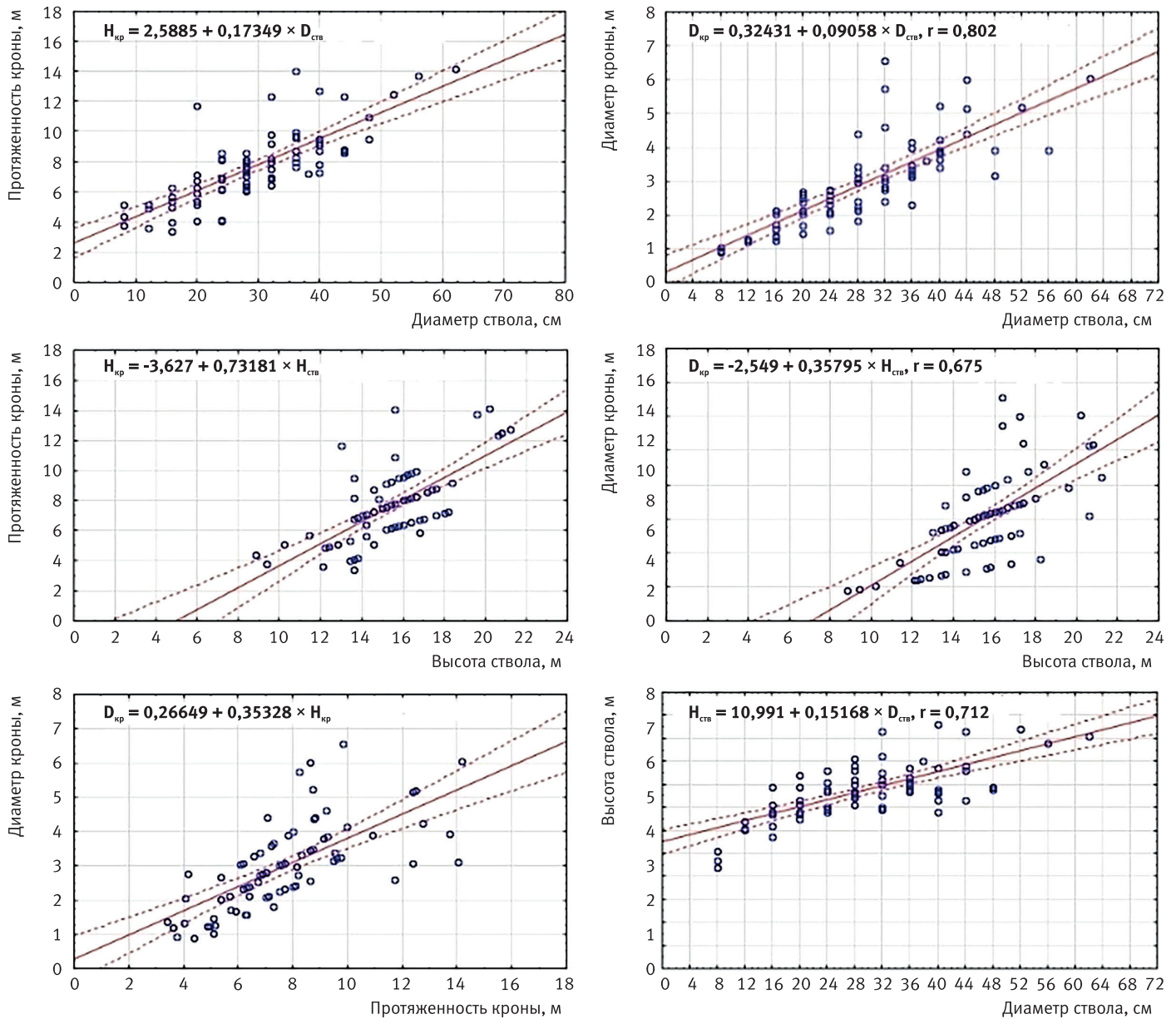
общая семенная продуктивность в них в 2 раза выше.

