

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СЛУЧАЙНОГО ОТПАДА
С ДИАМЕТРАМИ ОСНОВНЫХ ПОРОД ОСТРОВНОЙ ЧАСТИ
ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

**INTERRELATION OF OCCURRENCE OF CASUAL DYING OFF
WITH DIAMETERS OF THE BASIC BREEDS OF THE ISLAND
PART OF THE CHEBOKSARY WATER BASIN**

© 2011 г. А. В. Захаров, И. А. Алексеев

Аннотация. Итоги 25-летнего мониторинга островной части Чебоксарского водохранилища. Составлены уравнения связи выявляющие зависимость встречаемости случайного отпада с диаметрами основных пород островной части водохранилища. Уравнения связи упрощены и адаптированы для применения их на производстве. Найдена зависимость между продолжительностью затопления и запасом растущего леса. Заложены пробные площади по унифицированной методике лесопатологической таксации, разработанной профессором И.А. Алексеевым. При этом, как категории санитарного состояния (17 категорий), так и количественные характеристики наличного, свежего, случайного и годичного отпадов определялись дифференцированно с разделением по группам причин образования: естественный, случайный, патологический. Установлено, что увеличение в островных лесах водохранилища снеголома и бурелома связано как с увеличившимся ветровым режимом и развитием поверхностных корневых систем, так и со стволовыми и корневыми гнилями, снижающими ветроустойчивость деревьев. В островных лесах водохранилища

наблюдается повышенный случайный отпад за счёт ветровала, бурелома, снеговала, которые отчасти происходят из-за повышенной гнили корней гигрофильных пород. Полученные уравнения связи имеют практическое значение для установления предположительных объёмов случайного отпада в островных лесах водохранилища, а также применимы для прогнозной характеристики с целью назначения санитарно-оздоровительных мероприятий.

Ключевые слова. Подтопление, случайный отпад, патологический отпад, естественный отпад, уравнения связи.

The summary. Results of the 25-year monitoring of the island part of Cheboksary reservoir. Constraint equations are written revealing the dependence of occurrence of accidental extinction with diameters of basic rocks of the island part of the reservoir. Constraint equations are simplified and adapt them for use in the workplace. Found a relationship between the duration of flooding and the growing stock of the forest. Sample plots laid by the unified methodology patolgicheskoy forest inventory, developed by Professor I. Alekseev. Moreover, as the health of the category (17 categories), and quantitative characteristics of the cash, fresh, casual and the withering away of one year were determined differentially-division causes of groups: natural, accidental, pathological. An increase in the island forests of the reservoir and down wind snegoloma associated both with increased wind conditions and the development of shallow root systems, and the stem and root rot, reducing the wind resistance of trees. In the island forests of the observed increase in the reservoir due to accidental death of the wind, down wind, snegovala which are partly due to the increased root rot hygrophilous species. The resulting constraint equations are of practical importance to establish the alleged amount of random extinction in the island forests of the reservoir, as well as useful for forecasting performance for the appointment of sanitary and health measures.

Keywords. Flooding, accidental death, morbid death, natural death, the communication equations.

Введение. В результате изменения ветрового и водного режима, который произошел вследствие увеличения акватории, страдают островные леса, так как подгнившие корни, размягченные по структуре, находятся неглубоко в земле, что приводит к ветровалу и снеголому. Увеличение в островных лесах водохранилища снеголома и бурелома связано не только с увеличившимся ветровым режимом и развитием поверхностных корневых систем, но и со стволовыми и корневыми гнилями, снижающими ветроустойчивость деревьев.

Цель. Обнаружить закономерности разрушения пород островных лесов буреломом и ветровалом, снеголомом и снеговалом в разрезе диаметров основных пород.

Задача. По результатам обработки пробных площадей, заложенных в островной части водохранилища, найти закономерности связи разрушения деревьев основных лесобразующих пород буреломом и ветровалом, снеголомом и снеговалом от таксационных признаков и выразить их математическими уравнениями.

