

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ КАРЕЛЬСКОГО И КОЛЬСКОГО ФИЛИАЛОВ АКАДЕМИИ НАУК СССР



1968

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
КАРЕЛЬСКОЙ АССР
ПЕТРОЗАВОДСК

ИЗВЕСТИЯ
КАРЕЛЬСКОГО И КОЛЬСКОГО
ФИЛИАЛОВ
АКАДЕМИИ НАУК СССР



13448

Г. И. КАВАРДИН

ТИТАНОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ОСНОВНЫХ ПОРОДАХ ПЛУТОНА ГРЕМЯХА-ВЫРМЕС

Общие сведения по геологии плутона

Геологическое строение и структура плутона Гремяха-Вырмес подробно разобраны в монографии Полканова и Елисеева (4). В плане плутон имеет вытянутую в северо-западном направлении форму, располагаясь в целом согласно с направлением простирающихся в нем древнейших архейских комплексов: гранатовых гнейсов, гиперстеновых гнейсо-диоритов и микроклиновых гнейсо-гранитов. В результате трех последовательных интрузивных фаз возникли следующие три разновозрастных комплекса пород: 1) комплекс и плутон габбро-сиенитов; 2) комплекс и плутон нефелиновых сиенитов; 3) комплекс и плутон щелочных гранитов.

Габбро-сиениты, с которыми связано богатое магматогенное титановое оруденение, составляют почти всю южную половину и часть северо-востока этого сложного плутона, являясь наиболее распространенными породами. По Полканову и Елисееву, интрузия габбро-сиенитов происходила по наклонному к западо-юго-западу расколу между формациями орто- и парагнейсов, в общем совпадающему с расположением сланцеватости в этих породах. В результате сложного процесса эволюции магмы в подкоровом очаге и неоднократного ее поступления в интрузивную полость возникли три близко-одновременные серии пород: 1) серия гортонолитита, гортонолитового перидотита, пироксенита, меланократового габбро, габбро и анортозита; 2) серия гортонолитита, гортонолитового перидотита, пироксенита, меланократового олигоклазового габбро, олигоклазового габбро (чельсита), меланократового акерита, акерита, пулскита; 3) серия пегматитов и жильных сиенитов, имеющих незначительное распространение.

Породы первых двух серий характеризуются широким развитием трахитоидных и полосатых текстур, выражающихся в послойном многократном чередовании различных пород — от ультраосновных до анортозитов и щелочных сиенитов. Все разнообразие пород в пределах каждой серии связано с интенсивным развитием процессов гранитационно-кристаллизационной дифференциации при движении индуряющей магмы. Падение первичной полосатости в целом имеет довольно выдержанное направление на запад-юго-запад, с углами наклона от 30—40 до 70—75°. Возраст плутона, судя по определению абсолютного возраста

1748478

Центральная научная
библиотека
Академии наук Ингушской ССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

доктор геол.-минер. наук профессор В. С. Слюдович (главный редактор), чл.-корр. АН СССР А. В. Сидоренко (зам. главного редактора), канд. истор. наук Я. А. Балагуров, канд. геол.-минер. наук Г. И. Горбунов, доктор биол. наук М. М. Камшилов, канд. биол. наук А. И. Коровин, канд. техн. наук М. Д. Фуган.

Адрес редакции: КАССР, г. Петрозаводск, пр. Урицкого, 68.

ста, — около 1540 млн. лет (2) — предположительно определяется как протерозойский.

Первая характеристика вкрапленного титаномагнетитового оруденения в ультраосновных породах, в связи с вопросами его генезиса, дана акад. Полкановым (5). Позднее, исследованиями А. Ф. Мотычко (1949), производившего в данном районе геологическую съемку, обнаружены сплошные титаномагнетитовые руды с повышенным содержанием титана и ванадия. Геофизические и геологоразведочные работы последних лет (Г. Б. Бам и др., 1957; В. Е. Романов, 1958) дали возможность внести некоторые уточнения и полнее охарактеризовать распределение титанового оруденения в габбро-сиенитах.

Изучение минералогии титаномагнетитовых месторождений plutона Гремяха-Вырмес, проведенное автором в 1956 и 1957 гг., позволило также установить, что рудопроявления и месторождения титана в пределах комплекса габбро-сиенитов имеют сложный и разнообразный генезис. Краткой характеристике выделенных нами генетических типов титанового оруденения и посвящена настоящая статья.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТИТАНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Минералогический состав и классификация руд

Минеральный парагенезис пород комплекса габбро-сиенитов и ассоциирующихся с ними титаномагнетитовых руд является в значительной степени сходным. Главными породообразующими минералами в них являются плагиоклаз (с содержанием 5—50% анортита), оливин (содержащий 40—90% фаялитовой молекулы) и моноклинный пироксен, относящийся по составу обычно к титан-авгиту и диопсиду. В серии перидотит-пулассита полевой шпат представлен преимущественно олигоклаз-антипертитом и реже — ортоклазом. В качестве второстепенных минералов встречаются различные амфиболы (в том числе актинолит, зеленая роговая обманка и керсутит), биотит, апатит и гиперстен. Обычно в незначительных количествах отмечаются гранат, хлорит, серпентин, сфен, шпинель, клиноцоизит, скаполит, кальцит и нефелин.

Основными рудными минералами являются ильменит и титаномагнетит, реже магнетит. Почти повсеместно в виде чрезвычайно рассеянной вкрапленности встречаются сульфиды, представленные пирротинном с очень редкими вросками халькопирита и пентландита. Как показало микроскопическое изучение титаномагнетита — одного из главных компонентов руд — он является типичным смешанным кристаллом, образовавшимся в результате процессов распада ранее гомогенной фазы на три находящихся в закономерном срастании минерала — магнетит, ильменит и шпинель.

Принимая во внимание различный минеральный состав рудной части, следует выделить следующие типы руд: титаномагнетитовые, ильменит-титаномагнетитовые, титаномагнетит-ильменитовые (с преобладанием последнего), ильменит-магнетитовые и апатит-ильменитовые. Ниже, в табл. 1, приведена сводная характеристика титанового оруденения в габбро-сиенитах plutона Гремяха-Вырмес. Придерживаясь общепринятой терминологии, под генетическим типом месторождения (оруденения) мы будем понимать оруденелую породу (геологическое тело), сложенную определенной парагенетической ассоциацией рудных и нерудных минералов особого процесса образования.

