

630<sup>x</sup>  
К43

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. С.М.КИРОВА

На правах рукописи

УДК 630<sup>x</sup>.1:630<sup>x</sup>.17(476):630<sup>x</sup>.181

КИРКОВСКИЙ Константин Константинович

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КРУГОВОРОТ ХИМИЧЕСКИХ  
ЭЛЕМЕНТОВ В СОСНОВЫХ И ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ПРИПЯТСКОГО  
ЗАПОВЕДНИКА

06.03.03 – Лесоведение и лесоводство;  
лесные пожары и борьба с ними

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Минск 1987

Работа выполнена в Центральном ботаническом саду  
Академии наук БССР

Научный руководитель - доктор биологических наук,  
ведущий научный сотрудник,  
лауреат Государственной  
премии БССР БОЙКО А. В.

Официальные оппоненты - доктор сельскохозяйственных  
наук, доцент ИПАТЬЕВ В. А.  
кандидат сельскохозяйственных  
наук, старший научный сотрудни-  
к ВАЛЕТОВ В. В.

Ведущее учреждение - Институт экспериментальной  
ботаники им. В. Ф. Купревича  
АН БССР

Защита состоялась ..... 19 января ..... 1986 г.  
в 7 часов на заседании специализированного совета  
К 056.01.05, в Белорусском ордена Трудового Красного  
Знамени технологическом институте им. С. М. Кирова по  
адресу: 220630, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, корпус 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
института.

Автореферат разослан ..... 3 декабря ..... 1987 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
кандидат сельскохозяйственных  
наук, доцент

И. Э. РИХТЕР

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В решениях XXVIII съезда КПСС и Октябрьского (1984 г.) Пленума ЦК КПСС намечены шаги в осуществлении актуальной экономической и политической задачи - перевода народного хозяйства на интенсивный путь развития. Научно-технический прогресс должен быть нацелен на радикальное улучшение использования природных ресурсов на всех стадиях - от добычи и комплексной переработки сырья до выпуска и использования конечной продукции. Определяющей ролью в решении этих задач в лесном хозяйстве является повышение продуктивности насаждений и комплексное использование лесосырьевых ресурсов. Изучение продуктивности и структуры фитоценозов имеет как теоретическое, так и практическое значение, поскольку дает возможность сравнить их с точки зрения биопродукционного процесса и подойти к разработке мероприятий для их рационального использования. Познавание же основных процессов биологического круговорота в лесах важно для изучения закономерностей взаимодействия растительности и почвы, позволяет выяснить роль отдельных видов растений и определить отличительные черты круговорота в различных типах леса.

Диссертационная работа является частью плановой темы "Стационарные биогеоэкологические исследования природных комплексов Припятского заповедника" (регистрационный номер 71053764), разрабатываемой в лаборатории экологии и охраны природы Центрального ботанического сада АН БССР.

Целью исследований явилось изучение закономерностей накопления фитомассы, химического состава растений и биологического круговорота азота и зольных элементов в сосновых и дубовых насаждениях в зависимости от условий произрастания.

В задачу исследований входило определение запасов и структуры фитомассы в сснках и дубравах, изучение текущего и истинного прироста, опада и отпада, взаимосвязи между таксационными показателями древостоя и различными его частями, составление весовых таблиц для фракционного состава надземной массы древесного яруса, выявления экологических особенностей химического состава растений, сопряженный анализ взаимодействия растительности и почвы, определение годичного баланса круговорота элементов питания.

Научная новизна. Детально изучены состав и структура фитомассы, годичный прирост, опад и отпад, химический состав растений, биологический круговорот веществ в каждом типе леса сосновых и дубовых насаждений. Построены ряды биологического поглощения элементов питания для всех ярусов растительности. Установлен тип круговорота в исследуемых фитоценозах. Получены уравнения регрессии, позволяющие определить весовые показатели для всех частей древостоя.

Практическая значимость. На основе выявленных закономерностей составлены таблицы выхода древесной зелени в сосняках, таблицы надземной массы и составных частей древесного яруса дубрав, которые позволяют более полно учитывать лесосырьевые ресурсы при комплексном их использовании. Разработанные весовые таблицы внедрены и используются Белорусским лесоустроительным предприятием при оставлении проектов организации и развития лесного хозяйства в лесхозах БССР.

На основании полученных коэффициентов биологического поглощения для всего фитоценоза можно установить недостаток того или иного элемента в почве, что дает возможность применить на практике конкретный вид удобрения с целью повышения продуктивности лесов.

