

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ НА ГОДОВОЙ РЕЧНОЙ СТОК<sup>1</sup>

© 2013 г. Е. А. Кашутина, Н. И. Коронкевич

*Институт Географии РАН  
119017 Москва, Старомонетный пер., 29  
E-mail: hydro-igras@yandex.ru  
Поступила в редакцию 23.04.2012*

На основе методики О.И. Крестовского и современных сведений о лесном хозяйстве Европейской части страны дана оценка воздействия на речной сток и испарение осуществившихся в последние десятилетия трансформаций в структуре лесов. Показано, что произошедшие при этом изменения стока сравнительно невелики, однако в XXI в. они могут быть гораздо больше и проявиться не только на локальном, но и на региональном уровнях.

*Ключевые слова:* речной сток, испарение, лес, лесохозяйственная деятельность, водные ресурсы XXI века

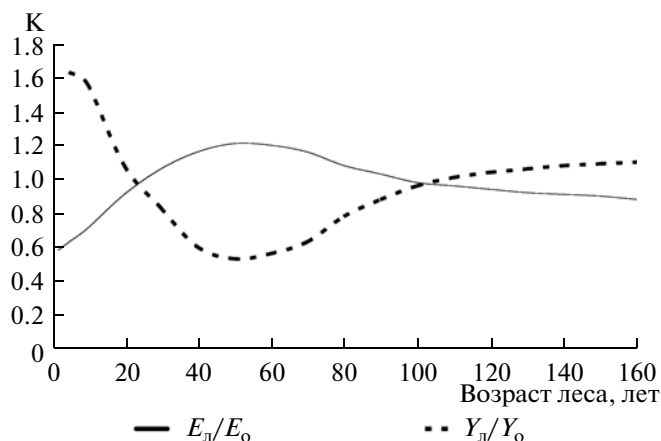
DOI: 10.7868/S0321059613040068

Влияние леса и лесохозяйственной деятельности на водные ресурсы — одна из самых острых проблем гидрологии. Если в отношении регулирования стока лесами ситуация в целом очевидная (расхождения существуют лишь в оценке степени выравнивания внутригодового распределения стока лесами), то оценки их влияния на величину годового стока неоднозначны [1, 3–7, 9, 11–17]. Причины таких расхождений — разная степень дренирования реками сравниваемых лесных и полевых угодий, разные взгляды ученых на влияние леса на величину атмосферных осадков, недостаточный учет биологической продуктивности полевых угодий, с которыми сопоставляется лес. Главная же причина — в разном возрастном и породном составе лесов. На необходимость учета этих различий указывали многие авторы [1, 3, 14, 16], но в наибольшей степени теоретико-методический подход к оценке влияния леса и лесохозяйственной деятельности на сток и испарение, позволяющий свести к минимуму фактор различия в состоянии лесов и объяснить имеющиеся различные оценки, представлены в работе О.И. Крестовского [6]. Им обосновано, что интегральным показателем состояния леса могут служить его возраст и породный состав, и даны обобщенные количественные соотношения между этими показателями и величиной стока и испарения при-

менительно к таежной зоне европейской части России (ЕЧР). Чем выше продуктивность леса, тем больше он испаряет. Наибольшей продуктивности лес достигает в среднем возрасте. Соответственно возрастает в условиях достаточного увлажнения и испарение. Испарение и сток с лесов при их росте и старении меняются очень похоже для лесов с разным породным составом древесной, хотя и различаются по величине. На лишенной леса территории в результате рубок биомасса незначительна и испарение обычно ниже, чем на полевых участках, а сток значительно выше. По мере восстановления леса, роста его биологической продуктивности испарение возрастает, а сток снижается, они достигают соответственно максимальных и минимальных значений при некоторых средних возрастных показателях. Затем по мере старения леса испарение вновь снижается, а сток возрастает. О.И. Крестовским оценены произошедшие и ожидаемые изменения стока и испарения для ряда северных и северо-западных областей ЕЧР.

Воспользовавшись методическими подходами О.И. Крестовского и последними сведениями о породной и возрастной структуре лесов на территории ЕЧР [12, 20], авторы попытались оценить влияние изменений состояния лесов на речной сток и испарение за 1973–2003 гг., а также оценить это возможное влияние в будущем. При этом допускаясь, что осадки над лесом и безлесными

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12-05-00838).



**Рис. 1.** Отношение (К) годовых величин испарения ( $E_{л}$ ) и стока ( $Y_{л}$ ) с леса разного возраста и зональных испарения ( $E_{о}$ ) и стока ( $Y_{о}$ ) при постоянных осадках (по О.И. Крестовскому [6]).

территориями практически одинаковы, а возможное изменение климата не учитывалось.

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА

На основании данных О.И. Крестовского [6] были построены графики соотношения испарения и стока в зависимости от возраста леса (рис. 1). Соответствующие зависимости нелинейны. Для расчетов требуется задание возрастной структуры леса, т.е. площадей, занятых лесом возраста 5, 10, 20 лет и далее с 10-летним шагом.