Таблица 1

Генетические типы титанового оруденения в основных породах plutона Гремяха-Вырмес

Тип оруденения	Состав оруденелых пород	Краткая характеристика месторождений и рудопроявлений	Тип руд
Раннемагматически-сегрегационный	Оливиновые гигантозернистые габбро, габбро-нориты, габбро и пироксениты	Маломощные шпирь сплошных руд (слабо распространены), редкие небольшие залежи пироксенитов с густой рудной вкрапленностью и мощные (до 100 м) зоны измененных габброндов с рассеянной рудной вкрапленностью	Ильменит-титаномагнетитовый и титаномагнетитовый
Позднемагматический (фузивный)	а) перидотиты, пироксениты, оливиниты, оливиновые габбро; б) сплошные руды с плагиоклазом, оливином и пироксеном	Широко распространенные различной мощности (до 100 м) пластообразные и линзовидные залежи вкрапленных руд, часто полосчатые — главный тип оруденения. Жилообразные и дайкообразные тела массивных и полосчатых руд мощностью до 20 м — распространение ограниченное	Титаномагнетит-ильменитовый (с апатитом) Ильменит-титаномагнетитовый
Автопневматолитический	Габбро, меланократовое олигоклазовое габбро, плагиопироксениты	Мощные (до 200 м) зоны сильно измененных и в неравномерной степени оруденелых пород, приуроченных к висячим границам серий перидотит-анортоситов и перидотит-пуласситов	Ильменитовый и магнетит-ильменитовый (с апатитом)
Пегматитовый	Амфиболизированные габбро-пегматиты	Маломощные шпирообразные и жиллообразные тела среди габброндов — встречаются редко	Ильменитовый
Метаморфогенный	Габбро-амфиболиты и амфиболиты	Узкие зоны с убогой вкрапленностью, приуроченные к тектоническим нарушениям и полосам мионолитов, секущих первичномагматические рудные тела	Магнетит-ильменитовый

Сегрегационное титановое оруденение

Раннемагматическое (сегрегационное) титановое оруденение приурочено лишь к нижней (восточной) части plutона габбро-сиенитов и встречено в двух местах — на крайнем севере юго-востоке (южный участок). В этих местах габброиды или более далеко вклиниваются во вмещающие архейские породы, а редко наблюдающаяся здесь полосчатость пород имеет наименьшие углы падения, всего порядка 30—45°. Эти своего рода «апофизы» plutона основных пород сложены в большей части весьма неравномернозернистыми, такситовыми, средне- и гигантозернистыми разновидностями меланократовых габбро, пироксенитов и габбро-анортозитов.

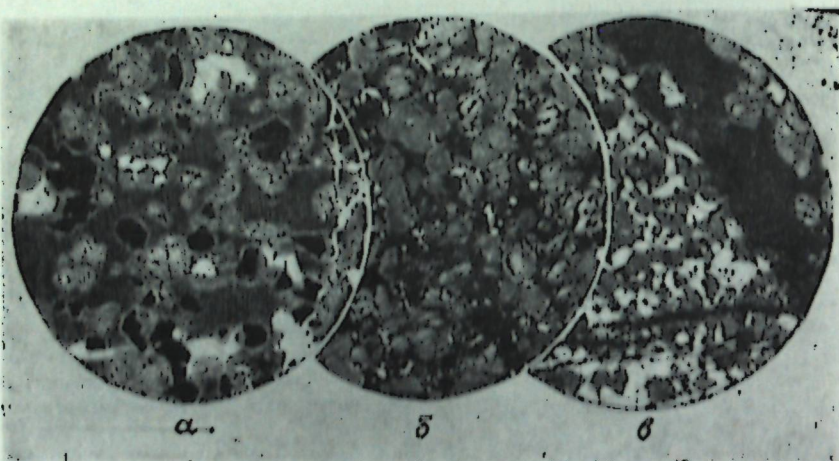


Рис. 1. Типы структур титаномagnetитовых руд.

а — рудное пойкилитовое оливиновое габбро. Идиоморфные зерна титаномagnetита (черное), оливин (серое) и плагиоклаза (светлое) включены в крупный кристалл титанита (все поле зрения с вертикально расположенной спайностью). Без анализатора, ун. 6, шл. 104;
б — рудный перидотит с сиенитовой структурой. Руда (черное) с апатитом (мелкие светлые зерна) цементует идиоморфные зерна титан-авгита (серое) и ксеноморфный оливин (крупные светлые трещиноватые зерна). Без анализатора, ун. 6, шл. 5;
в — граница зоны сплошной титаномagnetитовой руды с мелкозернистым габбро. Видно, как руда (черное) по трещинкам внедряется в габбро. Светлые зерна в руде — пироксен и плагиоклаз. Без анализатора, ун. 10, шл. 131.

В районе южного участка, непосредственно вблизи контакта с археем, протягивается рудная зона, состоящая из многочисленных шнирообразных и линзовидных залежей сплошных титаномagnetитовых руд, мощность которых колеблется в пределах 1—6 м. Содержание в них рудных минералов достигает 80—90% по объему. Нижняя граница рудных тел довольно четкая — они резко переходят в безрудные среднезернистые и мелкозернистые оливиновые и безоливиновые меланократовые габбро. Верхняя граница нечеткая и представляет из себя крупно- и гигантозернистые оливиновые габбро с постепенно уменьшающейся на запад рудной вкрапленностью. Зона этих вкрапленных руд (с содержанием 30—5% руды) по мощности достигает 40—50 м. Среди рудных и безрудных пород местами встречаются пластообразные тела гигантозернистых анортозитов с резкими границами. Судя по немногочисленным замерам, азимуты падения рудных тел и границ различных пород колеблются в пределах 280—310°, углы падения соответственно составляют 40—45°.

Для титаномagnetитовых руд характерны вкрапленные и массивные текстуры, часто пятнистые, обусловленные неравномерным распределением рудного минерала (в виде пятен и сгущений вкрапленности). Под микроскопом всегда обнаруживается типичная пойкилитовая структура — идиоморфные кристаллы титаномagnetита включены то в крупные зерна пироксена (рис. 1 а), то плагиоклаза или оливина. Структурные взаимоотношения всех

главных минералов руд говорят о следующей их последовательности выделения: титаномagnetит → оливин → плагиоклаз → пироксен. Кристаллы титаномagnetита имеют октаэдрический габитус и в шлифе дают квадратные, треугольные и восьмиугольные сечения с размером в поперечнике от 0,5 до 2 мм. В отраженном свете в нем постоянно обнаруживаются структуры распада твердого раствора — мельчайшие, закономерно ориентированные, обычно пластинчатые, простки ильменита и шпинели. Шпинель встречается также в виде крупных (до 1 мм) зерен, имеющих зеленый цвет в проходящем свете. Согласно химическому анализу (табл. 2), состав титаномagnetита характеризуется довольно высоким содержанием титана и ванадия, а также повышенным содержанием хрома. Кроме того, в рудах отмечается постоянное присутствие обособленных зерен ильменита в количестве до 15% (обычно бывает меньше).

Средний количественно-минералогический состав раннемагматически-сегрегационных руд, вычисленный по подсчетам в 25 прозрачных и полированных шлифах из сплошных и вкрапленных руд, представлен на диаграмме (рис. 2). По морфологии и минеральному составу титановое оруденение в пределах северного участка в целом весьма сходно с вышеописанным. Следует лишь отметить отсутствие там сплошных руд и преобладание пород с бедной рудной вкрапленностью в пределах 5—15%. Довольно четко устанавливается также несколько более поздняя кристаллизация титаномagnetита по отношению к плагиоклазу в тех породах, где оливин отсутствует.