Объект. Объекты исследования, в количестве 16 пробных площадей, расположены на левом берегу Чебоксарского водохранилища. Подъёмы от уреза воды выбирались пологие. Учётные деревья находящиеся от уровня воды до 7 метров имели возраст 30-35 лет, от 7 до 13 м. – 30-80 лет. С учётом повышенного грунтового увлажнения типы лесорастительных условий изменялись от A_3 до C_5 .

Методика. Полевые учёты проводились на трансектах, заложенных по гранту Минэкологии Марий Эл для экологического мониторинга лесов, проводимого профессором И.А. Алексеевым. Пробные площади закладывались по унифицированной методике лесопатологической таксации, разработанной профессором И.А.

Алексеевым (1975-2006). При этом, как категории санитарного состояния, так и количественные характеристики наличного, свежего, случайного и годичного отходов определялись дифференцированно с разделением по группам причин образования: естественный, случайный, патологический. Такой подход в литературе по фитопатологии и в области изобретений опубликовывался только в трудах профессора И.А. Алексеева (2000). Полевой учет проводили по 17 категориям санитарного состояния для стоящих деревьев и трём категориям для валежной древесины. Причем валеж делился на: свежий, полуделовой, средний, полуразрушенный и неликвид. Статистические вычисления проводились на персональном компьютере с учетом крупных полевых погрешностей с использованием методических подходов М.Л. Дворецкого (1964) А.С. Молостова (1963), В.Е. Доспехова (1974). При этом выбирались простые уравнения связи, применение которых более доступно в производственном процессе, но в то же время отвечает допустимым уровням погрешностей. [1,2]

Уравнения связи подверженности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (1), берёзы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) и ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) в островной части Чебоксарского водохранилища бурелому и ветровалу выглядят следующим образом:

Сосна обыкновенная:

$$P_{\%} = -19.25 + 26.98x - 3.08x^2 \quad (1)$$

$$r = 0.771 \pm 0.143; r/m_r = 5.37 > 3,0$$

где, $P_{\%}$ – вероятность встречаемости случайного отпада (бурелом, снеголом) в процентах;

x – показатель от 1 до 8, где $x = 1$ (диаметр дерева (d) – 12 см), $x = 2$ ($d = 16$ см), $x = 3$ ($d = 20$ см), $x = 4$ ($d = 24$ см), $x = 5$ ($d = 28$ см), $x = 6$ ($d = 32$ см), $x = 7$ ($d = 36$ см), $x = 8$ ($d = 40$ см);

r – коэффициент корреляции связи вычисленных параметров с фактическими данными (процентами поражения);

r/m_r – оценка ошибки уравнения связи.

Связь абиотического разрушения сосны обыкновенной оказалась параболической. Значительные повреждения наблюдались и на превышении в 13 м от уреза воды водохранилища.

Берёза пушистая:

$$P_{\%} = -28.1 + 30.903x - 3.25x^2 \quad (2)$$

$$r=0.609\pm 0.222; r/m_r=2.74 < 3,0$$

Связь подверженности берёзы пушистой буреломом и ветровалом от её положения от уреза воды оказалась менее тесной, но показывает тенденции к увеличению абиотического воздействия (2).

Осина обыкновенная:

$$P_{\%} = -33.54 + 30.79x - 2.97x^2 \quad (3)$$

$$r=0.563\pm 0.241; r/m_r=2.34 < 3,0$$

Осина разрушалась на уровне 11-13 м от уровня водохранилища больше, чем деревья, расположенные близко к воде (3).

Ель европейская:

$$P_{\%} = -20.29 + 25,76x - 1.97x^2 \quad (4)$$

$$r=0.829\pm 0.111; r/m_r=7.47 > 3,0$$

Ель также по мере повышения от водохранилища испытывала больше ветровые воздействия, но случайного отпада было больше по макропонижениям (4).

Из-за большого разброса минимальных и максимальных значений с пробных площадей, связь оказалась не высокой из-за большого коэффициента вариации.