Личный вклад. Автор непосредственно принимал участие в подборке и закладке объектов исследований, в определении биологической продуктивности и круговороту химических элементов в лесных фитоценозах. Лабораторные анализы почвы и растительных образцов проведены автором совместно с сотрудниками лаборатории экологии и охраны природы ЦБС АН БССР. Обработка материала и написание текста диссертации выполнены автором.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на заседаниях Ученого Совета ЦБС АН БССР (1976-1980 гг.), на V научной конференции молодых ученых АН БССР по современным проблемам биологии, посвященной 60-летию ВЛКСМ (Минск, 1978), на Всесоюзном совещании биотеносологов (Днепропетровск, 1978), на II Всесоюзной конференции молодых ученых по проблемам охраны природы (Знаменское - Садки, 1979), на I делегатском съезде Белорусского республиканского ботанического общества (Минск, 1983).

По теме диссертации опубликовано 16 работ, в которых

отражены основные результаты исследований.

Объем и структура диссертации. Работа изложена на 304 страницах машинописного текста (основной текст на 146 страницах) и состоит из введения, пяти глав и выводов. Диссертация включает 66 таблиц, 29 рисунков, списка литературы из 316 источников (22 иностранных) и приложения на 70 страницах.

## I. Природные условия Припятского заповедника

Припятский заповедник образован в 1969 году на площади 60,8 тыс.га с целью сохранения в естественном состоянии ландшафтно-гидрологического комплекса Белорусского Полесья и изучения на его базе биогеоценотических процессов и прогнозирования изменения компонентов биогеоценозов, нарушенных хозяйственной деятельностью человека.

Дается краткая характеристика геологического строения территории, рельефа, гидрографии, климата, почвенного и растительного покрова. Согласно геоботаническому районированию территории (Юркевич, Гельтман, 1965) заповедник расположен в подзоне грабовых дубрав (широколиственно-сосновых лесов) в Полесско-Приднепровском лесорастительном районе.

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

Программой работ предусматривалось: исследование структурно-функциональных особенностей верхних и нижних ярусов растительности, почвенно-грунтовых условий, биологической продуктивности фитоценозов, особенностей круговорота органической массы; выявление экологических и видовых различий в химическом составе растений; сопряженный анализ взаимодействия растительности и почвы с последующим построением рядов биологического поглощения; определение годичного баланса и установление типа биологического круговорота химических элементов; изучение взаимосвязи между таксационными показателями насаждений и частями древостоя с последующим составлением весовых таблиц.

Закладку пробных площадей (III) производили в соответствии с общепринятой методикой в лесной таксации и биогеоценологии (Сукачев, Зонн, 1961; Захаров, 1967). При установлении

типа леса использовали лесотипологическую классификацию и методические разработки И.Д.Юркевича (1980), И.Д.Юркевича, В.С.Гельтмана (1965). Механические, агрохимические и водно-физические свойства почвы изучали по общепринятым методикам в почвоведении и агрохимии. Биологическую продуктивность, годичный прирост, опад и отпад насаждений определяли по методикам А.А.Молчанова, В.В.Смиронова (1967), Л.Е.Родина, Н.П.Ремезова, Н.И.Базилевич (1968), Л.А.Гришиной, Е.М.Самойловой (1971). Определение азота, фосфора, калия, кальция и магния в растительных образцах производили методом мокрого озоления (Петербургский, 1963), а кремний, железо, алюминий и чистую золу - методом сухого озоления (Родин, Ремезов, Базилевич, 1968).

Объектами исследований в Припятском заповеднике явились сосновые и дубовые насаждения, занимающие соответственно 53,8 и 13,6% лесопокрытой площади. Работы проводили на 8 ПП в основных фитоценозах, представляющий экологический ряд по условиям увлажнения и на 4 ПП в дубравах (Табл. I). Сосняки по суходолу развиваются на дерново-подзолистых слабоподзоленных песчаных почвах с разным уровнем залегания грунтовых вод. Эти почвы бедны элементами питания и продуктивность насаждений зависит в основном от их водообеспеченности. Сосняки сфагновые развиваются на мощных олаборазложившихся торфяных почвах с высоким уровнем грунтовых вод. Дубравы орляковая, черничная и широколиственно-пойменная формируются на дерново-подзолистых слабоподзоленных супесях, подстилаемых песками, а крапивная - на средних суглинках, подстилаемых карбонатами.

Для определения биологической продуктивности взято 120 модельных деревьев древесного яруса, 1283 - подростка и подлеска, 189 видов растений напочвенного покрова. Для пересчета на абсолютно сухой вес и химического анализа отобрано 6400 образцов растительного материала. Сделано свыше 10 000 анализов для определения химического состава растений, механических, водно-физических и агрохимических свойств почвы.