Для расчетов использовались данные системы Государственного учета лесного фонда (ГУЛФ) [8, 20]. В ней все леса разделены на группы по основным лесообразующим породам: хвойные (сосна, ель, пихта, лиственница, кедровые сосны – сибирская и корейская), твердолиственные (дуб, бук, граб, ясень, клен, вяз, береза желтая, береза каменная и береза черная) и мягколиственные (береза бородавчатая, береза пушистая, тополь, ива древовидная, осина, ольха, липа). В системе учета лесов используются также категории “прочие породы” (представленные на небольших площадях и включающие интродуценты, дикорастущие плодовые деревья и т.д.) и “кустарники” (учитывающиеся как лесная растительность в регионах, где “высокие” леса не могут произрастать – за пределами высотной и географической границ произрастания леса). К 2003 г. [12, 20] на Европейско-Уральской части России площадь, занятая основными лесообразующими породами, составила 145 млн га, прочие древесные породы (каштан, груша и др.) и кустарники занимают 0.5 млн га. Это составляет менее 0.5% общей площа-

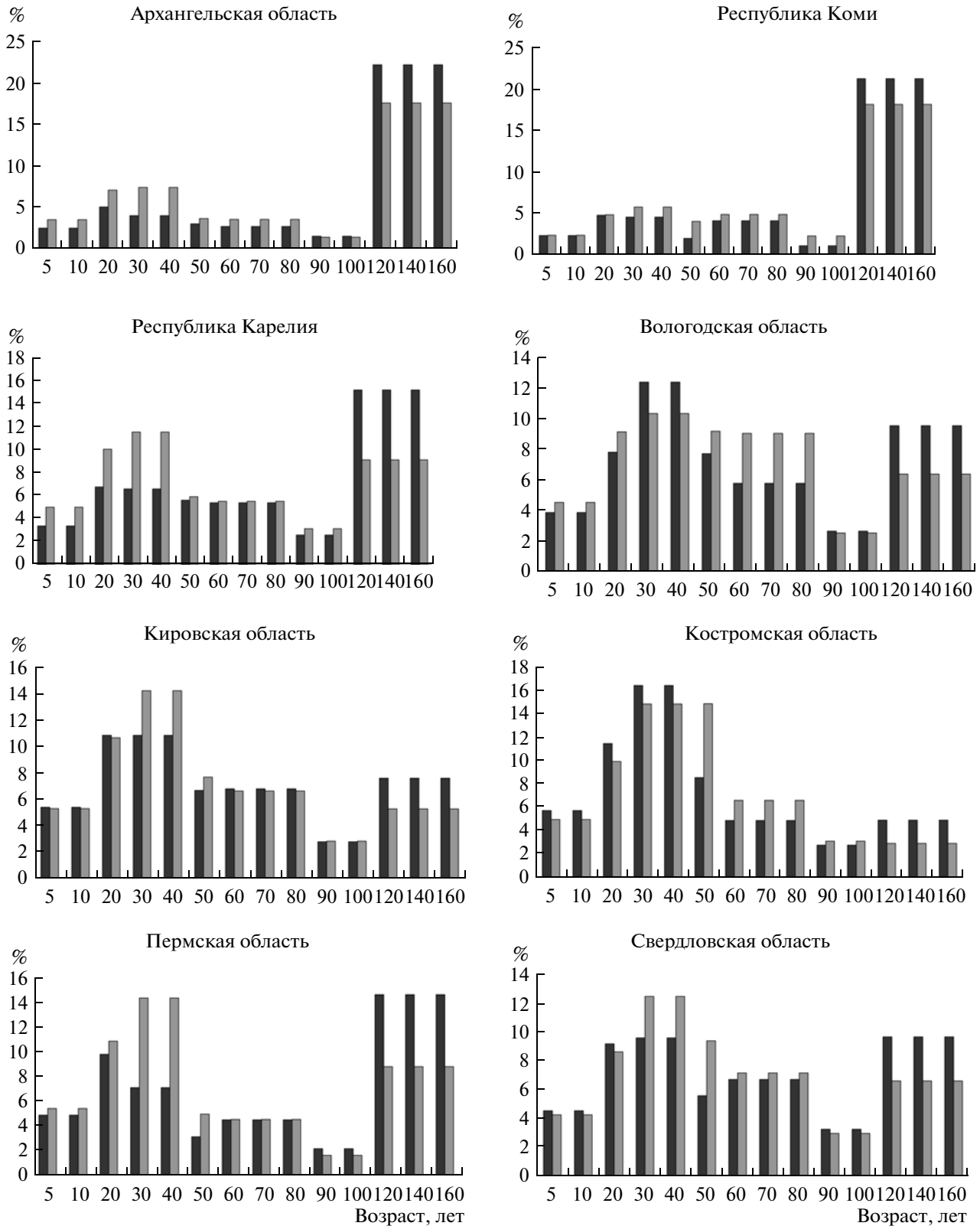
ди лесов. В дальнейших расчетах предполагалось, что вся лесопокрываемая площадь занята только основными лесообразующими породами. Каждая группа пород в системе ГУЛФ разделена на группы по возрасту, с которыми связано большинство хозяйственных мероприятий. Обычно для хвойных и твердолиственных древостоев один класс возраста соответствует 20 годам, для мягколиственных – 10 годам. Так и было принято в расчетах. Классы возраста обозначаются римскими цифрами: I, II, III и т.д. В учете выделяются 4 группы возраста: молодняки (классы возраста I–II), средневозрастные (III–IV), приспевающие (V – лесные насаждения одного или двух классов возраста, предшествующих возрасту рубки или спелости леса), спелые, достигшие установленного возраста рубки (VI), и перестойные леса (начиная с VII–VIII) [6]. При этом возможны региональные отклонения от этой схемы. Так, для Московской области установленный возраст спелости для ели – 81 год (начало класса возраста V), для сосны – 101 год (начало класса возраста VI). Для разновозрастных насаждений указывается тот класс возраста, к которому относится преобладающая по запасу древесины часть древостоя [18, 19].