Таким образом, для островных лесов водохранилища получаем следующие данные (табл. 1):

Таблица 1. Процент встречаемости ветровала и бурелома в островных лесах Чебоксарского водохранилища

Диаметр	Встречаемость бурелома и ветровала в островных лесах водохранилища, %							
	сосна обьк.		береза пушист.		осина обьк.		ель европ.	
	уравнение	факт	уравнение	факт	уравнение	факт	уравнение	факт
12	4,7	4	-0,4	8	-	1	3,5	5
16	22,9	15	10,7	12	16,2	6	23,3	18
20	34	39	35,4	33	32,1	28	39,3	41
24	39,3	48	42,5	57	42,1	49	51,2	58
28	38,6	33	45,2	44	46,2	48	59,3	57
32	31,7	28	40,3	33	44,3	47	63,3	62
36	18,6	11	29	25	36,4	31	63,5	60
40	0,5	5	11,1	14	22,7	24	59,1	63

Примечание: 1. Недостаточные промежуточные числа дополнены по методике Т.В. Строт (1998). 2. Факт – это усреднённые данные с пробных площадей ; уравнение – данные полученные через уравнения связи.

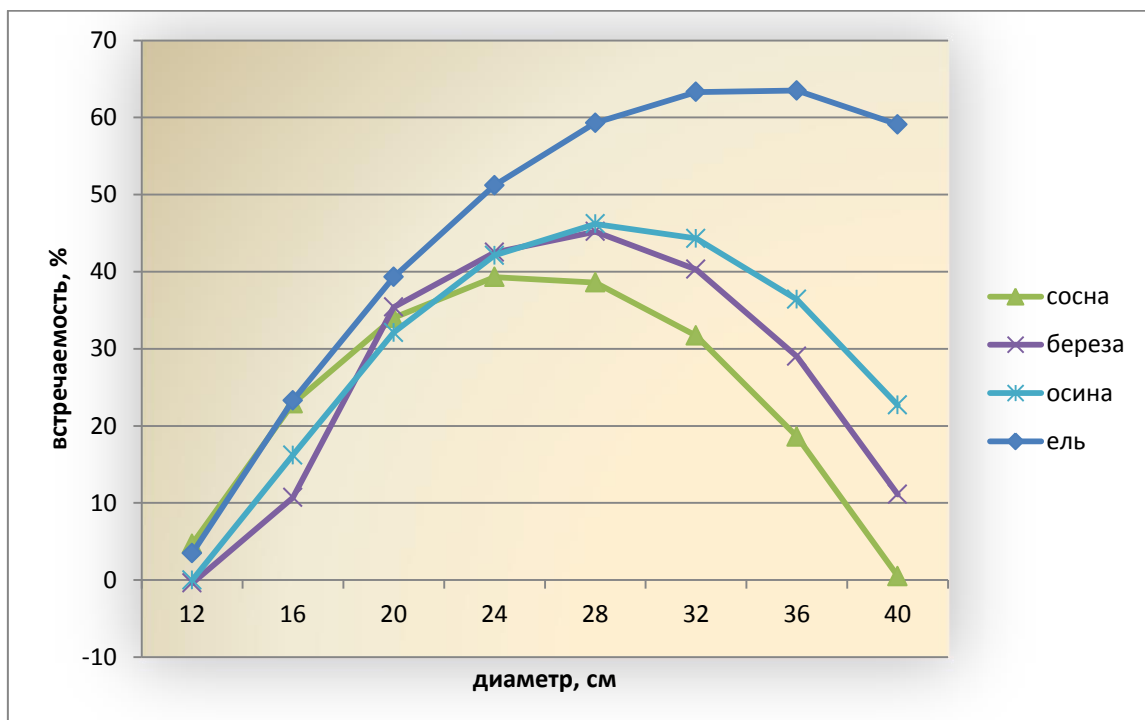


Диаграмма 1. Зависимость встречаемости ветровала и бурелома в островных лесах Чебоксарского водохранилища от диаметра древесных пород

Анализируя диаграмму, следует отметить, что связи по всем древесным породам параболические, кроме ели европейской, где она ближе к прямолинейной. Условия поверхностного увлажнения сказались на строении корневой системы, что привело к увеличению ветровала и снеговала (диаграмма 1).

Уравнения связи встречаемости у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (5), берёзы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) и ели европейской (*Picea abies* (L.)