### 3. Биологическая продуктивность лесных насаждений

Продуктивность и структура фитоценозов тесно связаны с

Таблица I

Лесотаксационная характеристика объектов исследований

Тип леса	Состав древесного яруса	Возраст лет	Бонитет	Полнота	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Количество стволов, дов. шт./га	Запас, м <sup>3</sup> /га
С. липайниковый	10С	50	IV	0,30	9,7	14,6	486	43,9
С. брусничные	8С1Б1Д	65	II	0,81	20,6	20,6	785	254,0
С. мшистый	8С2БедД	50	II	0,87	15,6	13,4	1745	190,0
С. черничный	9С1БедД	60	I	0,83	23,3	22,2	665	277,7
С. долгомошный	6С4Б	65	III	0,69	15,6	16,4	955	142,5
С. сфагновый	10С	50	У <sup>а</sup>	0,50	5,0	10,5	995	23,2
С. сфагновый	10С	80	У <sup>б</sup>	0,34	5,1	7,4	1150	17,3
Верховое болото	10С	50	-	0,04	3,3	5,3	340	2,4
Д. орляковая	8Д2БедС	140	IV	0,84	21,6	25,8	480	259,8
Д. черничная	9Д10л	100	III	0,63	21,8	22,2	500	196,2
Д. крапивная	4Д28с2Б10л10с	60	I	0,73	22,6	19,8	735	247,1
Д. широколиственно-пойменная	8Д20с+8с.Б	60	II	0,67	18,2	19,6	600	159,0

химическим составом растений и круговоротом элементов питания. В последнее время, особенно в связи с исследованиями по МБИ и по программе "Человек и биосфера", появилось много работ для различных природных зон СССР (Ремезов, Быкова, Смирнова, 1959; Родин, Базилевич, 1965; Поздняков, Протопопов, Горбатенко, 1969; Смольянинов, 1969; Манаков, 1970, 1972; Уткин, 1970; Боханова, 1971; Смирнов, 1971; Молчанов, 1971; Вакуров, 1973; Ватковский, 1976; Габеев, 1976; Постолаке, 1976, 1978; Рубцов, 1976; Казимиров и др., 1977; Гейдеман и др., 1978; Семечкина, 1978; Мякушко, 1978; Гасанов, 1980; Молчанов, Губарева, 1980 и др.). В Белоруссии основная часть работ посвящена как исследованию биологической продуктивности сосновых насаждений, главным образом в северной и центральной частях республики, так и их химическому составу (Якушев, 1967; Победов, Волчков, 1972; Цикунов, 1972; Ипатьев, 1973; Смоляк и др., 1974; 1975; Петров, 1974, 1983; Русаленко, 1974; Щербакова, и др., 1974; Юркевич, Ярошевич, 1974; Бойко и др., 1976; Килкин, Рихтер, 1976; Жилкин, Лахтанова, Рихтер, 1977; Смоляк, Петров, 1978; Валетов, Кудин, Смоляк, 1985; Сидорович, Рупасова, Бусько, 1985; Смоляк, Рубан, 1985 и др.). Биологическая продуктивность дубрав изучена недостаточно (Утенкова, Михалевич, Стрелков, 1970; Романов, Егоров, Малиновская, 1982).

Продуктивность сосновых насаждений тесно связана с условиями их произрастания, из которых определяющую роль играет характер увлажнения. Данные свидетельствуют (табл. 2), что наиболее производительными из всех изученных типов леса являются сосняки черничный и брусничный, а наименее - сосняки сфагнотиче и лишайниковый. В надземной фитомассе участие древостоя имеет тенденцию к снижению по мере увеличения влажности почвы от сосняка брусничного (97,9%) к сфагновому (54,5%). В то же время в фракционном составе сосны древесного яруса возрастает относительное участие хвои (3,8 - 10,7%), мелких ветвей (2,5 - 10,2%), сухих сучьев (1,3 - 9,8%), коры ствола (10,0 - 25,8%) и уменьшается - ствольной древесины (88,4 - 65,9%).

В неблагоприятных почвенно-гидрологических условиях (сосняки лишайниковый и сфагновый) участие корней в общей фи-

Таблица 2

Основные показатели биологического круговорота органического вещества в лесных насаждениях, т/га

Тип леса	Общий запас				Под- ствелка	Годич- ный прирост	Опад и отпад	Истинный прирост
	хвоя, листья	ветви	ствол	корни и венный покров				
С.лш.	1,6	8,4	18,9	17,2	21,4	1,9	1,1	0,8
С.бр.	4,1	11,5	113,1	21,4	11,8	6,9	4,2	2,7
С.мл.	4,1	13,7	87,8	14,4	15,9	6,4	4,1	2,3
С.чер.	5,4	14,4	106,5	26,4	26,4	8,9	5,6	3,3
С.лш.	3,4	14,2	67,0	26,7	35,8	7,2	5,1	2,1
С.сф.	1,0	3,6	13,1	7,7	69,0	4,5	3,6	0,9
С.сф.	1,0	1,8	6,8	3,3	66,1	3,7	2,7	1,0
Верх. болото	0,2	0,5	1,8	0,5	71,5	3,6	3,0	0,6
Д.ор.	4,1	26,7	134,3	47,6	8,5	7,5	6,0	1,5
Д.чер.	4,3	24,8	128,6	33,9	8,7	8,1	6,2	1,9
Д.кр.	5,1	25,5	170,8	54,4	16,6	11,0	7,4	3,6
Д.лш.лш.	2,6	20,4	101,8	32,9	7,7	10,1	7,3	2,8

томассе насаждений увеличивается соответственно до 35,3 и 27,8%. При достаточном увлажнении и питании (сосняки мшистый и черничный) количество их снижается до 12,6 - 18,2%. Основная масса крупных и мелких корней сосредоточена в верхних горизонтах почвы (0 - 80 см).