В данных ГУЛФ за 1973 и 2003 гг. приведена информация о площадях, занятых лесом четырех классов возраста (молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные леса), для разных групп лесообразующих пород. При расчетах эти данные по каждому классу возраста и по каждой группе пород были равномерно распределены по 10-летним периодам возраста. Получены соответствующие кривые для каждой группы пород деревьев. Затем эти кривые были осреднены с учетом занимаемых породами деревьев площадей. В результате для каждой области ЕЧР получена осредненная возрастная структура леса.

Далее с учетом данных рис. 1 были рассчитаны значения суммарного испарения и годового стока с леса по отношению к безлесным участкам. С учетом известной лесистости территорий субъектов РФ эти данные пересчитаны на весь субъект, т.е. были приведены значения составляющих водного баланса за 1973 и 2003 гг. Следующий этап расчетов – определение изменений возраста лесов, лесистости территорий субъектов РФ и составляющих водного баланса за 1973–2003 гг.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПРОИЗОШЕДШИХ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ, СТОКА И ИСПАРЕНИЯ

Динамика возрастной структуры лесов для ряда субъектов РФ представлена на рис. 2, а харак-



**Рис. 2.** Динамика возрастной структуры лесов отдельных субъектов ЕЧР с 1973 (темные колонки) по 2003 г. (светлые колонки).

**Таблица 1.** Возраст леса, лесистость и составляющие водного баланса отдельных субъектов РФ в 1973 и 2003 гг. Здесь и в табл. 2, 3: Ср – в среднем по субъекту, Хв – хвойные, Тв – твердолиственные, М – мягколиственные породы,  $E_{л}$  – суммарное испарение с леса,  $E$  – суммарное испарение с территории субъекта,  $E_0$  – зональное суммарное испарение, Л – лесистость,  $Y_{л}$  – суммарный сток с территории, занятой лесом,  $Y$  – суммарный сток с территории субъекта,  $Y_0$  – зональный годовой сток

Субъект РФ	Год	Возраст леса				Для лесной части субъекта		Л, %	Для всего субъекта	
		Ср	Хв	Тв	М	$E_{л}/E_0$	$Y_{л}/Y_0$		$E/E_0$	$Y/Y_0$
Архангельская область	1973	100	110	0	33	0.97	1.03	36.9	0.99	1.01
	2003	86	100	0	29	0.99	1.01	54.1	0.99	1.00
Вологодская область	1973	66	87		35	1.03	0.92	66.6	1.02	0.95
	2003	60	76	130	41	1.05	0.90	69.9	1.03	0.93
Кировская область	1973	60	78	80	37	1.02	0.94	57.7	1.01	0.97
	2003	53	69	105	36	1.04	0.91	63.5	1.02	0.94
Костромская область	1973	50	68	0	34	1.04	0.92	68.2	1.02	0.94
	2003	48	58	130	39	1.06	0.86	74.0	1.05	0.90
Нижегородская область	1973	43	53	58	32	1.03	0.93	41.6	1.01	0.97
	2003	40	45	79	32	1.06	0.88	48.0	1.03	0.94
Пермская область	1973	78	96	87	34	0.98	1.01	66.5	0.99	1.01
	2003	60	78	32	32	1.01	0.96	69.0	1.01	0.97
Республика Карелия	1973	83	91	0	31	1.00	0.97	45.9	1.00	0.99
	2003	64	67	0	38	1.02	0.95	52.6	1.01	0.97
Республика Коми	1973	98	110	0	43	0.98	1.02	70.3	0.99	1.01
	2003	91	103	0	39	1.00	0.98	72.4	1.00	0.99
Свердловская область	1973	68	85	0	36	1.02	0.95	63.2	1.01	0.97
	2003	59	75	0	36	1.05	0.90	67.5	1.03	0.93

теристики состояния лесов за 1973 и 2003 гг. – в табл. 1. Табл. 2 иллюстрирует изменения соответствующих характеристик за эти годы для всех рассматриваемых субъектов.

За 30 лет, по данным ГУЛФ, произошло незначительное уменьшение лесистости на юге и в Центрально-Черноземной зоне ЕЧР (максимально – на 5.5% в Ставрополье). При этом в Ставропольском крае, Орловской и Тамбовской областях отмечается снижение возраста деревьев во всех группах насаждений (хвойных, твердолиственных и мягколиственных), по-видимому, за счет вырубок преимущественно зрелого леса. В Краснодарском крае, Воронежской, Липецкой, Белгородской, Ростовской и Астраханской областях уменьшение лесистости сопровождалось увеличением возраста насаждений, что, видимо, свидетельствует о сплошном сведении отдельных лес-

ных массивов или о переводе земель под лесами в другие категории земель.

В восточных, центральных и северных районах ЕЧР лесистость увеличилась, особенно значительно в Нечерноземье – до 16% в Тверской области. При этом в Карелии, Архангельской области и Пермском крае значительно уменьшился возраст насаждений, в основном за счет вырубки спелого хвойного леса.

Результаты выполненных авторами расчетов показали, что изменения составляющих водного баланса за 30 лет в целом для ЕЧР незначительные, особенно – суммарного испарения. В северных областях на фоне очень незначительного (на 2–3%) увеличения испарения прослеживается тенденция к некоторому уменьшению годового стока (до 6% в Новгородской области). С учетом площадей субъектов РФ и зональных величин испарения и стока [2] (табл. 3) рассчитаны измене-

**Таблица 2.** Изменения показателей структуры лесного фонда и водного баланса регионов с 1973 по 2003 г. (разность значений за 2003 и за 1973 гг.)