Целевая установка при формировании кедрсадов заключается в максимальном развитии кроны деревьев и вступлении их в раннее семеношение. Как правило, для этого требуется обеспечить приемлемую густоту древостоев.

Согласно нашим данным, деревья с наиболее развитыми кронами растут на ПП 41 и 43, где протяженность кроны –  $52 \pm 2\%$  и  $55 \pm 2\%$ , а диаметр –  $25 \pm 2\%$  и  $21 \pm 1\%$  соответственно. В загущенных насаждениях на ПП 42, 44 и 75 протяженность кроны составляет  $39 \pm 2\%$ ,  $44 \pm 2\%$  и  $41 \pm 2\%$ , при диаметре кроны  $16 \pm 1\%$ ,  $17 \pm 1\%$  и  $15 \pm 1\%$  соответственно. Таким образом, протяженность кроны в более редкостойных насаждениях в среднем около 50–60%, а в загущенных снижается до 40–45%. По диаметру кроны динамика аналогичная: в более редких насаждениях кроны шире (3–4 м), а в загущенных растут деревья в основном с зажатыми и более узкими кронами (2–2,5 м).

Взаимосвязь между таксационно-морфологическими показателями достаточно сильная (рис. 2), что подтверждают коэффициенты корреляции (около 0,70–0,80). При этом уравнения связи достоверные с коэффициентами детерминации около 0,50–0,60.

Влияние таксационно-морфологических параметров на ЭС отличается. В частности, на ПП 41 связь между средним приростом ствола и ЭС отрицательная: коэффициент корреляции равен  $-0,971$ , т.е., чем выше ЭС, тем ниже прирост ствола. На ПП 43 корреляционная связь также отрицательная, но слабее ( $r = -0,561$ ). На ПП 42 и 75 характер связи иной ( $r = 0,855$  и  $r = 0,802$  соответственно), т.е. эти насаждения находятся еще на пике роста и только начинают плодоносить. Древостой на ПП 44 уже перешел от фазы интенсивного роста к генеративной фазе ( $r = -0,345$ ). Приведенные связи с приростом хорошо согласуются с выводами В. Н. Воробьева [12] о том, что кедр начинает интенсивно плодоносить после прохождения первого 20-летнего пика интенсивного прироста по высоте, а особенно по диаметру.



**Рис. 2. Связь между параметрами ствола и кроны у кедра сибирского на экспериментальных объектах**

Таким образом, корреляционная связь ЭС с густотой древостоев отрицательная ( $r = -0,759$ ). Более редкостойные насаждения характеризуются большей ЭС. Загущенность древостоя негативно сказывается на семеношении отдельных деревьев.

Установлено, что связи ЭС с остальными показателями положительные: с возрастом –  $r = 0,894$ , высотой –  $r = 0,590$ , диаметром –  $r = 0,826$ , запасом –  $r = 0,953$ , протяженностью кроны –  $r = 0,912$ , диаметром кроны –  $r = 0,635$ , с площадью питания –  $r = 0,662$ .

## Выводы

Обобщение опыта создания кедросадов в Тюменской ЛОС в 1980-е гг. выявило возможность формирования кедровых насаждений при проведении рубок с полным удалением деревьев нежелательных пород. Все опытные объекты вступили в генеративную фазу в течение 35 лет после начала экспериментальных работ. Однако нормативную ЭС (1,5 шишек/погреб и более) имеют только кедровые насаждения с минимальной густотой (395–435 шт./га). Семеношение на



них характеризуется постоянством и устойчивостью. Насаждения с очень высокой густотой (830–930 шт./га) отличаются преимущественно непостоянным (эпизодическим) семеношением, имеющим неустойчивый характер, с низкой ЭС (в 2 раза и более ниже пороговой величины). Кроме того, на этих объектах есть деревья, которые вообще не плодоносят. Обозначенные 2 группы насаждений отличает также и длительность семенных циклов, которая почти в

2 раза выше в более редкостойных кедровниках (6,5 и 4 года соответственно). На всех участках имеются деревья кедра с неудовлетворительным семеношением, которые целесообразно удалить. Установлено, что ЭС положительно коррелирует с большинством таксационно-морфологических параметров (возраст, высота, диаметр, запас, площадь питания, протяженность и диаметр кроны). Отрицательная связь отмечается с приростом ствола и густотой древостоев.