Минимальные запасы подстилки наблюдаются в сосняках брусничном и мшистом, т.е. там, где имеются благоприятные условия ее минерализации. С увеличением увлажнения и сухости почвы скорость разложения подстилки замедляется и ее вес возрастает. Отношение подстилки к опадку зеленой части составляет в сосняке лишайниковом 39, в брусничном 6, мшистом 7, черничном 8, долгомошном 12 и в сфагновом 27.

Интенсивность накопления годовичного растительного вещества наименьшая при высокой сухости (сосняк лишайниковый) и увлажнении почвы (сосняк сфагновый). В текущем приросте существенно возрастает роль напочвенного покрова ( в сосняках на минеральных почвах 14,7 - 21,3%, в сосняках по болоту 79,0 - 84,7%) по сравнению с общей продуктивностью (соответственно 2,4 - 5,5 и 31,1 - 47,0%). По мере ухудшения условий местопроизрастания увеличивается доля участия зеленой ассимилирующей массы, составляющая в сосняках лишайниковом 20,4%, брусничном - 33,4, мшистом - 36,9, черничном - 39,5, долгомошном - 43,9 и сфагновом - 57,8 - 75,2%. В общем приросте фитомассы на верхний ярус в суходольных сосняках приходится 70-74%, на подлесочный - 9-11 и на напочвенный покров - 15 - 21%, а в сосняках сфагновых - соответственно 15 - 20%, 0,4 - 1,2 и 79 - 85%.

В биологическом круговороте органического вещества в сосновых насаждениях возвращается в почву 60-84% ежегодного прироста, что составляет 1,1 - 5,6 т/га. С условиями произрастания тесно связаны как количество опада, так и его состав. На долю зеленой части приходится 52-57%, на многолетнюю надземную часть - 25-32% и на корни - 15-20%.

В истинном приросте насаждений ежегодно накапливается от 0,8 до 3,3 т/га в основном за счет древесины ствола (62-72%) в сосняках на суходолах, а на болоте - мхов (30-82%).

Продуктивность дубовых насаждений имеет значительные колебания и составляет 163,7 - 256,6 т/га. Запасы органичес-



кого вещества сосредоточены главным образом в древесной растительности (96-99%), где в среднем 2% приходится на листья, 12 - на ветви, 65 - на стволовую древесину и 20% - на корни.

В фракционном составе дуба древесного яруса уменьшается относительное содержание листьев (2,4 - 1,4%), однолетних побегов (0,3 - 0,2%), ветвей мелких (2,2 - 1,3%) и крупных (12,7 - 8,0%), коры ствола (18,4 - 8,4%) и увеличивается - стволовой древесины (81,2 - 86,2%) и сухих сучьев (1,2-2,9%) с улучшением почвенно-гидрологических условий.

Мощная корневая система (20-25%) дубрав расположена в основном (89-98%) в верхних почвенных горизонтах (до глубины 60 см). Почвы, на которых произрастают дубовые насаждения, насыщены корнями в 2-3 раза выше, чем в сосняках.

Подстилка содержит 7,7 - 16,6 т/га органического вещества, что составляет 3,9 - 6,5% общей продуктивности дубрав. Скорость ее разложения 2-3 г/а.

Ежегодное накопление фитомассы равно 7,5 - 11,0 т/га. В суходольных дубравах с улучшением условий произрастания и уменьшением возраста древостоя увеличивается общий годичный прирост в основном за счет древесной растительности (84-96%). В широколиственно-пойменной дубраве 63,5% годичной массы приходится на древесную часть, а остальная - на напочвенный покров. В годичном накоплении существенно увеличивается процентное участие листьев (25,4 - 53,8), напочвенного покрова (3,8 - 36,5) и уменьшается - стволовой древесины (14,2-29,5), корней (5,1 - 8,4) по сравнению с общей продуктивностью (соответственно 1,6 - 2,2; 0,3 - 3,7; 62,2 - 66,6; 17,4 - 22,1).

С опадом и отпадом возвращается в почву 6,0 - 7,4 т/га органической массы. Вместе с зеленой частью в почву поступает 70-76% органики. Фитомасса истинного прироста колеблется от 1,5 до 3,6 т/га.

#### 4. Биологический круговорот азота и зольных элементов в лесных насаждениях

Основой для количественного выражения круговорота азота и зольных элементов является интенсивность потребления годичной фитомассой насаждения и частичный возврат их с опадом и отпадом отмирающей части или целых растений.