Субъект РФ	Возраст деревьев, лет				Л, %	Составляющие водного баланса территории, %	
	Ср	Хв	Тв	М		100 E/E <sub>0</sub>	100 Y/Y <sub>0</sub>
Области							
Архангельская*	-14	-10		-4	17.2	0.3	-0.9
Астраханская	10	0	34	4	-0.1	0.1	-0.2
Белгородская	4	6	4	-6	-0.9	0.4	-0.8
Брянская	2	5	4	1	2.3	1.2	-2.3
Владимирская	-2	-3	8	1	4.6	0.6	-1.2
Волгоградская	-6	-11	-5	8	0.7	0.2	-0.4
Вологодская	-7	-11		6	3.3	1.2	-2.1
Воронежская	1	12	-1	-4	-1.2	0.1	-0.2
Ивановская	3	2	15	3	6.0	1.4	-2.7
Калининградская	-3	-10	4	1	2.0	0.6	-1.1
Калужская	-1	0	8	-2	2.9	0.7	-1.3
Кировская	-7	-9	26	-1	5.8	1.1	-2.2
Костромская	-2	-10		5	5.8	2.4	-4.5
Курганская	-5	-6		-3	2.2	1.2	-2.3
Курская	19	12	24	14	0.0	0.4	-0.9
Ленинградская	7	4		7	2.5	-0.6	1.1
Липецкая	5	7	10	-1	-1.1	0.3	-0.5
Московская	11	15	12	8	0.8	0.1	-0.2
Мурманская	0	0	0	3	3.9	0.3	-0.7
Нижегородская	-4	-8	21	0	6.4	1.4	-2.7
Новгородская	2	-2	10	8	7.6	2.9	-5.6
Оренбургская	-5	-9	0	-1	0.6	0.1	-0.2
Орловская	-8	-15	-4	-4	-1.2	0.3	-0.5
Пензенская	-2	-4	13	-3	1.4	-0.2	0.3
Пермская	-18	-18	-55	-2	2.5	2.0	-3.7
Псковская	0	-1	17	3	2.8	1.2	-2.3
Ростовская	2	-2	6	-1	-0.8	0.1	-0.1
Рязанская	3	6	14	1	1.7	0.2	-0.5
Самарская	-3	-2	6	-2	0.7	0.1	-0.3
Саратовская	-12	-13	-8	-6	0.8	0.2	-0.3
Свердловская	-8	-10	0	0	4.3	1.9	-3.5
Смоленская	2	-2	11	5	8.7	1.7	-3.3
Тамбовская	-8	-4	-15	-10	-0.1	-0.1	0.3
Тверская	-1	-5		3	16.2	2.2	-4.4
Тульская	2	7	8	-2	0.6	0.1	-0.3
Ульяновская	-8	-12	3	0	1.4	0.3	-0.6
Челябинская	-10	-15	-3	-7	2.4	0.9	-1.7
Ярославская	4	-3	49	6	8.9	1.4	-2.7
Края							
Краснодарский	8	4	8	6	-1.8	-0.1	0.1
Ставропольский	-7	-73	-5	-7	-5.5	-0.2	0.5
Республики							
Башкортостан	-5	-15	9	1	0.8	0.3	-0.5
Калмыкия	56	0	63	3	0.0	0.0	0.0
Карелия	-19	-23	0	7	6.7	0.7	-1.4
Коми	-7	-7	0	-4	2.1	1.3	-2.3
Марий Эл	-4	-6	4	0	9.3	1.3	-2.5
Мордовия	-6	-1	-2	-5	2.9	0.2	-0.4
Татарстан	-3	0	-1	0	0.8	0.4	-0.7
Удмуртия	-7	-14	10	4	2.5	1.8	-3.5
Чувашская	-8	-16	0	-4	2.6	0.3	-0.5

\* К 2003 г. из Архангельской области в отдельную учетную единицу был выделен Ямало-Ненецкий АО с характерным тундровым типом ландшафта, ранее включавшийся в эту область и соответственно влиявший на статистику по ее залесенности. Изменение лесистости в Архангельской области, по данным на 2003 г., вызвано в том числе этим изменением границ.

**Таблица 3.** Структура землепользования и региональные составляющие водного цикла на 2003 г. Зоны: 1 – лесная, 2 – лесостепная, 3 – степная, 4 – Краснодарский край (субтропики) [2, 10]