## Список использованных источников

1. Дебков, Н. М. Лесоводственная оценка кедровых лесов Западно-Сибирской равнины / Н. М. Дебков // Вестник ПГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2017. – № 4 (36). – С. 25–34.
2. Эфа, Д. Э. Увеличение доли сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.) в составе насаждений Ханты-Мансийского автономного округа – Югры лесоводственными методами : дисс. ... к. с.-х. н.: 06.03.02 / Дмитрий Эдуардович Эфа. – Екатеринбург : Уральский ГЛТУ, 2018. – 176 с.
3. Некрасова, Т. П. Методика отбора плюсовых деревьев кедра сибирского по семенной продуктивности / Т. П. Некрасова, А. И. Земляной. – М., 1980. – 12 с.
4. Желев, И. Влияние густоты древостоев на формирование кроны / И. Желев // Лесоведение. – 1975. – № 3. – С. 88–91.
5. Некрасова, Т. П. Плодоношение кедра в Западной Сибири / Т. П. Некрасова. – Новосибирск : Изд-во СО АН СССР, 1961. – 72 с.
6. Правдин, Л. Ф. Определение урожая шишек в кедровниках по среднему дереву / Л. Ф. Правдин, А. И. Ирошников // Плодоношение кедра сибирского в Восточной Сибири. – 1963. – Т. 62. – С. 132–145.
7. Татаринцева, И. И. Отбор лучших по семенной продуктивности деревьев кедра сибирского по результатам анализа многолетних наблюдений за плодоношением / И. И. Татаринцева, С. Н. Горошкевич, О. В. Хуторной // Гео-Сибирь. – 2011. – Т. 3. – № 2. – С. 257–261.
8. Горошкевич, С. Н. Динамика роста и плодоношения кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour): цикличность или ациклические колебания / С. Н. Горошкевич // Вестник ТГУ. Серия: Биология. – 2017. – № 38. – С. 104–121.
9. Кулаков, В. Е. Формирование ПЛСУ кедра сибирского на базе естественного подростка с использованием методов селекции / В. Е. Кулаков // Лесн. хоз-во. – 2004. – № 5. – С. 29–30.
10. Алексеев, Ю. Б. Формирование ПЛСУ кедра сибирского высокой семенной продуктивности в южнотаежном Приобье / Ю. Б. Алексеев, В. П. Демиденко // Лесн. хоз-во. – 1990. – № 4. – С. 41–43.
11. Алексеев, Ю. Б. Особенности формирования семенных участков в средневозрастных кедровниках южнотаежного Приобья / Ю. Б. Алексеев // Экология семенного размножения хвойных. – Красноярск, 1984. – С. 27–32.
12. Воробьев, В. Н. Рост и начало генеративной фазы кедра сибирского / В. Н. Воробьев // Интродукция древесных растений и вопросы семеноводства древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов. – Новосибирск, 1981. – С. 179–181.

## References

1. Debkov, N. M. Lesovodstvennaya ocenka kedrovyyh lesov Zapadno-Sibirskoy ravniny / N. M. Debkov // Vestnik PGTU. Ser.: Les. Ekhkologiya. Prirodopol'zovanie. – 2017. – № 4 (36). – S. 25–34.
2. Ehfa, D. Eh. Uvelichenie doli sosny sibirskoj (*Pinus sibirica* Du Tour.) v sostave nasazhdenij Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – Yugry lesovodstvennymi metodami : diss. ... k. s.-h. n.: 06.03.02 / Dmitriy Ehdvardovich Ehfa. – Ekaterinburg : Ural'skij GLTU, 2018. – 176 s.
3. Nekrasova, T. P. Metodika otbora plyusovyh derev'ev kедra sibirskogo po semennoj produktivnosti / T. P. Nekrasova, A. I. Zemlyanoj. – M., 1980. – 12 s.
4. Zhelev, I. Vliyanie gustoty drevostoev na formirovanie krony / I. Zhelev // Lesovedenie. – 1975. – № 3. – S. 88–91.
5. Nekrasova, T. P. Plodonoshenie kедra v Zapadnoj Sibiri / T. P. Nekrasova. – Novosibirsk : Izd-vo SO AN SSSR, 1961. – 72 s.