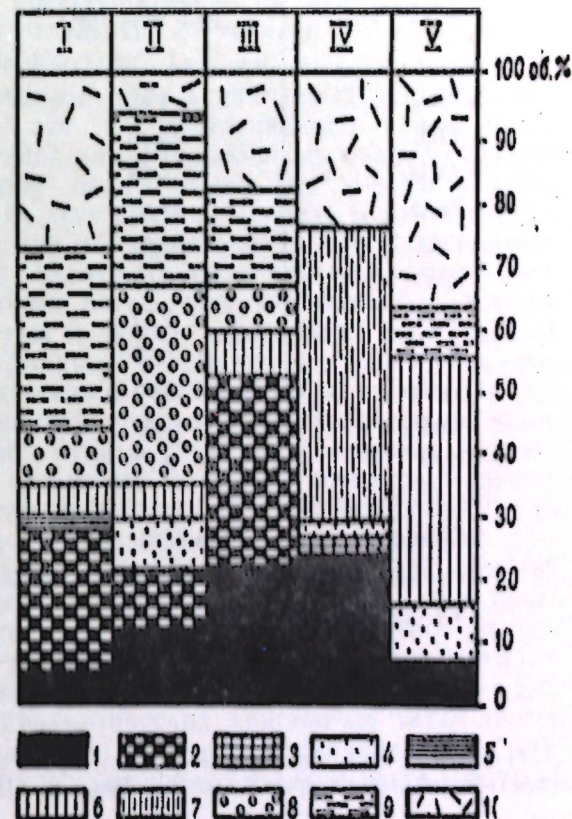


Рис. 2. Диаграмма минералогического состава титаномagnetитовых руд.

1 — раннемагматически-сегрегационный тип оруденения; 2 — вкрапленные руды позднемагматического типа оруденения; 3 — сплошные руды позднемагматического типа оруденения; 4 — ильменитосодержащие габбро-пегматиты; 5 — антофенитово-титанитовый тип титанового оруденения. Условные обозначения: 1 — ильменит; 2 — титаномagnetит; 3 — магнетит; 4 — апатит; 5 — шпинель; 6 — поспиритовые минералы (амфиболы, биотит, гранат и др.); 7 — амфиболизированный пироксен; 8 — оливин; 9 — пироксен; 10 — плагиоклаз.

Таблица 2

Химический состав титаномагнетита
и ильменита

Компоненты	Титаномагнетит из сегрегационных руд, обр. 169	Из позднемагматических сплошных руд, обр. 147	
		титаномагнетит	ильменит
SiO ₂	1,88	0,69	0,49
TiO ₂	13,40	15,16	50,62
Al ₂ O ₃	5,89	4,82	0,63
Fe ₂ O ₃	41,02	44,50	6,97
FeO	33,32	32,75	36,89
CaO	0,27	—	—
MgO	2,52	1,60	3,60
MnO	0,28	0,47	0,92
V ₂ O ₅	0,80	0,46	сл.
Cr ₂ O ₃	1,08	сл.	0,0
H ₂ O	0,12	—	—
Сумма	100,58	100,45	100,12
Уд. вес	4,776	4,778	4,576
Аналитики:	А. В. Мокрецова	Е. А. Кульчицкая	

Примечание. Анализы, помещенные во 2 и 3 таблицах, выполнены в химико-аналитической лаборатории Кольского филиала АН СССР.

Позднемагматический тип титанового оруденения

В пределах плутона габбро-сиенитов это наиболее распространенный тип оруденения. Позднемагматические титаномагнетитовые руды встречаются как в восточной половине плутона, приурочиваясь к его лежащему боку (восточный участок), так и к его юго-западной части, а также к западному, висящему боку интрузии габбро-сиенитов. Везде четко устанавливается генетическая и пространственная связь оруденения с ультраосновными членами сингенетических серий пород габбро-сиенитов, что было установлено еще Полкановым (5).

По минералогическому составу и ряду текстурных и структурных особенностей, а также химическому составу и особенностям локализации следует выделить следующие две главные разновидности руд: 1) вкрапленные (массивные и полосчатые) титаномагнетит-ильменитовые руды — по составу это рудные перидотиты, рудные оливиниты, рудные пироксениты и рудные габбро; 2) сплошные (массивные и полосчатые) ильменит-титаномагнетитовые руды с плагиоклазом, оливином и пироксеном.

Переходя к описанию вкрапленных руд (рудосодержащих ультраосновных пород, или «рудных перидотитов», как мы будем их называть для краткости), следует отметить, что по морфологии это пластообразные или линзовидные залежи, часто переслаивающиеся с безрудными основными породами; реже — это неправильные сгущения рудной вкрапленности, приуроченные к различным разновидностям пород. Мощность рудных тел весьма разнообразна — от нескольких сантиметров до десятков метров (в отдельных случаях до 100—200 м), их протяженность по простиранию достигает 1—2 км.

Наиболее мощные и выдержанные тела вкрапленных руд приурочены к восточной части плутона, где они протягиваются почти строго с юга на запад в виде двух псевдостратифицированных полос буквально через весь массив на расстояние около 13 км. Эту четкую картину несколько затушевывает наличие двух крупных (и ряда мелких) широтных пострудных сбросов, по которым произошли значительные смещения отдельных частей плутона. Азимуты и углы падения многочисленных рудных тел согласны с общей расслоенностью массива и, в зависимости от внутренней структуры и формы контактных поверхностей плутона габбро-сиенитов, значительно различаются в отдельных участках. Вкрапленные руды массивной текстуры, как правило, несут довольно равномерно рассеянную рудную вкрапленность в количестве 20—30%, реже — менее. Рудные тела, приуроченные к северо-западной части плутона и связанные с серией перидотит-пуласки-тов, содержат руды обычно не более 10—15%. Естественно, руды с полосчатой текстурой (за счет присутствия в них безрудных прослоев) содержат соответственно меньше рудных компонентов на единицу объема рудной массы. Мощность рудных и безрудных слоев в последних колеблется в пределах от нескольких миллиметров до первых десятков сантиметров. В рудных перидотитах довольно часто отмечаются трахитоидные (линейные) текстуры, обусловленные субпараллельной ориентировкой призматических кристаллов титан-авгита и, реже, удлиненных зерен оливина. Ориентировки минералов во вмещающих безрудных породах (за исключением западной части плутона) обычно не наблюдается.

Структура руд типично сидеронитовая — рудный титаномагнетит-ильменитовый агрегат зерен (всегда с апатитом!) цементирует ранее выделившиеся пироксен, оливин и плагиоклаз (рис. 1 б). Руды характеризуются мелко- и среднезернистым сложением — диаметр зерен рудных минералов колеблется в пределах 0,2—1 мм, нерудных — до 1—2 мм.

Судя по количественно-минералогическим подсчетам в полированных и прозрачных шлифах (среднее из 50 подсчетов дано на рис. 2), в целом преобладающим рудным минералом является ильменит. Под микроскопом отмечается несколько большая степень идиоморфизма его по отношению к титаномагнетиту. Анализ наблюдающихся структурных взаимоотношений различных минералов позволяет наметить следующую последовательность выделения минералов: пироксен → оливин → плагиоклаз → апатит → (ильменит + титаномагнетит) → постеридные минералы. При этом оливин, плагиоклаз и руда часто обнаруживают взаимно ксеноморфные границы. Апатит, ассоциирующий с рудой, выделяется в виде удлиненных призматических кристаллов и всегда идиоморфен по отношению к другим минералам.