Субъект РФ	Зона	Площадь региона, тыс. км <sup>2</sup>	Л, %	Доля сельскохозяйственных угодий, %	E <sub>0</sub> , мм	Y <sub>0</sub> , мм
Области						
Архангельская	1	480.0	54.1	1	358	322
Астраханская	3	44.1	1.8	48	274	6.4
Белгородская	2	27.1	8.6	67	519	101
Брянская	1	34.9	32.9	43	561	159
Владимирская	1	29.0	51.0	27	543	151
Волгоградская	3	114.1	4.3	70	412	38
Вологодская	1	145.7	69.9	7	541	274
Воронежская	2	52.4	8.3	66	528	72
Ивановская	1	23.9	46.9	24	543	173
Калининградская	1	13.3	18.3	41	532	218
Калужская	1	29.9	44.8	28	526	176
Кировская	1	120.7	63.5	18	489	231
Костромская	1	60.2	74.0	12	511	236
Курганская	2	71.0	21.4	38	448	18
Курская	2	29.8	7.9	59	545	130
Ленинградская	1	85.9	55.6	7	510	260
Липецкая	2	24.1	7.6	66	524	106
Московская	1	47.0	41.0	28	492	188
Мурманская	1	144.9	36.9	0	258	382
Нижегородская	1	74.8	48.0	31	550	150
Новгородская	1	55.3	64.4	8	501	269
Оренбургская	3	123.9	4.6	78	446	59
Орловская	2	24.7	7.8	66	547	140
Пензенская	2	43.2	21.4	48	513	117
Пермская	1	160.7	69.0	11	432	312
Псковская	1	55.3	38.3	20	548	222
Ростовская	3	100.8	2.5	73	497	33
Рязанская	1	39.6	25.3	45	447	136
Самарская	3	53.7	12.7	56	440	74
Саратовская	3	100.2	6.0	67	414	56
Свердловская	1	194.7	67.5	9	441	149
Смоленская	1	49.8	40.8	24	535	215
Тамбовская	2	34.3	10.5	61	515	110
Тверская	1	84.2	53.8	19	515	222
Тульская	2	25.7	13.8	45	471	165
Ульяновская	2	37.3	26.7	37	480	92
Челябинская	2	87.9	29.2	45	516	72
Ярославская	1	36.3	45.4	23	508	225
Края						
Краснодарский	4	83.6	20.4	51	609	201
Ставропольский	3	80.6	1.5	61	527	88
Республики						
Башкортостан	2	143.6	39.2	49	453	177
Калмыкия	3	75.9	0.2	51	378	6.8
Карелия	1	172.4	52.6	1	404	306
Коми	1	415.9	72.4	1	370	375
Марий Эл	1	23.2	55.6	29	533	162
Мордовия	1	26.2	27.0	54	494	116
Татарстан	2	68.0	17.2	62	450	126
Удмуртская	1	42.1	46.4	40	453	178
Чувашская	1	18.3	32.0	47	541	119

**Таблица 4.** Сценарии вариантов землепользования

Заращение бывших сельскохозяйственных полей лесом, % территории области в год (только для лесной зоны)	Лесозаготовки спелого леса или уничтожение старого леса вредителями, % лесопокрытой площади в год
0	0
0.1	0.1
0.2	0.3
0.5	0.5
0.7	0.7
1	1
1.5	1.5
2	2
	2.5
	3

ния водного баланса в абсолютных величинах. Для всей ЕЧР в связи с изменениями в лесном фонде за 30 лет суммарное испарение увеличилось примерно на 3.5 мм, годовой сток уменьшился на ту же величину; в бассейне Волги испарение соответственно возросло на 4 мм, а сток снизился на ту же величину (примерно на 2%). Наибольшие изменения произошли: в лесных зонах ЕЧР (испарение выросло на 5 мм, сток умень-

шился на 5 мм) и бассейна Волги (аналогичные изменения в 7 мм).

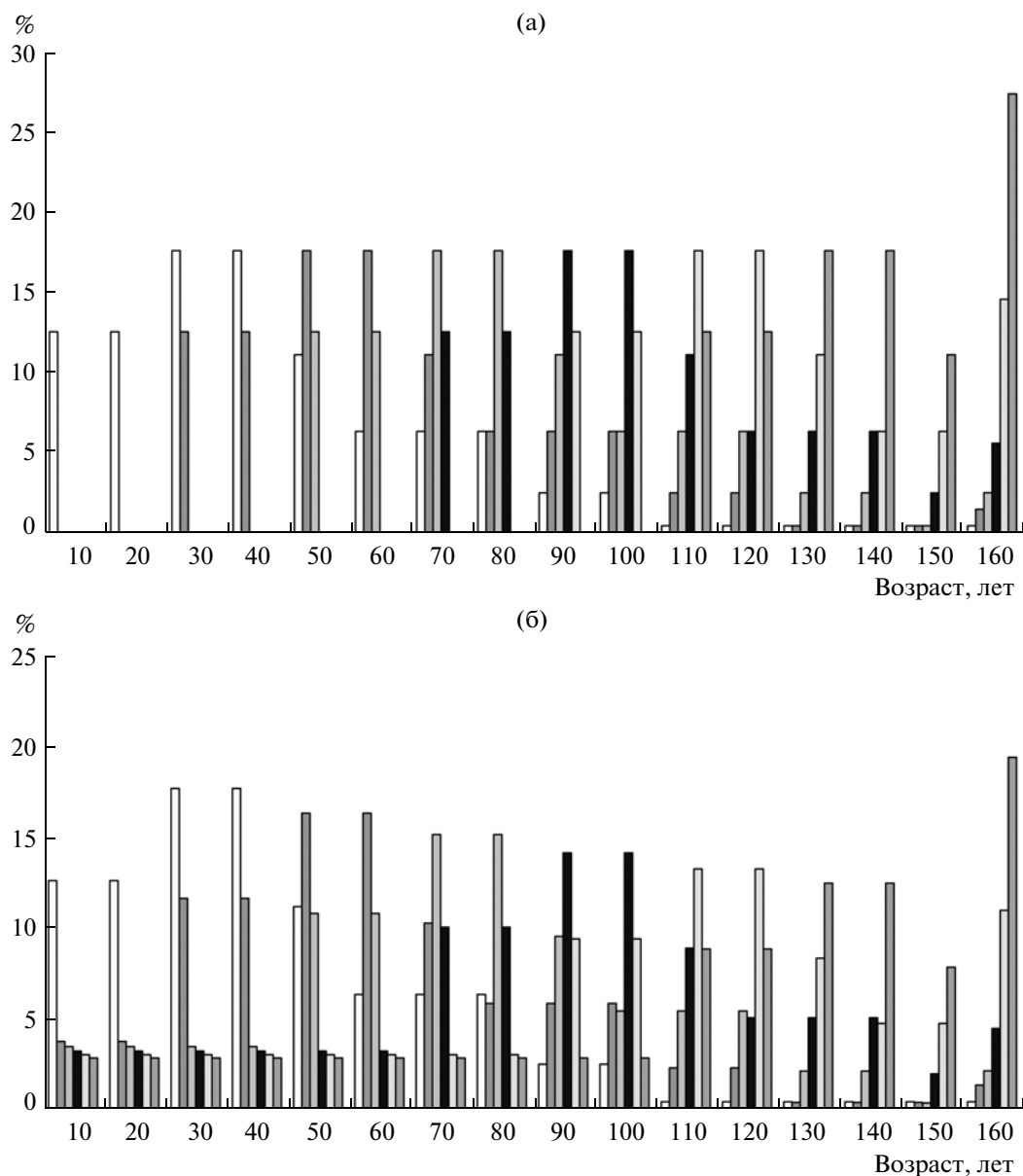
#### ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА И ИСПАРЕНИЯ В БУДУЩЕМ