Сосновые насаждения. В исследуемых фитоценозах было определено содержание восьми элементов и чистой золы во всех фракциях древесного яруса, подроста, подлеска, травяно-кустарничковой растительности и мхах. Для древесных пород высокое содержание азота и зольных элементов присуще хвое и листьям, далее в порядке их уменьшения располагаются однолетние побеги, кора, мелкие ветви и корни, крупные корни и ветви, древесина ствола. В деревьях подлесочного яруса концентрация химических элементов выше, чем в древостое, но ниже по сравнению с травянистой растительностью. При резких различиях условий местообитания наблюдается изменчивость в накоплении некоторых элементов в растениях, особенно фосфора, магния, азота и кальция.

Накопление азота и зольных элементов в фитомассе сосновых насаждений варьирует в значительных пределах (табл.3) и определяется неодинаковыми запасами органического вещества, а также различным видовым составом растений.

Таблица 3  
Основные показатели биологического круговорота химических элементов в лесных насаждениях, кг/га

Тип леса	Накопление в фитомассе	Потребление приростом	Возврат с опадом	Удержание истинным приростом	Содержание в подстилке
С. лиш.	471	23	18	5	683
С. бр.	1554	172	114	58	506
С. мш.	1233	140	104	36	682
С. чер.	1602	230	172	58	1260
С. дм.	1411	224	173	51	2472
С. сф.	397	87	61	26	5382
Д. ор.	3352	345	279	66	630
Д. чер.	2856	313	238	75	542
Д. кр.	4116	524	262	262	1351
Д. ш. пм.	3493	498	392	106	675

Для характеристики избирательной способности компонентов сосновых насаждений и аккумуляции растениями химических элементов нами построены ряды биологического поглощения. Ко-

эffициент биологического поглощения (К<sub>б</sub>) определяется как частное от деления количества элементов, содержащихся в растениях на средневзвешенное его количество в корнеобитаемом слое почвы (Польнов, 1944; Перельман, 1966). Из проведенных исследований видно (таб. 4), что в сосняке лишайниковом наблюдается интенсивное поглощение азота, магния и фосфора, в брусничном и черничном - азота, кальция и магния, в мшистом-азота, кальция и фосфора, в долгомошном - азота и кальция, в сфагновом - калия, магния и кальция.

На формирование годичного прироста основных насаждений потребляется 23-230 кг/га азота и зольных элементов. Наиболее активное участие в годичном круговороте принимают элементы питания, сконцентрированные в фитомассе зеленой части (51,8 - 80,1%). Ежегодно в почву возвращается 18-173 кг/га химических элементов, что составляет 66-77% годичного их потребления. Вместе с опадом древесной растительности в сосняках на суходолах поступает 65,3 - 71,8% химических элементов, из которых 32,2 - 61,1% приходится на хвою и листья, 4,1 - 15,3 - на ветви, 1,8 - 8,5 - на стволую древесину и 1,4 - 15,8% - на корни. В сосняке сфагновом 91,5% элементов остается в напочвенном покрове. В истинном приросте задерживается 5-58 кг/га химических элементов. В суходольных типах леса основная часть элементов закрепляется в древесной массе (66,7-78,2%), а на болотных - в напочвенном покрове (89,4%).

В подстилке сосняков содержится 506-5382 кг/га химических элементов, где преобладают азот (150-963 кг/га), кальций (88-384 кг/га) и кремний (61-364 кг/га).

Для суждения об интенсивности аккумуляции или миграции элементов в системе опад-подстилка-почва нами использовался коэффициент поглощения, представляющий отношение химического элемента в опаде к подстилке и подстилки к верхнему горизонту почвы. Минерализация опада приводит к увеличению в подстилке почти всех элементов за исключением калия и магния. Сопряженный анализ подстилки и верхнего горизонта почвы в суходольных сосняках выявил аккумуляцию в подстилке азота, кальция, фосфора и магния, а в сфагновом типе леса - всех элементов (кроме магния).

Губовые насаждения. Химический состав растений в дубра-

Ряды биологического поглощения химических элементов в лесных насаждениях, (ЭЛЕМЕНТ) Кг