Karst.) в островной части Чебоксарского водохранилища снеголома и снеговала выглядят следующим образом:

Сосна обыкновенная:

$$P_{\%} = 19.33 - 2.57x \quad (5)$$

$$r = 0.672 \pm 0.194; r/m_r = 2.95 < 3,0$$

Более всего от снеговала и снеголома пострадали тонкомерные деревья сосны (5).

Береза пушистая:

$$P_{\%} = 1.27 + 2.72x - 0.375x^2 + 0.004x^3 \quad (6)$$

$$r = 0.463 \pm 0.227; r/m_r = 2.04 < 3,0$$

Следует отметить, что для берёзы уравнения связи встречаемости снеголома и снеговала на уровне 1-5 м от уровня воды не подтверждались (6).

Осина обыкновенная:

$$P_{\%} = -1.0 + 3.5x - 0.393x^2 \quad (7)$$

$$r = 0.237 \pm 0.272; r/m_r = 0.811 < 3,0$$

Ель европейская:

$$P_{\%} = -0.46 + 3.28x - 0.434x^2 \quad (8)$$

$$r = 0.406 \pm 0.241; r/m_r = 1.68 < 3,0$$

Снеголомы осины и ели были напрямую связаны с диаметрами ствола (7,8).

Таким образом, для островных лесов водохранилища получаем следующие данные (табл. 2):

Таблица 2. Процент встречаемости снеголома и снеговала в островных лесах Чебоксарского водохранилища

Диаметр	Встречаемость снеголома и снеговала в островных лесах водохранилища, %							
	сосна обик.		береза пушист.		осина обик.		ель европ.	
	уравнение	факт	уравнение	факт	уравнение	факт	уравнение	факт
12	16.8	16	3.6	3	2.1	2	2.4	2.8
16	14.2	15	5.2	5	4.4	4	4.3	3.9
20	11.6	12	6.1	8	6.0	7	5.5	6.8
24	9.0	9	6.2	8	6.7	8	5.7	6.2
28	6.5	6	5.5	5	6.7	6	5.1	5.1
32	3.9	4	4.1	3	5.9	6	3.6	4.2
36	-	1	-	2	-	4	1.2	3.3

Закономерности связи снеговала и снеголома с диаметрами стволов в островных лесах для березы, осины и ели не доказываются, так как это явление носит случайный характер, что приводит к большому разбросу данных, но прослеживаются некоторые тенденции изменения в сторону снижения процента повреждения.