В настоящем исследовании предпринята попытка оценки возможных изменений стока и испарения в ближайшие 100 лет в случае резкого сокращения сельскохозяйственных угодий, зарастания полей лесом в лесной зоне ЕЧР, а также осуществления рубок леса различной интенсивности. При этом предполагалось, что в качестве начальных условий может рассматриваться структура землепользования в 2003 г. [8, 10, 20] (табл. 3). Для всех субъектов РФ на территории ЕЧР смоделированы возрастные структуры лесов, испарение и речной сток в XXI в. В качестве расчетных сценариев использовались всевозможные комбинации вариантов землепользования (табл. 4, столбцы 1, 2). На рис. 3 и 4 приведен пример расчетной структуры лесов и изменения испарения в Нижегородской области.

Для некоторых регионов были сопоставлены значения речного стока, полученные для первой половины XXI в., с аналогичными данными О.И. Крестовского [6] (табл. 5). По расчетам авторов настоящей статьи отмечается более значительное сокращение стока. Разница, возможно, объясняется несколько отличающимися расчет-

**Таблица 5.** Изменение годового стока рек (% от нормы) под влиянием вырубок и восстановления лесов, зарастания сельскохозяйственных полей (по О.И. Крестовскому (I) и по расчетам авторов статьи (II))

Субъект РФ	Источник						
	I	II					
	1980–2050 гг.	2000–2050 гг.			2050–2100 гг.		
	среднее	среднее	от	до	среднее	от	до
Области							
Псковская	–2	–5	–4	–6	–5	2	–11
Тверская	–2	–9	–8	–10	–6	2	–13
Ленинградская	–5	–6	–5	–9	–5	3	–12
Вологодская	0	–9	–8	–10	–7	2	–13
Кировская	–4	–10	–9	–10	–7	1	–14
Пермская	0	–9	–8	–11	–7	1	–13
Республика Карелия	1	–6	–6	–7	–5	2	–9



**Рис. 3.** Модельная возрастная структура лесов Нижегородской области в XXI в. в отсутствие вырубki при зарастании сельскохозяйственных полей лесом: а – 0, б – 0.2, в – 0.5, г – 2% территории в год. 1 – 2003, 2 – 2023, 3 – 2043, 4 – 2063, 5 – 2083, 6 – 2103 гг.

ными периодами, использованием О.И. Крестовским прогнозных, а авторами настоящей статьи – фактических данных по залесенности и возрастной структуре лесов регионов на начало XXI в. О.И. Крестовский не учитывал изменение лесистости территории в результате восстановления леса на заброшенных сельскохозяйственных полях.

Для сравнения приведены данные по стоку за вторую половину XXI в. Отметим, что средний расчетный сток несколько увеличивается, а диапазон возможных его изменений значительно рас-

ширяется. Есть сценарии, по одним из которых сток может увеличиться на 1–3%, а по другим – уменьшиться на 14% по сравнению с региональной нормой.

Модельные расчеты испарения и стока были интегрированы: для всей территории ЕЧР – с учетом возможных рубок старого леса, а для лесной зоны ЕЧР и бассейна Волги – с учетом совместного воздействия рубок леса и возможного зарастания сельскохозяйственных земель лесом. На рис. 5 приведен график экстремальных прогно-