Сплошные ильменит-титаномагнетитовые руды встречаются довольно редко и лишь в южной половине плутона габбро-сиенитов. Это пласто- и жилообразные тела, имеющие как согласные, так и секущие границы по отношению к вмещающим габброидным породам. Мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 15—20 м, протяженность по простиранию до полукилометра. Располагаясь в целом согласно с общей расслоенностью массива, они часто приурочиваются к местам смены пород различного состава, являющимся тектонически ослабленными зонами. Характерно, что как в самих согласных телах сплошных руд, так и вблизи них во вмещающем габбро наблюдается согласно-ориентированное расположение таблитчатых кристаллов плагиоклаза — линейная текстура, которая исчезает вдали от рудных тел. Азимуты падения линейности составляют 270—290°, углы падения — порядка 60°. В четко секущих жилах сплошных руд, кроме ориентировки плагиоклаза в руде, согласно падению жил, наблюдались также ксенолиты вмещающих пород до 10—20 см в поперечнике. Мощность этих жил обычно не превышает 1—2 м, азимут падения их порядка 240—260°, угол падения 35—40°. Они характеризуются резкими, ровными контактами с вмещающей породой (рис. 1а), в которой трахитоидности не отмечается. Иногда по контакту жил развивается биотит-амфиболовая оторочка.

Сплошные руды имеют довольно крупнозернистое сложение: зерна ильменита и титаномагнетита размером в 2—3 мм в поперечнике образуют аллотриоморфнозернистый агрегат, цементирующий крупные со следами коррозии зерна плагиоклаза, оливина и пироксена. Руды с массивной текстурой отличаются довольно постоянным количественно-минералогическим составом (порядка 80—90% рудных минералов), полосчатые — составом переменным в широких пределах за счет присутствия разного количества и различной мощности безрудных прослоев. В среднем, по подсчетам под микроскопом в 40 образцах, произведенных линейным методом при помощи интеграционного столика, состав сплошных ильменит-титаномагнетитовых руд соответствует данным, приведенным на диаграмме (рис. 2). Схема последовательности выделения минералов в этих рудах выглядит следующим образом: плагиоклаз → оливин → пироксен → (ильменит + титаномагнетит) → постериорные минералы. Апатит в рудной части совершенно отсутствует.

Главный компонент руд — титаномагнетит — в отраженном свете показывает весьма разнообразные графические структуры распада ильменита и шпинели в магнетите. Судя по его химическому анализу (табл. 2), от предыдущего титаномагнетита он отличается несколько повышенным содержанием титана, ванадия и марганца, а также отсутствием хрома. Как и в первом случае, наличие повышенного количества алюминия и магния может быть объяснено главным образом присутствием микроскопических включений шпинели в титаномагнетите в качестве продукта распада твердого раствора.

Автопневматолитический тип титанового оруденения

Этот тип оруденения представлен сравнительно мощными мелко-вкрапленными зонами в сильно измененных щелочных и обычных габброидах, приуроченных к всяким границам серий перидотит-анортоситов и перидотит-пуласситов. Эти зоны в центральной и северной частях плутона встречены по границе со щелочными гранитами и нефели-

новыми сиенитами, в западной — вдоль контакта щелочных габброидов с архейскими гнейсами. Ширина оруденелых пород достигает 200—300 м, по простиранию они прослеживаются по редким обнажениям до 5 км. Граница их с материнскими габброидами весьма постепенная, полосатые и трахитоидные текстуры отсутствуют.

Рудная минерализация, представленная в основном ильменитом и апатитом, с подчиненными количествами титаномагнетита и магнетита, сопровождается интенсивным проявлением процессов аутометасоматического изменения первичных породообразующих минералов. Из пневматолитических минералов в рудах широко развиты апатит, амфиболы, гранат, биотит и серицит. Содержание ильменита колеблется в пределах от нескольких процентов до 10—11%, апатита — порядка 7—14%, местами обилён розовый гранат и биотит. Средний количественно-минералогический состав данных руд показан на рис. 2.

Сложение руд довольно крупнозернистое, размер зерен породообразующих минералов (плагиоклаза, пироксена) достигает 5—10 мм, рудных — 1—4 мм. Апатит встречается преимущественно в виде тонко-призматических (иногда игольчатых) хорошо образованных кристалликов длиной 2—5 мм, реже — до 1—1,5 см. В отдельных случаях он встречается в виде крупных ксеноморфных выделений желтого цвета, подчиняющихся очертаниям соседних минеральных агрегатов. Под микроскопом четко отмечается постоянная ассоциация рудных минералов с апатитом и другими пневматолитическими минералами. Иногда наблюдаются тесные графические срастания ильменита и магнетита с вторичными нерудными минералами.

Пегматитовый тип титанового оруденения

В северной части плутона габбро-сиенитов, на участке развития такситовых разновидностей габброидных пород, были встречены своеобразные ильменитсодержащие габбро-пегматиты. По форме это неправильные обособления или шпильры, реже — четко жилообразные маломощные тела с весьма грубозернистой (пегматоидной) структурой. Размер отдельных кристаллов пироксена и плагиоклаза в них достигает даже дециметра в длину. Видимая мощность тел изменяется от 10—20 см до нескольких метров.

Рудные габбро-пегматиты сравнительно просты по минералогическому составу. Они состоят преимущественно из плагиоклаза, пироксена (в значительной мере замещенного амфиболом) и переменного количества ильменита и апатита, иногда магнетита. Порядок кристаллизации минералов приблизительно тот же, что и во вмещающих габбро: первым кристаллизуется плагиоклаз в виде толстотаблитчатых кристаллов, реже — неправильных зерен, размером порядка 1—5 см в поперечнике. Выделение ильменита и пироксена было, очевидно, близко-одновременным, иногда они даже образуют вместе тесные прорастания. Ильменит часто выделяется в виде крупных, уплощенных по базопинаконду кристаллов до 1—4 см в поперечнике, распределенных в породе довольно неравномерно. Пироксен обычно сильно амфиболизируется с образованием почти полных гомоосевых уралитовых псевдоморфоз. Длина призматических кристаллов апатита достигает в ряде случаев 1—2 см. Количественные соотношения рудных

и нерудных минералов сильно варьируют от образца к образцу. Судя по подсчетам в 5 штучных образцах, средний состав габбро-пегматитов приблизительно соответствует количествам, указанным на диаграмме (рис. 2.).

Титановое оруденение метаморфогенного типа

Оруденение этого типа возникает путем метаморфического преобразования первичномагматических рудосодержащих пород в пределах тектонических зон, секущих породы plutона как в широтном, так и меридиональном направлениях. Мощность зон милонитизированных пород в ряде случаев достигает 30—50 м, и они часто прослеживаются на большие расстояния. Отдельные участки сплошных ильменит-титаномagnetитовых руд в процессе метаморфизма превращаются в мелкозернистый ильменит-магнетитовый агрегат зерен с редкими реликтами титаномagnetита. Рудные перидотиты и другие габброиды с рудной вкрапленностью в конечном случае нацело амфиболизируются с широким развитием таких вторичных минералов, как зеленая, бурая или бесцветная роговая обманка, биотит, хлорит, гранат и альбит, иногда карбонат и сфен. Титаномagnetит перекристаллизовывается с образованием линзовидных скоплений обособленных зерен ильменита и магнетита в ассоциации с апатитом. Структура вкрапленных руд из сидеронитовой превращается в гранобластическую, иногда с реликтами обычных магматических структур. Согласно простиранию тектонических зон в рудных амфиболитах и габбро-амфиболитах часто развивается кристаллизационная сланцеватость, местами возникает полосчатость, выражающаяся в послойном чередовании лейкократовых и амфиболорудных линзовидных обособлений с гранатом. В целом количество рудной вкрапленности, по сравнению с неизмененными рудами, заметно убывает.