Место элемента в ряду	Т И П Л Е С А									
	С.лш.	С.бр.	С.млп.	С.чер.	С.дм.	С.сф.	Д.ор.	Д.чер.	Д.кр.	Д.ш.дм.
1	N 10,0	N 7,4	N 7,7	N 5,8	N 5,5	K 2,0	N 6,4	N 3,7	N 2,5	P 13,2
2	Mg 2,1	Ca 6,3	Ca 2,7	Ca 3,0	Ca 1,2	Mg 1,6	Ca 6,2	P 3,5	Ca 0,3	Ca 5,6
3	P 1,3	Mg 1,9	P 2,6	Mg 1,2	P 0,6	Ca 1,1	Mg 2,7	Ca 3,2	Mg 0,2	N 3,4
4	Ca 0,6	P 0,4	Mg 1,7	P 0,5	Mg 0,5	P 0,6	P 0,8	Mg 2,3	K 0,1	Mg 0,8
5	K 0,3	K 0,3	K 0,4	K 0,4	K 0,4	Fe 0,2	K 0,5	K 0,4	P 0,1	K 0,4
6	Fe 0,04	Al 0,02	Al 0,02	Al 0,02	Al 0,02	Al 0,2	Al 0,01	Al 0,02	Fe 0,01	Al 0,02
7	Al 0,03	Fe 0,01	Fe 0,01	Fe 0,01	Fe 0,01	N 0,16	Fe 0,01	Fe 0,01	Al 0,01	Fe 0,01
8	Si 0,01	Si 0,01	Si 0,01	Si 0,01	Si 0,01	Si 0,01	Si 0,01	Si 0,01	Si 0,01	Si 0,01

вах имеет те же закономерности, что и в сосняках, однако с несколько большей концентрацией элементов в одних и тех же видах. Коэффициенты вариации в фракционных частях дуба ниже, чем в сосне.

Накопление азота и зольных элементов в фитомассе дубовых насаждений равно 2856-4116 кг/га. Ведущую роль в распределении химических элементов играет древесная растительность (90-98,7%), где 16,7 - 20,4% приходится на ветви, 40,8-53,0 - на стволовую древесину, 18,1 - 27,6 - на корни и 4,9 - 9,0% - на листья. В наибольших количествах потребляется кальций, (878-1364 кг/га), азот (431-671 кг/га) и калий (269-427 кг/га). В орляковом типе леса характерно поглощение растениями азота, кальция и магния, в черничном - азота, фосфора, кальция и магния, в крапивном - азота, в широколиственно-пойменном - фосфора, кальция и азота. В плакорных дубравах с увеличением увлажнения почвы уменьшается биологическое поглощение азота, кальция и магния.

При формировании годичного прироста насаждения потребляют 313-524 кг/га химических элементов. С улучшением условий произрастания в суходольных дубравах уменьшается относительный годичный расход элементов питания древостоем и напочвенным покровом и возрастает роль подроста и подлеска. В пойменной дубраве вынос элементов из почвы осуществляется как травянистой растительностью (48,7%), так и древесной массой (51,3%). Ежегодно в почву возвращается 238-392 кг/га азота и зольных элементов или 50-79% годичного их потребления. В истинном приросте закрепляется 66-262 кг/га химических элементов, в основном в древесной растительности (83,8-99,3%).

В лесной подстилке содержится 542-1351 кг/га химических элементов, где преобладают азот, кальций и кремний. В процессе минерализации опада в подстилке увеличивается концентрация всех исследуемых элементов, за исключением калия. Из подстилки в почву наиболее интенсивно выносятся калий, алюминий, железо и кремний.

### 5. Математико-статистический анализ зависимости продуктивности от таксационных показателей

Для учета органического вещества различных частей дерева и последующего составления соответствующих таблиц использовали связь фитомассы с произведением квадрата диаметра на высоту. С целью определения фитомассы деревьев по фракциям для сосняков и дубрав использовали уравнение степенной функции в логарифмическом выражении ( $\lg y = a + b \lg D^2 H$ ). Статистические показатели вычисляли способом сумм (Леонтьев, 1966). Величину абсолютной и относительной погрешности, а также систематической и случайной ошибки уравнения определяли по общепринятым формулам.

Запасы древесной зелени в сосновых насаждениях. При статистической обработке использовали данные о 49 модельных деревьях. Диаметр дерева изменялся от 5 до 36 см, высота - от 3,4 до 26,0 м, возраст - от 38 до 79 лет. Вычисленные статистические показатели указывают на тесную связь между произведением квадрата диаметра на высоту и весом древесной зелени. Корреляционное отношение  $0,96 \pm 0,012$ . Показатель точности для свежей зелени 13,8%, для абсолютно сухой - 12,8%. Уравнения связи имеют следующий вид: для свежей древесной зелени -  $\lg$

$W_{св.} = -1,4383 + 0,7121 \lg D^2 H$ ; для абсолютно сухой зелени -  $\lg W_{сх.} = -1,7247 + 0,6922 \lg D^2 H$ . Абсолютные и относительные погрешности уравнений невысокие. На основании расчетных уравнений составлены таблицы запасов древесной зелени (в свежем и абсолютно сухом состоянии) по бонитетам, а также в зависимости от диаметра и высоты.