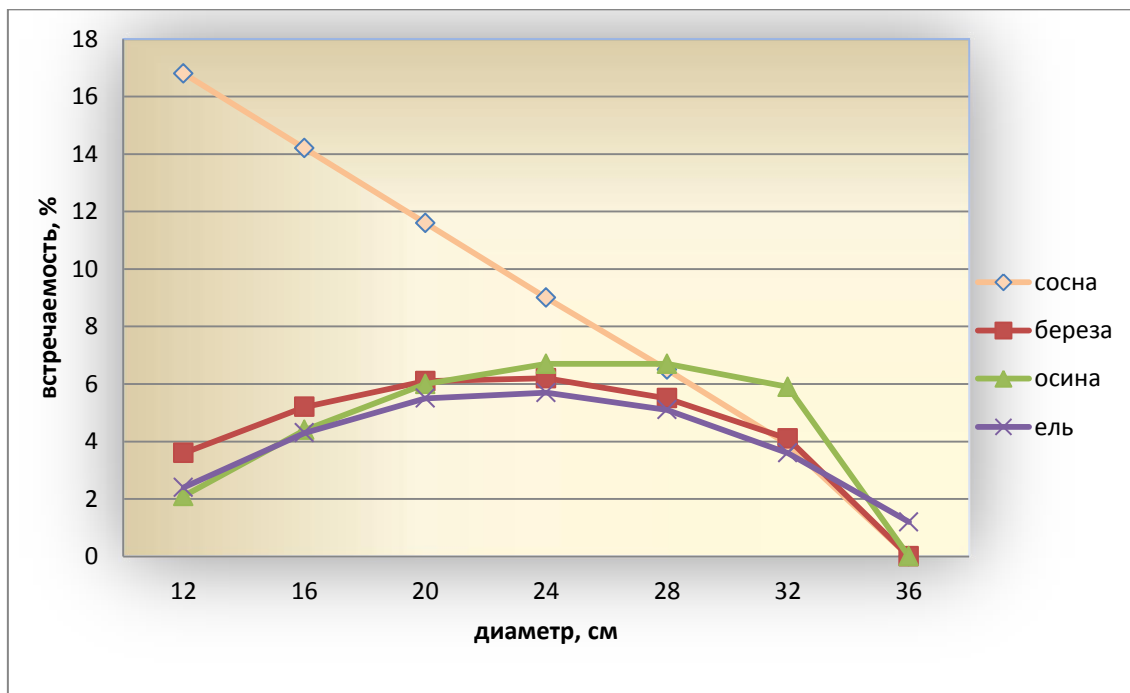


Диаграмма 2. Зависимость встречаемости снеголома и снеговала в островных лесах Чебоксарского водохранилища от диаметра древесных пород

Анализируя диаграмму, следует отметить, что связи по всем древесным породам параболические, кроме сосны европейской, где она прямолинейна (диаграмма 2).

Чтобы в целом охарактеризовать негативное влияние водохранилища на островную часть, нами был проведён анализ продуктивности в части запаса древесины на гектар площади (табл. 3) [3, 4, 5, 6]. Найдена зависимость между возрастом древостоя и запасом растущего леса в условиях подтопления (9):

$$M, \text{ м}^3/\text{га} = -92.7 + 123x - 14.3x^2 \quad (9)$$

$$r=0.386 \pm 0.237; r/m_r = 2.42 < 3,0$$

где, $M, \text{ м}^3/\text{га}$ – фактические данные среднего запаса насаждений островной части Чебоксарского водохранилища;

x – показатель от 1 до 7, где $x = 1$ (продолжительность подтопления (А) – 5 лет), $x = 2$ (А = 10 лет), $x = 3$ (А = 15 лет), $x = 4$ (А = 20 лет), $x = 5$ (А = 25 лет), $x = 6$ (А = 30 лет), $x = 7$ (А = 35 лет).

Таким образом, достоверность связи растущего запаса с возрастом не доказывается и находится на уровне вероятности 10%.

Таблица 3. Возрастной тренд запаса растущего леса островной части Чебоксарского водохранилища

Пробная площадь №1							
Продолжительность подтопления, лет	5	10	15	20	25	30	35
Фактические данные запаса, м ³ /га	15	43	122	231	200	160	120
по уравнению	37	125.2	230.5	259.6	229.5	149.2	9.7
Пробная площадь №2							
Фактические данные запаса, м ³ /га	25	80	120	160	121	78	20
по уравнению	26.6	82.5	114.6	122.9	107.5	68.3	5.9

Полученные данные показывают начало разрушения лесов, особенно после 20 лет затопления на обеих пробных площадях (табл. 3).