Химический состав руд

Химический состав руд каждого из выделенных генетических типов титанового оруденения в пределах комплекса габбро-сienитов характеризуется рядом особенностей. Содержание в титаномagnetитовых рудах двуокиси титана колеблется от нескольких процентов до 20—25%, пятиокиси ванадия — до 0,60%, валового железа — от 20 до 40—50%, трехокиси хрома — от 0 до 1% и пятиокиси фосфора — от 0 до 2,5% (проценты весовые). Содержание данных главных компонентов в рудах сегрегационного, позднемагматического и автопневматолитового типов титанового оруденения по наиболее типичным образцам дано в табл. 3.

Таким образом, вещественный (качественный и количественный) химический и минералогический состав руд титановых месторождений plutона Гремяха-Вырмес позволяет их отнести к типу комплексных, ванадийсодержащих многотитанистых ильменит-титаномagnetитовых месторождений. Масштабы оруденения и возможность извлечения значительной части титана из руд в виде ильменитового концентрата свидетельствуют о промышленной ценности месторождения и необходимости его дальнейшего изучения.

Таблица 3

Компоненты (вес. %)	Тип оруденения и породы	Рудное ильменитовое оливиновое габбро, обр. 166	Рудный перидотит, обр. 116	Сплошная руда с пла- гиноклазом, обр. 42	Апатит-ильменитовое габбро, обр. 220
TiO ₂		15,68	10,66	20,24	6,17
V ₂ O ₅		0,12	0,06	0,57	0,03
FeO		30,72	27,03	33,08	11,20
Fe ₂ O ₃		38,07	12,13	31,59	2,85
Cr ₂ O ₃		1,05	—	—	—
P ₂ O ₅		—	1,55	—	2,30
Аналитики:		С. И. Смирнова	Е. И. Успенская	С. И. Смирнова	Е. И. Успенская

К вопросу генезиса титанового оруденения габбро-сienитов plutона Гремяха-Вырмес

Для характеристики процессов рудообразования и геохимии титана главное значение имеет установление генетических типов оруденения, закономерностей их размещения и характера взаимосвязи между ними и различными типами горных пород. На образование того или иного типа титанового месторождения оказывает влияние целый комплекс геологических, физико-химических и геохимических факторов. Они определяют ход процессов дифференциации материнской титаносодержащей магмы, время отщепления и характер обособления рудообразующего расплава-раствора.

Наиболее важным фактором возникновения различных генетических типов магматогенного титанового оруденения нужно признать степень дифференцированности и глубину формирования того или иного массива, так как при наличии особо благоприятных геологических условий это приводит к формированию не только раннемагматическо-сегрегационных и позднемагматических фузивных титаномagnetитовых месторождений, но и обуславливает возникновение более поздних жильных, автопневматолитических и пегматитовых типов оруденения. Это особенно ясно выделяется на примере изучения сложного, четко расслоенного plutона Гремяха-Вырмес, где по существу в одной и той же интрузии габбро-сienитов, в разных ее структурных ярусах, формируются различные генетические типы титановых месторождений, которые можно рассматривать как звенья единой цепи процесса рудообразования.

Физико-химическое объяснение причин образования сегрегационных и фузивных магматических титаномagnetитовых месторождений на основе рассмотрения теоретической трехкомпонентной системы силикат—магнетит—летучий компонент дает Кратц в одной из последних работ (1). Несомненно, что сегрегационные руды в габбро-сienитах образовывались непосредственно путем выделения зерен титаномagnetита

из кристаллизующейся габброидной магмы с последующей сегрегацией их на дне магматической камеры в результате гравитационной дифференциации.

Формирование ультраосновных пород с сидеронитовой вкрапленностью ильменита и титаномагнетита, как показали исследования Полканова, обязано проявлению процессов гравитационно-кристаллизационной дифференциации при движении наклонного потока магмы. Рудная жидкость при этом оставалась в подвижном состоянии вплоть до последних этапов кристаллизации магмы, чему способствовало повышенное содержание в рудной остаточной магме летучих. Это находило свое выражение главным образом в присутствии значительных количеств апатита и постериорных минералов в данной разновидности руд. Накопление летучих в последних остатках магмы понижало температуру кристаллизации руды и приводило к прогрессивному накоплению титаном, ванадием и железом остаточных магматических расплавов.

Тела сплошных руд возникали, очевидно, путем отжимания и инъекции рудного остаточного расплава в тектонически ослабленные зоны и трещины, возникающие при охлаждении почти целиком закристаллизовавшихся верхних горизонтов интрузии габбро-сиенитов. Закономерности распределения тел позднемагматических титановых руд в пределах интрузии определялись в значительной степени тектоническими движениями в период рудообразования, происходившими главным образом согласно с директивными текстурами пород.

Отложение рудного вещества в более поздние этапы рудогенеза (образование автопневматолитовых типов титанового оруденения) происходило, вероятно, из надкритических газовых рудоносных растворов, роль которых теоретически обосновал акад. А. Н. Заварицкий в своей работе о флуидных магматических месторождениях (1937). Отделение газообразной фазы с концентрацией ее в верхних частях как интрузивной серии перидотит-анортозита, так и перидотит-пулассита происходило все более интенсивно в поздние фазы по мере раскристаллизации магмы. Газы, концентрировавшиеся вблизи кровли, являлись агентами переноса ряда металлических соединений, главным образом титана и железа. Обогащение в этих местах определенных фаций пород летучими и рудными компонентами приводило к появлению своеобразных аутоматоматических процессов, широкому развитию постериорных минералов. Сравнительно равномерное рудоотложение в кровле, при отсутствии жильных апатит-ильменитовых образований, говорит о значительном внешнем давлении и отсутствии сильных тектонических движений, которые могли бы привести к образованию открытых трещин и удалению летучих компонентов. Рудоотложение происходило, очевидно, после закристаллизации внешней оболочки интрузива и обязано типичному автопневматолитическому процессу.

Происхождение рудных габбро-пегматитов следует также, очевидно, связывать с обособлением определенных фракций магмы с высоким содержанием летучих, ослабляющих вязкость и тем самым способствующих образованию крупных кристаллов. О вероятности их аутоматоматического генезиса свидетельствуют извилистые, часто расплывчатые контуры тел, а также различные закономерные сращения рудных и нерудных минералов.