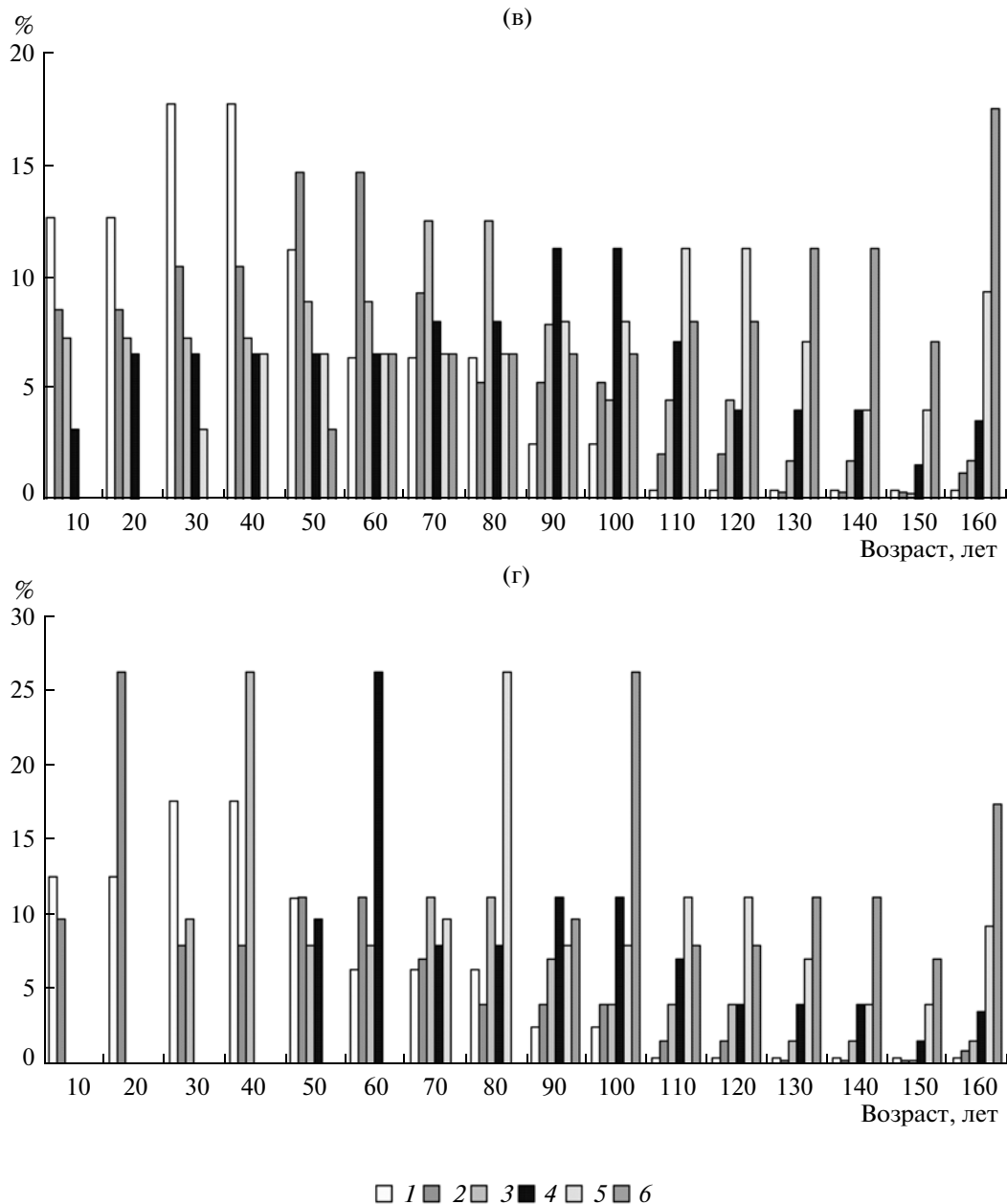


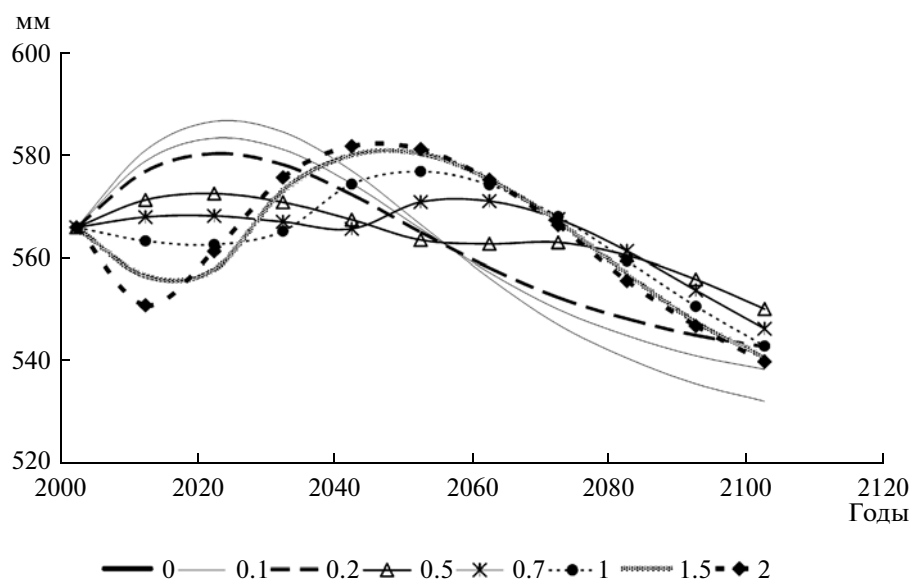
Рис. 3. Окончание.