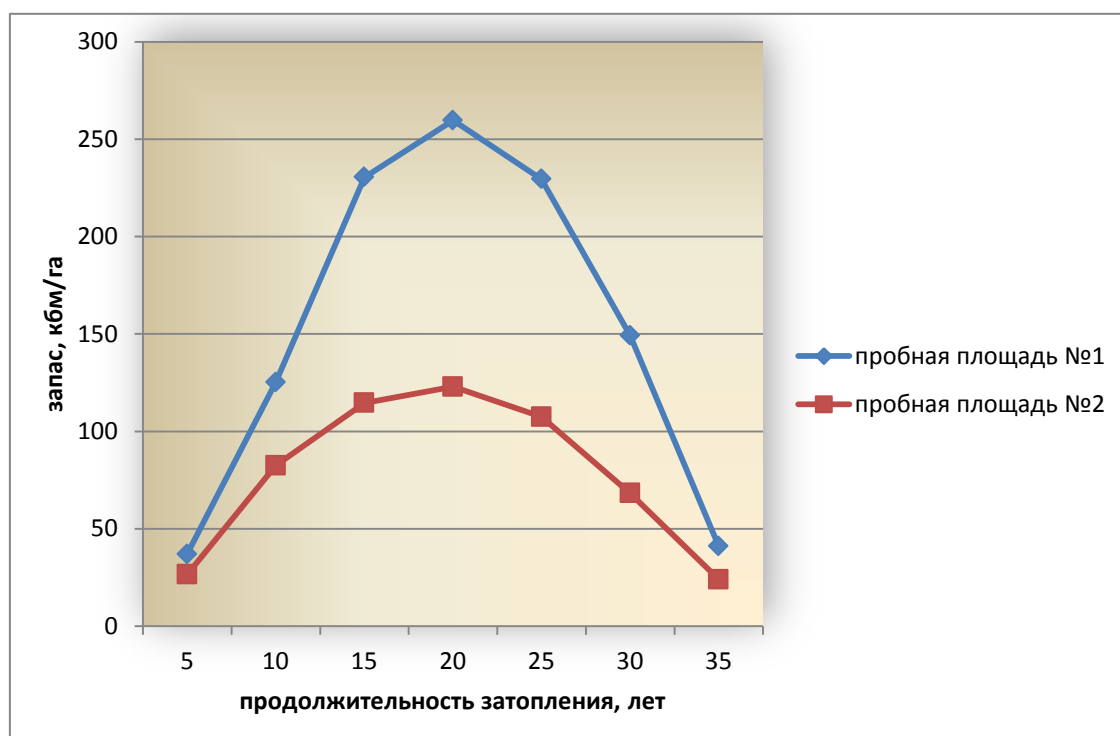


Диаграмма 3. Взаимосвязь продолжительности подтопления с фактическим запасом растущего леса островной части Чебоксарского водохранилища

Связь продолжительности подтопления с запасом насаждений имеет параболическую форму (диаграмма 3).

Выводы. Количество ветровальной и буреломной древесины увеличилось пропорционально возросшей площади поверхности водохранилища, которая способствует усилению ветров юго-западного направления не только в островных лесах, но и на 3–4 террасах на глубину до 4 км от уреза воды.

В островных лесах водохранилища наблюдается повышенный случайный отпад за счёт ветровала, бурелома, снеговала, которые отчасти происходят из-за повышенной гнили корней гигрофильных пород (берёза пушистая, ольха черная). [7,8]

Площадь островных лесов Чебоксарского водохранилища за последний 20 лет уменьшилась примерно в 2 раза (до 900 га). Древесина случайного отпада составила 90% общего запаса, остальная часть относится к патологическому (гнили стволов) и естественному отпаду. Вся древесина оказалась непригодной для эксплуатационного использования. Потери запаса по сосне и ели составили 30,2 тыс. м³, а по ольхе, березе, осине и ветле – 157,8 тыс. м³. При среднем выходе деловой древесины 50%, потери с момента затопления по настоящее время составили 3739,65 тыс. руб., а для дровяной древесины – 173,25 тыс. руб. Экономические потери за последние десять лет составили в среднем 390,9 тыс. руб., в т.ч. за 2010 год – 45 тыс. руб. Большая часть древесины падает в воду, где идёт выделение её растворимой части, целлюлозы, что в дальнейшем создаёт благоприятные условия для развития сине-зелёных водорослей и тины [9, 10, 11, 12].

Полученные уравнения связи могут использоваться не только для установления предположительных объёмов случайного отпада в островных лесах водохранилища (ветровал и бурелом, снеговал и снеголом), но и для прогнозной характеристики с целью назначения санитарно-оздоровительных мероприятий, в т.ч. и на перспективу.

Библиографический список.