ВЫВОДЫ

Процесс формирования интрузии габбро-сиенитов был чрезвычайно сложным и достаточно длительным. В нем четко выражена эволюция химического и минералогического составов габброидов от первой интрузивной фазы (перидотит-анортозитов) ко второй (перидотит-пуласситов), направленная в сторону увеличения кислотности и щелочности пород. В то же время на протяжении большей части процесса кристаллизации и дифференциации титаносодержащей магмы шло обогащение магматических остатков железисто-магнезиальными компонентами, титаном, ванадием, фосфором и рядом других летучих компонентов, что устанавливается для большинства титаномагнетитовых месторождений (3).

В образовании различных генетических типов титанового оруденения в комплексе габбро-сиенитов плутона Гремяха-Вырмес наиболее отчетливо проявили свое действие процессы гравитационной, гравитационно-кинетической и газо-гравитационной дифференциации. Все это подчеркивает значительную роль процессов магматической дифференциации в петрогенезисе основных пород и связанных с ними магматогенных месторождений.

Лаборатория минералогии и геохимии
Геологического института
Кольского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
10/V 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Кратц К. О. О генезисе магматических титаномагнетитовых месторождений. Тр. Лаборат. геол. докембрия, вып. 7, 1957.
2. Кратц К. О., Нумерова В. Н. Краткий очерк геологического строения и основные черты металлогении восточной части Балтийского щита. Матер. по геол. и полезн. ископ. Северо-Запада СССР, 1, 1957.
3. Малышев И. И. Закономерности образования и размещения месторождений титановых руд. ВИС, М., 1957.
4. Полканов А. А., Елисеев Н. А. Петрология плутона Гремяха-Вырмес (Кольский п-ов). Изд. ЛГУ, 1941.
5. Полканов А. А. К вопросу о генезисе титаномагнетитового оруденения габбро-сиенитов плутона Гремяха-Вырмес (Кольский п-ов). Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1944.

А. Н. ЗАВАРИЦКИЙ

К ВОПРОСУ ПЕРЕСЧЕТА ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ РУДНЫХ ТИТАНСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД ОСНОВНОГО СОСТАВА ПО МЕТОДУ А. Н. ЗАВАРИЦКОГО

За последнее время в связи с исследованиями магматических титаносодержащих пород основного состава как титановых руд особое значение приобретает изучение химизма этих пород. Наиболее распространенный в СССР метод пересчета химических анализов изверженных пород (метод А. Н. Заварицкого) не отражает в полной мере своеобразие химизма пород с повышенным содержанием титана.

Как известно, по методу пересчета Заварицкого TiO_2 присоединяется к SiO_2 , причем сам Заварицкий (2) считает, что «Объединение» SiO_2 и TiO_2 в одну группу должно считаться условным. Оно допустимо, поскольку отношение $Si:Ti$ является сравнительно очень большим и поэтому присоединение TiO_2 к SiO_2 не отражается существенно на характеристике пород величине содержания SiO_2 .

При пересчете рудных титаносодержащих пород основного состава присоединение TiO_2 к SiO_2 вызывает существенное искажение в характеристике химизма этих пород.

При изучении Ветьюзерского массива в северной Карелии, в габброидных породах которого содержание двуокиси титана колеблется от 2 до 18%, перед автором стал вопрос о методе пересчета химических анализов этих пород, который соответствовал бы их основным петрологическим особенностям.

Так как дальнейшее изложение основывается на примере Ветьюзерского массива, вкратце упомянем основные его петрологические черты, необходимые для рассмотрения отмеченного выше вопроса.

Ветьюзерский массив сформировался в несколько интрузивных фаз: I — габброидные породы; II — дайки сенесаритов и диабазов; III — щелочные и нефелиновые сиениты и их пегматиты; IV — гранодиориты, плагио-микроклиновые граниты и их пегматиты; V — дайки диабазов, плагиоклизовых и эггидитовых порфиритов.

Для габброидных пород Ветьюзерского массива устанавливается (в несколько упрощенном виде) следующая последовательность их образования: мелкозернистые безрудные габбро-диориты краевых частей массива, крупнозернистое габбро и габбро-пегматиты, плагиоклианиты, среднезернистое оливиновое полосчатое габбро, рудные перидотиты и амфиболиты. Оруденение в габброидных и ультраосновных породах

Ветьюзерского массива относится к фузивному типу, причем одной из основных петрологических особенностей габброидных пород Ветьюзерского массива является то, что поздними дифференциатами среди последних являются рудные ультраосновные породы, главным образом, рудные перидотиты и амфиболиты. Сходные черты образования титаносодержащих габброидных пород с фузивным типом оруденения наблюдаются и в других аналогичных массивах. Так, для Цагинского массива габбро-лабрадоритов на Кольском п-ове (по собственным наблюдениям автора) устанавливается следующий порядок в формировании габброидных пород: лабрадориты, габбро, оливиновое рудное габбро, рудные оливиниты, сплошные титаномagnetитовые руды.

Сходная последовательность дифференциации устанавливается для плутона Гремяха-Вирмея на Кольском п-ове (3), для Адирондакского массива в Канаде (4) и Вушевельского доломита в Южной Африке (1).

Исследования минералогического состава рудных пород Ветьюзерского массива показали, что рудные минералы на 98% представлены ильменитом и магнетитом, причем двуокись титана (95—98% от ее общего содержания в породе) сосредоточена в ильмените. Соотношения между ильменитом и магнетитом не являются постоянными для всех пород I фазы массива. Отношение ильменита к магнетиту постепенно повышается от крупнозернистого габбро (0,7) через рудное габбро (1,0) к рудным перидотитам (1,0—2,0) и рудным амфиболитам (2,5—4,0).

Таким образом, в титаносодержащих габброидных породах с фузивным типом оруденения двуокись титана сосредоточена в рудных минералах, которые находятся в тесной генетической ассоциации с простыми силикатами (пироксеном, оливином и амфиболом). Фактический материал, изложенный выше, показывает, что для рудных габброидных пород TiO_2 необходимо включать в группу «В», т. е. объединять в этой группе не только простые силикаты, но и все окисные рудные минералы (главным образом ильменит и магнетит).

Следует рассмотреть и другую возможность. Это пересчет силикатной части рудных титаносодержащих пород, которая остается после вычета TiO_2 , FeO и Fe_2O_3 , связанных в рудных минералах (ильмените и магнетите). По этому дополнительному варианту в порядок пересчета вносятся следующие изменения:

1. Все молекулярное количество TiO_2 соединяется с равным молекулярным количеством FeO , т. е. с тем количеством FeO , которое входит в состав ильменита.

2. На основании имеющихся соотношений между содержанием ильменита и магнетита в конкретных породах соединяются одинаковые молекулярные количества FeO и Fe_2O_3 , связанные в магнетите.

3. Молекулярные количества FeO , Fe_2O_3 и TiO_2 , связанные в ильмените и магнетите, исключаются из подсчета, и остальные молекулярные количества пересчитываются обычным способом.

Для иллюстрации приводим пересчеты анализа рудного амфиболита по трем вариантам (табл. I). Как видно из этой таблицы, при дополнительных пересчетах выпадает дополнительный коэффициент $1' = \frac{TiO_2}{B} \cdot 100$, вместо которого при пересчете с переводом TiO_2 в группу «В» вводится дополнительный коэффициент $1'' = \frac{TiO_2}{B} \cdot 100$.