ных значений испарения и стока в течение XXI в. при реализации приведенных сценариев землепользования в лесной зоне ЕЧР. В табл. 6 представлены диапазоны возможных изменений суммарного испарения и речного стока в лесной зоне ЕЧР и в бассейне Волги, связанных с рубками леса и уменьшением распашки полей к 2023, 2053 и 2103 гг. Возможные изменения представляются уже достаточно значительными. Максимально они могут достигать 10% для испарения и 15% — для речного стока. Таким образом, изменения вод-

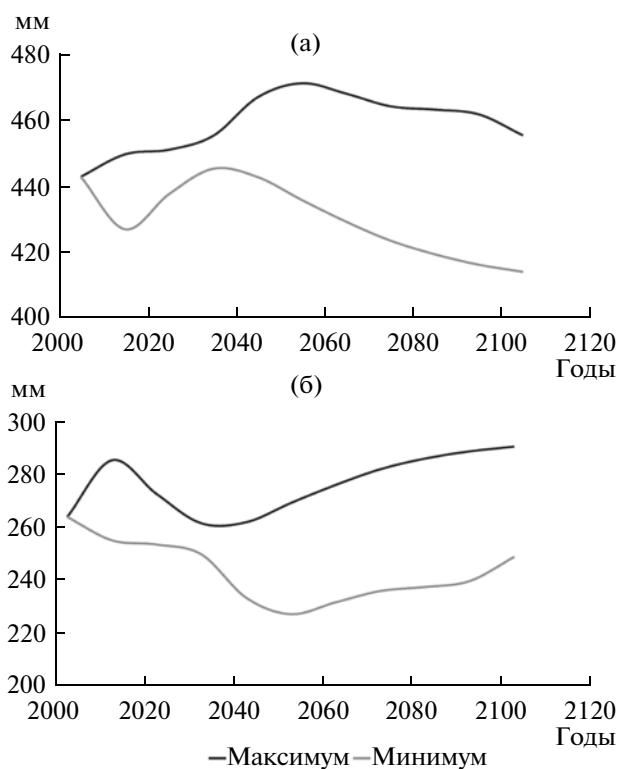
ного баланса только за счет изменения структуры леса в результате хозяйственной деятельности (или, напротив, отсутствия таковой) могут быть достаточно весомыми и проявляться не только на локальном, но и на региональном уровнях.

## ВЫВОДЫ

Результаты выполненных расчетов показали, что изменения составляющих водного баланса за



**Рис. 4.** Модельная динамика суммарного годового испарения в Нижегородской области в XXI в. в отсутствие рубок при зарастании сельскохозяйственных полей лесом (% площади области в год).



**Рис. 5.** Максимальные и минимальные оценки испарения (а) и речного стока (б) в лесной зоне ЕЧР при реализации всех рассмотренных сценариев изменения лесной структуры.

**Таблица 6.** Диапазон возможных изменений суммарного испарения и годового стока в лесной зоне ЕЧР (I) и в бассейне Волги (II) за счет изменения структуры лесных угодий в XXI в. (% от значений за 2003 г.)

Год	Регион	Испарение		Сток	
		минимум, %	максимум, %	минимум, %	максимум, %
2023	I	98.8	101.9	96.0	103.3
2023	II	98.9	102.7	93.4	102.0
2053	I	98.4	106.4	86.0	102.0
2053	II	98.7	105.9	87.1	101.6
2103	I	93.5	102.8	94.3	110.1
2103	II	92.9	102.5	95.0	112.8

1973–2003 гг. как в среднем для ЕЧР, так и для отдельных ее субъектов невелики (около 2%).

В середине и к концу XXI в. возможные изменения водного баланса только за счет изменения структуры лесных угодий могут быть значительными (до 10% для испарения и 15% для стока) не только на локальном, но и на региональном уровнях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Братцев С.А. Влияние вырубок леса на водный баланс территории Коми АССР // Тр. Коми фил. АН СССР. 1982. № 50. С. 45–57.
2. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. Л.: Гидрометеоздат, 1967. 198 с.
3. Воронков Н.А. Роль лесов в охране вод. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 287 с.
4. Высоцкий Г.Н. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов. М.: Гослестехиздат, 1938. 68 с.
5. Идзон П.Ф. Лес и водные ресурсы. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 153 с.
6. Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 119 с.
7. Крестовский О.И., Кнize А.А. Об оценках гидрологической роли леса // Метеорология и гидрология. 1999. № 6. С.90–97.
8. Лесной фонд СССР (по учету на 1 января 1973 г.). М.: Лесн. пром-сть, 1976. Кн. I. 600 с.
9. Львович М.И. Человек и воды. М.: Географгиз, 1963. 568 с.
10. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А. и др. Динамика сельскохозяйственных земель в России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: Геос, 2010. 416 с.
11. Молчанов А.А. Влияние леса на окружающую среду. М.: Наука, 1983. 359 с.
12. Охрана окружающей среды в России. М.: Росстат, 2008. 253 с. [http://www.gks.ru/doc\\_2008/ohr\\_sr08.pdf](http://www.gks.ru/doc_2008/ohr_sr08.pdf)
13. Рахманов В.В. Гидроклиматическая роль лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 241 с.
14. Соколов А.А. О чем шумит русский лес. Л.: Гидрометеоздат, 1962. 96 с.
15. Соколовский Д.Л. Речной сток. Л.: Гидрометеоздат, 1968. 531 с.
16. Федоров С.Ф. Исследование элементов водного баланса в лесной зоне Европейской территории СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1977. 264 с.
17. Шпак И.С. Влияние леса на водный баланс водосборов. Киев: Наук. думка, 1968. 284 с.
18. <http://forest-market.ru/info/guide/html/dictionary.php>
19. [http://glossary.ru/cgi-bin/gl\\_sch2.cgi?R0pDwzvui:llxz, qo](http://glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?R0pDwzvui:llxz, qo)
20. [http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest\\_cdrom/russian/for\\_fund\\_ru.html](http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest_cdrom/russian/for_fund_ru.html)