1. Дворецкий М. Л. Практическое пособие по вариационной статистике. Йошкар-Ола, 1961. 100 с.
2. Молостов А. С. Элементы вариационной статистики. Киев: Урожай, 1965. 180 с.
3. Алексеев И. А. Ущерб Марийской АССР от затопления ее земель Чебоксарской ГЭС // Комплексная оценка результатов строительства и эксплуатации Чебоксарской ГЭС: Тез. докл. Горький: Горьк. инж. – строит, ин-т., 1989. с. 60-64.
4. Алексеев И. А. Грибные эпифитотии, связанные с подтоплением лесов водохранилищем Чебоксарской ГЭС // Разрушение хвойных лесов таежной зоны биотическими и абиотическими факторами. Петрозаводск: Карельск. фил. АН СССР, 1991. с. 4-5.
5. Коровин В. В., Мальщук Н. В., Щекалев Р. В. Рост средневозрастных и приспевающих сосновых древостоев на территории водосбора Горьковского водохранилища // Известия вузов. Лесной журнал, 2007. №3. с. 21-28.
6. Забродина Н. В. Влияние Чебоксарского водохранилища на прирост деревьев // Защита и обустройство природной среды: сб. статей школьников и студ., бакалавров и магистров, асп. и молодых ученых / под ред. проф. П. М. Мазуркина. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. с. 78-79.
7. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993. 231 с.
8. Дьяконов К. Н. Влияние крупных равнинных водохранилищ на леса прибрежной зоны. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 127 с.
9. Алексеев И. А. Защита растений: болезни газонных трав: учеб. пособие. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. 336 с.

10. Алексеев И. А., Полубояринов О.И. Лесное товароведение с основами древесиноведения. Йошкар-Ола.: МарГТУ, 2006. 457 с.
11. Корпачев В. П., Рябоконт Ю. И. Методологические основы прогнозирования экологического состояния водохранилищ ГЭС, построенных в лесопокрытых регионах Сибири // Хвойные бореальные зоны. 2007. №1. с. 100-107.
12. Алексеев И. А., Роженцов А. П. Анализ количественного и качественного состава древесины, затонувшей на водных объектах Республики Марий Эл // Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 200-летию С. - Петербургской государственной академии; 11 апреля 2003 г. С.-Пб.: ЛТА, 2003. с. 40-45.

The bibliographic list.

1. Dvoreckij M. L. The practical grant on the variation statistics. Joshkar-Ola, 1961. 100 s.
2. Molostov A. S. Elements of variation statistics. Kiev: Urozhaj, 1965. 180 s.
3. Alekseev I. A. Damage from flooding the Mari ASSR its land Cheboksary GES // Comprehensive evaluation of construction and operation of the Cheboksary hydroelectric power station: Tez. dokl. Gor'kij: Gor'k. inzh. – stroit, in-t., 1989. s. 60-64.
4. Alekseev I. A. Fungal epiphytotic associated with flooding of forests Cheboksary hydroelectric reservoir // Destruction of conifer forests of the taiga zone of biotic and abiotic factors. Petrozavodsk: Karel'sk. fil. AN SSSR, 1991. s. 4
5. Korovin V. V., Mal'wukov N. V., Wekalev R. V. Growth of middle-aged and maturing pine stands in the Gorky Reservoir watershed // Izvestija vuzov. Lesnoj zhurnal, 2007. №3. s. 21-28.

6. Zabrodina N. V. Cheboksary reservoir influence on tree growth // Zawita i obustrojstvo prirodnoj sredy: sb. statej shkol'nikov i stud., bakalavrov i magistrov, asp. i molodyh uchenyh / pod red. prof. P. M. Mazurkina. Joshkar-Ola: MarGTU, 2005. s. 78-79.
7. Muhin V. A. Biota xylotrophic basidiomycetes West Siberian Plain. Ekaterinburg: Nauka, 1993. 231 s.
8. D'jakonov K. N. The effect of large reservoirs on the plain forests of the coastal zone. L.: Gidrometeoizdat, 1975. 127 s.
9. Alekseev I. A. Protection of plants: illnesses of lawns: ucheb. posobie. Joshkar-Ola: MarGTU, 2000. 336 s.
10. Alekseev I. A., Polubojarinov O.I. Forestry Commodity with the basics of Wood. Joshkar-Ola.: MarGTU, 2006. 457 s.
11. Korpachev V. P., Rjabokon' Ju. I. Methodological basis of forecasting the ecological state hydroelectric reservoirs built in the forested regions of Siberia // Hvojnye boreal'nye zony. 2007. №1. s. 100-107.
12. Alekseev I. A., Rozhencov A. P. The analysis of the quantitative and qualitative composition of wood, sunken in water bodies of the Republic of Mari El // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, posvjawennoj 200-letiju S. - Peterburgskoj gosudarstvennoj akademii; 11 aprelja 2003 g. S.-Pb.: LTA, 2003. s. 40-45.