При пересчете с учетом перевода TiO_2 в «В» величина «Q» получается

Вычисление числовых характеристик титановой руды.

Окис- лы	Весовые %	Обычным способом		С переносом TiO_2 в „В“		С вычетом рудных минералов	
		Молекулярные количества		Молекулярные количества		Молекулярные количества	
SiO_2	14,20	236	S'	236	S'	236	S'
TiO_2	14,35	179		179		179	
Al_2O_3	10,28	$101 - (72 + 4) = 25$	$25 \times 2 = 50$	$101 - (72 + 4) = 25$	$25 \times 2 = 50$	$101 - (72 + 4) = 25$	
Fe_2O_3	27,54	$172 \times 2 = 344$	638	$172 \times 2 = 344$	638	$172 \times 2 = 344$	264
FeO	20,86	290		290		290	
MnO	0,31	004		004		004	
MgO	6,48	161		161		161	
CaO	4,07	72		72		72	
Na_2O	не обн.	$4 \times 2 = 8$		$4 \times 2 = 8$		$4 \times 2 = 8$	
K_2O	0,40	004		004		004	
V_2O_5	0,30						
H_2O	0,21						
П.П.П.	0,85	011					
Сумма: 99,85							
		$A = 8$	$a = 0,6$	$A = 8$	$a = 0,6$	$A = 8$	$a = 1,1$
		$C = 72$	$c = 5,4$	$C = 72$	$c = 5,4$	$C = 72$	$c = 9,1$
		$B = 849$	$b = 63,2$	$B = 1028$	$b = 76,5$	$B = 475$	$b = 60,0$
		$S' = 415$	$s = 31,8$	$S' = 236$	$s = 17,5$	$S' = 236$	$s = 29,8$
		$N = 1344$	$100,0$	$N = 1344$	$100,0$	$N = 791$	$100,0$
		$F' = 75,2$	$a' = 6,0$	$F' = 62,1$	$m' = 15,66$	$F' = 55,6$	$m' = 33,9$
		$t = 43,1$	$n = 0$	$n = 0$	$t' = 17,4$	$n = 0$	$t' = 43,8$
		$Q = -43,1$		$Q = -71,4$		$Q = -51,4$	

Примечание. Соотношение ильменита к магнетиту равно 2,6.

/22 11
P 29
50

всегда заниженной, ибо в этом случае в группу «В» входит рудные минералы, которые не содержат SiO_2 .

На рис. нанесены числовые характеристики 46 химических анализов Влетьозерского массива, вычисленные по трем вариантам.

На диаграмме, составленной по обычному способу пересчета для пород I интрузивной фазы массива (в значительной части оруденелых), не видно четкой закономерности в смене одной группы пород другой.

На диаграмме, построенной с учетом перевода TiO_2 в «В», видна довольно четкая последовательность в смене пород, совпадающая с геологически и петрографически установленным направлением дифференциации для I интрузивной фазы. Наиболее ранними породами являются мелкозернистые габбро-диориты, которые сменяются крупнозернистыми габбро. Четко видна последовательность в смене пород от плагиоклазитов к безрудному габбро, оруденелому габбро и затем рудным амфиболитам и перидотитам.

На диаграмме, составленной с учетом удаленных окислов из рудных минералов, в целом также видна последовательность дифференциации от плагиоклазитов к рудным перидотитам и амфиболитам через породы габброидного состава. Кроме того, интересной закономерностью, вытекающей из этой диаграммы, является то, что силикатные части оруденелого габбро почти полностью соответствуют составу безрудных разновидностей. Силикатная часть оруденелого крупнозернистого габбро и безрудное крупнозернистое габбро образуют на диаграмме компактную группу. Таким образом, как будто можно говорить об известной независимости изменения состава силикатной и рудной составляющих для габброидной части пород I фазы массива.

Частные же особенности химизма рудных пород можно получить из анализа основных и дополнительных характеристик и сравнения их величин, сосчитанных для одних и тех же пород по различным вариантам.

В заключение необходимо подчеркнуть следующее. Предлагаемые частичные изменения в методе пересчета химических анализов Запавицкого не отрицают принципов самого метода. Из двух предлагаемых дополнительных вариантов пересчета каждый отражает только отдельные особенности химизма рудных титаносодержащих пород. Одновременный пересчет по этим двум дополнительным вариантам поможет полнее осветить особенности химизма, чем пересчет по одному из трех вариантов.

Отдел петрографии и минералогии
Карельского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
22/II 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайнер П. А. Месторождения платины и рудники Южной Америки. Цветметиздат, 1932.
2. Запавицкий А. П. Введение в петрохимию изверженных горных пород. Изд. АН СССР, М.-Л., 1950.
3. Поляков А. А., Блиссес Н. А. Петрология платона Гремх-Ваймес (Кольский п-ов). Изд. Лен. гос. ун-та, 1941.
4. Stephenson R. S. Titaniferous magnetite deposits of the Lake Sanford area. New York Mining Technology, V 9, № 1, 1945.

Н. А. КОРНИЛОВ

О РУДНОМ МЕТАСОМАТОЗЕ В ПЕЧЕНГСКИХ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

В 1947 г. академик Смирнов (8), анализируя состояние теории образования магматогенных рудных месторождений, писал о том, что «...в понимании процесса образования рудного тела... измененные породы имеют такое же значение, как и само рудное тело и, пожалуй, даже большее, так как здесь мы знаем вполне определенно и исходный продукт и конечный». В такой же, если не в большей, степени это положение относится и к метасоматически-оруденелым породам, где в качестве конечного продукта мы имеем породу с привнесенными рудными компонентами, которая во многих случаях является одновременно и промышленной рудой.

В Печенгских медно-никелевых месторождениях метасоматически-оруденелые породы играют весьма важную роль в общем балансе промышленных руд. Между тем, до настоящего времени процесс рудного метасоматоза изучен очень слабо. Описание морфологии рудных тел, рудных минералов и химизма руд приводится в работах многих геологов, занимавшихся изучением Печенгских месторождений, и, в частности, в работах Вайрюнена (Väyrynen) (9), Горбунова (1) и др. Нерудные минералы описывались Н. Н. Поповой, М. В. Денисовой, Г. И. Горбуновым, автором и другими исследователями. Что касается генезиса метасоматически-оруденелых пород, то существующие в настоящее время гипотезы можно разделить на две группы: 1) магматическая гипотеза, согласно которой сульфиды кристаллизовались из магмы на месте их современного нахождения (Хаузен), или из особой рудной магмы, которая поступала из глубоких частей земной коры по трещинам после затвердевания интрузивов (Вайрюнен, Мурашев и др.); 2) гидротермальная гипотеза, согласно которой сульфиды переносились гидротермальными растворами. Среди сторонников этой гипотезы имеются две точки зрения об источнике рудных компонентов: а) рудные компоненты привнесены из глубинных частей магматического очага, о далеко зашедшей дифференциации которого говорит факт внедрения в затвердевшие интрузивы ультраосновных пород даек диабаз, которые сформировались раньше рудных тел эпигенетического типа (Горбунов); б) источником никеля и железа являются боковые ультраосновные породы, где никель присутствует в силикатах и рассеянных рудных

сульфидах, а сера или сероводород привнесены гидротермальными растворами, т. е. здесь допускается дифференциальная подвижность рудных компонентов (Елисеев, Папушис и др.). Сторонники этой точки зрения предполагают также, что гидротермальные изменения боковых пород происходили более или менее одновременно с рудоотложением и что между рудоотложением и гидротермальными изменениями пород существует генетическая связь.