Запасы надземной фитомассы в дубовых насаждениях. Для математического анализа использованы данные о 46 модельных деревьях. Диаметр дерева изменялся от 8 до 46 см, высота - от 9,7 до 27,7 м, возраст - от 30 до 150 лет. Корреляционные отношения 0,95 - 0,98. Показатель точности 10,4 - 14,8%. Погрешности и ошибки уравнений, выраженные в абсолютных и относительных единицах, невысокие. Уравнения связи имеют следующий вид: для листьев  $\lg W_{л.} = -2,2912 + 0,7715 \lg D^2 H$ ; для ветвей -  $\lg W_{в.} = -1,9382 + 0,8932 \lg D^2 H$ ; для ствола в коре -  $\lg W_{с.} = -1,4293 + 0,9494 \lg D^2 H$ ; для коры ствола -  $\lg W_{к.} = -2,0459 +$

0,9026  $\text{Cg D}^2\text{H}$ ; для надземной части  $-\text{Cg W н.} = -1,3714 + 0,9569 \text{ Cg D}^2\text{H}$ . Были составлены таблицы запасов надземной фитомассы дубрав с учетом частей дерева по бонитетам с использованием таблиц хода роста дубрав БССР.

### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Биологическая продуктивность и фракционный состав лесных насаждений обусловлены лесорастительными условиями и таксационными показателями. Запасы фитомассы сосняков составляют 14,6 - 158,3 т/га, а дубрав - 163,7 - 256,6 т/га. С ухудшением почвенно-гидрологических условий произрастания фитоценозов увеличивается доля участия древесных корней, ветвей, напочвенного покрова и уменьшается - стволовой древесины.

2. Интенсивность годичного накопления в сосняках изменяется от 1,9 до 8,9 т/га, а в дубравах - от 7,5 до 11,0 т/га. По сравнению с общей продуктивностью в данном процессе существенно снизилось относительное содержание стволовой древесины и корней и возросла роль напочвенного покрова.

3. В сосновых насаждениях возвращается в почву 1,1 - 5,6 т/га (58-74% прироста), а в дубравах - 6,0 - 7,4 т/га (67-80% прироста) органического вещества. Основная часть органики поступает с зеленой массой, составляющая в суходольных сосняках 49-53%, в болотных - 60-72 и в дубравах - 70-76%.

4. В истинном приросте сосняков содержится 0,6 - 3,3 т/га, а в дубравах - 1,5 - 3,6 т/га фитомассы, при этом в суходольных типах леса 56-72% приходится на стволовую древесину, а в сосняках по болоту - 30-82% на мхи.

5. Накопление азота и зольных элементов определяется общей продуктивностью насаждения и химическим составом растений. Количество химических элементов в фитомассе сосняков (397-1602 кг/га) значительно ниже, чем в дубравах (2856 - 4116 кг/га).

6. Определены коэффициенты биологического поглощения, на основании которых установлено, что сосновые насаждения в большей степени, чем дубравы испытывают недостаток азота, кальция, магния и фосфора.

7. Сопряженный анализ содержания химических элементов в системе опад-подстилка-почва выявил, что вглубь почвы мигрируют в основном те элементы, которые потребляются в незначительных количествах (кремний, алюминий, железо), а остальные, в результате распада органического вещества, быстро перехватываются корнями растений, что исключает вымывание их нисходящими токами.

8. Емкость биологического круговорота химических элементов в дубравах значительно больше (313-524 кг/га), чем в сосняках (23-230 кг/га). На формирование 1 кг сухого вещества ежегодно расходуется в дубравах 10,9 - 14,9 г азота и 27,7 - 38,9 г зольных элементов, а в сосняках - соответственно 3,2 - 7,8 и 12,6 - 31,1 г.

9. Вместе с опадом органической массы ежегодно возвращается в почву 18-173 кг/га элементов питания в сосняках и 238-392 кг/га - в дубравах, что составляет 50-80% емкости круговорота. С зеленой частью поступает 60-87% химических элементов.

10. В истинном приросте сосняков содержится 5 - 58 кг/га, а в дубравах - 60 - 262 кг/га элементов питания. Наиболее интенсивное развитие фитоценоза происходит в средневозрастной дубраве крепильной, ежегодно удерживающей 50% годичного потребления элементов.

11. В подстилке сосняков (11,8 - 69,0 т/га) накапливается 506 - 5382 кг/га химических элементов. С увеличением увлажнения и сухости почвы скорость разложения ее замедляется. В массе лесной подстилки дубрав (7,7 - 16,6 т/га), скорость разложения которой 2-3 года, аккумулируется 542 - 1351 кг/га элементов.

12. Определены типы биологического круговорота веществ в насаждениях: в сосняке лишайниковом - кальциево-азотный, низкосолевой, очень малопродуктивный, застойный; в сосняках брусничном, мшистом, черничном и долгомошном - кальциево-азотный, низкосолевой, среднепродуктивный, сильно заторможенный; в сосняке сфагновом - азотно-кальциевый, низкосолевой, малопродуктивный, застойный. Все типы дубрав представлены как азотно-кальциевые, среднепродуктивные, среднесолевые, заторможенные.