6. Pravdin, L. F. Opredelenie urozhaya shishek v kedrovnikah po srednemu derevu / L. F. Pravdin, A. I. Iroshnikov // Plodonoshenie kedra sibirskogo v Vostochnoj Sibiri. – 1963. – T. 62. – S. 132–145.
7. Tatarinceva, I. I. Otbor luchshih po semennoj produktivnosti derev'ev kedra sibirskogo po rezul'tatam analiza mnogoletnih nablyudenij za plodonosheniem / I. I. Tatarinceva, S. N. Goroshkevich, O. V. Hutornoj // Geo-Sibir'. – 2011. – T. 3. – № 2. – S. 257–261.
8. Goroshkevich, S. N. Dinamika rosta i plodonosheniya kedra sibirskogo (*Pinus sibirica* Du Tour): ciklichnost' ili aciklicheskie kolebaniya / S. N. Goroshkevich // Vestnik TGU. Seriya: Biologiya. – 2017. – № 38. – S. 104–121.
9. Kulakov, V. E. Formirovanie PLSU kedra sibirskogo na baze estestvennogo podrosta s ispol'zovaniem metodov selekcii / V. E. Kulakov // Lesn. hoz-vo. – 2004. – № 5. – S. 29–30.
10. Alekseev, Yu. B. Formirovanie PLSU kedra sibirskogo vysokoj semennoj produktivnosti v yuzhnotaeznom Priob'e / Yu. B. Alekseev, V. P. Demidenko // Lesn. hoz-vo. – 1990. – № 4. – S. 41–43.
11. Alekseev, Yu. B. Osobennosti formirovaniya semennyh uchastkov v srednevozrastnyh kedrovnikah yuzhnotaezhnogo Priob'ya / Yu. B. Alekseev // Ehkologiya semennogo razmnozheniya hvojnyh. – Krasnoyarsk, 1984. – S. 27–32.
12. Vorob'ev, V. N. Rost i nachalo generativnoj fazy kedra sibirskogo / V. N. Vorob'ev // Introdukcija drevesnyh rastenij i voprosy semenovodstva drevesnyh porod kak osnova sozdaniya vysokoproduktivnyh lesov. – Novosibirsk, 1981. – S. 179–181.

# Dynamics Of Seed Production Energy Of Siberian Pine Forests Formed by Thinnings

**N. Debkov**

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Researcher, Laboratory of Monitoring of Forest Ecosystem, Candidate of Agricultural Sciences, Tomsk, Russian Federation, nikitadebkov@yandex.ru*

**V. Sidorenkov**

*Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Acting Deputy Director for Research and Innovation, Candidate of Agricultural Sciences, Pushkino, Moscow region, Russian Federation, lesvn@yandex.ru*

**Key words:** *Siberian pine seed orchards, Siberian pine's forests, thinning, sample plots, dynamics of seed production energy*

*Study findings of various thinning impacts on dynamics of seed production energy of Siberian pine forests in sites located within mid-taiga subzone in the Khanty-Mansyisk autonomous district are presented. The experimental plots were laid in the 1980s of Tyumen FES in the territory of the «Islands» tract of the Khanty-Mansiysk forestry. Since the beginning of the experiments, about 35 years have passed and all experimental objects entered the generative phase. The results of studies on the creation of Siberian pine seed orchard showed the possibility of forming Siberian pine's forests when cutting with the complete removal of trees of unwanted species. The optimal parameters of seed bearing are observed in plantations with minimal thickness. Congested Siberian pine's forests have low rates of seed bearing. On the basis of long-term data, optimal options have been determined for the intensity of thinning care for Siberian pine's forests in order to form seed orchards. According to the results of experimental studies, a method for determining the seed production dynamics was tested.*