13. Выявлены зависимости, связывающие фитомассу частей дерева с произведением квадрата диаметра на высоту и составлены таблицы для определения запаса древесной зелени сосняков и надземной фитомассы дубрав, которые используются Белорусским лесоустроительным предприятием при составлении проектов организации и развития лесного хозяйства лесхозов БССР.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

В монографии "Комплексные экспериментальные исследования ландшафтов Белоруссии". - Минск, 1973.

1. Бойко А.В., Сидорович Е.А., Евсиевич К.М. и др. Особенности формирования и роста сосновых фитоценозов Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника. - С. 140-165.

2. Бойко А.В., Сидорович Е.А., Евсиевич К.М. и др. Эколого-фитоценотические исследования дубовых лесов Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника. - С. 116-140.

3. Бойко А.В., Сидорович Е.А., Евсиевич К.М. и др. Фитоценотическое изучение травянистой растительности природных комплексов Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника. - С. 234-256.

В монографии "Экспериментальные исследования ландшафтов Припятского заповедника". - Минск, 1976.

4. Бойко А.В., Евсиевич К.М., Кирковский К.К., Лознуха И.В. Биологическая продуктивность лесных фитоценозов заповедника. - С. 61-122.

5. Бойко А.В., Кирковский К.К., Суrowая Т.П. Круговорот азота и зольных элементов в лесных фитоценозах заповедника. - С. 122-164.

6. Бойко А.В., Евсиевич К.М., Сидорович Е.А. и др. Биологическая продуктивность сосновых фитоценозов Припятского заповедника // Весці АН БССР, сер. біл. навук. - 1975, № 1. - С. 5-9.

7. Бойко А.В., Евсиевич К.М., Лознуха И.В. и др. Биологическая продуктивность дубовых фитоценозов Припятского государственного заповедника // Весці АН БССР, сер. біл. навук. - 1975, № 3. - С. 12-17.

8. Бойко А.В., Суrowая Т.П., Кирковский К.К. О годичном круговороте биомассы и основных элементов минерального пита-



ния в дубраве крапивной Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника // Весті АН БССР, сер. біял. навук. - 1976, № 5. - С. 12-18.

9. Бойко А.В., Суровая Т.П., Кирковский К.К. О годичном круговороте почвенных элементов в широколиственно-пойменной дубраве Припятского государственного заповедника // Весті АН БССР, сер. біял. навук. - 1977, № 1. - С. 120-121 - Деп. в ВНИИТИ 6.VIII.76, № 3046-76.

10. Бойко А.В., Суровая Т.П., Кирковский К.К. Годичный круговорот биомассы и основных элементов минерального питания растений дубравы черничной Припятского заповедника // Весті АН БССР, сер. біял. навук. - 1977, № 1. - С. 121-122 - Деп. ВНИИТИ 6.VIII.76, № 3035-76.

12. Бойко А.В., Суровая Т.П., Кирковский К.К. Годичный круговорот биомассы и основных элементов минерального питания в дубраве орляковой Припятского заповедника // Весті АН БССР, сер. біял. навук. - 1977, № 2. - С. 17-20.

12. Кирковский К.К. Накопление органической массы в сосновых насаждениях Припятского госзаповедника // Закономерности развития органического мира и научные основы его использования. Тез. докл. - Минск, 1978. - С. 179-180.

13. Кирковский К.К. Особенности биологического круговорота химических элементов в сосновых фитоценозах Припятского госзаповедника // Тез. всесоюз. совещания. - Днепропетровск, 1978. - С. 77-78.

14. Кирковский К.К. Основные показатели биологического круговорота в сосновых фитоценозах Припятского госзаповедника // Охрана природы. Охотничье хозяйство. - 1980, № 12. - С. 25. - Деп ВНИИГЭПСХ, № 100/45-80.

15. Бойко А.В., Кирковский К.К. Запасы надземной фитомассы дубрав БССР // Ботаника. - Минск, 1986. - Вып. 27. - С. 5-9.

16. Кирковский К.К. Структура и продуктивность дубовых фитоценозов Припятского заповедника // Ботаника. - Минск, 1986. - Вып. 27. - С. 170-172.

Кирковский Константин Константинович  
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КРУГОВОРОТ ХИМИЧЕСКИХ  
ЭЛЕМЕНТОВ В СОСНОВЫХ И ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ПРИПЯТСКОГО  
ЗАПОВЕДНИКА

Подписано в печать 23.11.87. АТ 18375 Формат 60x84<sup>1</sup>/16.

Печать офсетная. Усл.печ.л.1,28. Усл.кр.-отт.1,28.

Уч.-изд.л.1,1. Тираж 100 экз. Заказ 854 Бесплатно.

Отпечатано на ротапринте Белорусского ордена Трудового  
Красного Знамени технологического института им.С.М.Кирова  
220630, Минск, Сverdlova, 13