Очевидно, для правильного решения вопроса о времени проявления рудного метасоматоза и его сущности требуется, с одной стороны, тщательное изучение возрастных взаимоотношений гидротермально-измененных и метасоматически-оруденелых пород и, с другой стороны, выяснение миграции компонентов в процессе рудного метасоматоза «с мерой и весом» (8). Отмечая только что сказанное, перейдем к рассмотрению главных особенностей геологического положения, морфологии и состава различных метасоматически-оруденелых пород. 1. Метасоматически-оруденелые породы наблюдаются лишь в контакте с рудопроводящими каналами (жилами сплошных сульфидных руд, оруденелой тектонической брекчией, трещинными зонами и т. д.). 2. Наблюдается избирательная способность различных пород к замещению их сульфидами. Наиболее охотно замещаются ультраосновные породы, в меньшей степени — туфогенно-осадочные и амфиболо-хлоритовая порода. Рудный метасоматоз в основных магматических породах (габбро-диабазы и дайковых диабазы) проявился в очень незначительной степени. 3. В пределах туфогенно-осадочных пород, отличающихся неоднородностью своего строения, рудный метасоматоз является избирательным: сульфидами замещены алевритовые и песчанистые прослои, содержащие полешпаты и кварц, тогда как хлоритовые прослои замещаются сульфидами в значительно меньшей степени. 4. Наиболее интенсивно рудный метасоматоз проявился в нерассланцованных и слабо гидротермально-измененных породах.

Из всех перечисленных особенностей, часть которых отмечена в работах предыдущих исследователей, наименее освещена последняя, имеющая, по мнению автора, принципиальное значение для понимания сущности процесса рудного метасоматоза. Эту особенность представилось возможным отметить и проследить на различных месторождениях в процессе сравнительного изучения рудоносных и нерудоносных участков Печенгского рудного поля, которое проводилось автором в 1954—1956 гг.

Рис. 1 дает представление о взаимоотношениях главных метасоматически-оруденелых пород с гидротермально-измененными породами и рудами другого типа. На верхнем левом разрезе метасоматически-оруденелые серпентиниты располагаются между оруденелой тектонической брекчией с включениями оталькованного серпентинита (внизу) и гидротермально-измененными серпентинитами (вверху). На следующем разрезе метасоматически-оруденелые серпентиниты залегают между жилой сплошных сульфидных руд (внизу) и гидротермально-измененными серпентинитами (вверху). На нижнем левом разрезе метасоматически-оруденелые серпентиниты наблюдаются в виде оторочек около контактов сульфидной жилы, залегающей в гидротермально-измененных серпентинитах. Наконец, на последнем разрезе метасоматически-оруденелая амфиболо-хлоритовая порода залегает в виде прослоя в гидротермально-измененной амфиболо-хлоритовой породе у нижнего контакта интрузива ультраосновных пород.

Как видно из приведенных трех разрезов, метасоматически-оруденелые породы отделены от гидротермально-измененных зонами смятия, которые хорошо заметны макроскопически (месторождения Каммикиви, Каула, Онки), или же являются скрытыми, заметными при наблюдении под микроскопом по расплюснутым и разломанным псевдоморфозам серпентина по оливину (месторождения Каула, Западное Ортоави и др.). На третьем разрезе зоны смятия не отмечены, так как этот разрез документировался по керну скважин, часть которого была утеряна.

Переходя к описанию метасоматически-оруденелых пород, следует прежде всего отметить резкое их отличие по морфологическим особенностям от гидротермально-измененных пород, контактирующих с ними.

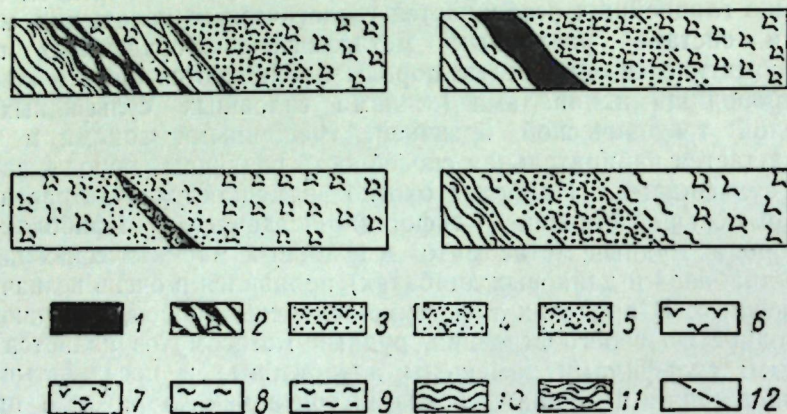


Рис. 1. Примеры взаимоотношений метасоматически-оруденелых и гидротермально-измененных пород.

1—массивная (сплошная) сульфидная руда; 2—оруденелая тектоническая брекчия с включениями безрудных гидротермально-измененных серпентинитов; 3—метасоматически-оруденелый серпентинит с реликтовой пойкилитовой структурой перидотита и отблесками от замещенных зерен пироксена; 4—метасоматически-оруденелый гидротермально-измененный серпентинит; 5—метасоматически-оруденелая амфиболо-хлоритовая порода; 6—безрудный пироксеновый серпентинит; 7—гидротермально-измененный (оталькованный) серпентинит с замещенным пироксеном и оливинами; 8—амфиболо-хлоритовая порода, слабо измененная; 9—рассланцованная гидротермально-измененная амфиболо-хлоритовая порода; 10—филлит; 11—гидротермально-измененный (хлоритизированный) филлит; 12—зоны смятия.

Метасоматически-оруденелый серпентинит представляет собой породу с густой вкрапленностью сульфидов, в которой макроскопически хорошо заметны отблески от некогда бывших здесь зерен пироксена и амфибола. Под микроскопом видно, что эти отблески обусловлены закономерным расположением пластинок антигорита, которые на месте пироксена пересекаются под углом 90° , а на месте амфибола — под углом 120° (рис. 2). Структура руды реликтовая пойкилитовая, т. е. унаследованная от структуры первичной магматической породы — перидотита. Сульфиды выделяются как на месте псевдоморфоз по оливину, так и на месте пироксена, амфибола и в промежутках. Гидротермально-измененные серпентиниты представляют собой черную массивную породу, не дающую отблесков от плоскостей спайности пироксена. Микроскопические наблюдения показывают, что пироксен и амфибол замещены в этой породе тонкочешуйчатым агрегатом серпентина и талька, которые не наследуют в своем расположении структурных особенностей (направлений спайности) первично-магматических минералов.

Таким образом, эти породы не могли быть исходными для образования метасоматически-оруденелых серпентинитов.

На верхнем левом разрезе (рис. 1) участки оталькованного беспироксенового серпентинита, включенные в оруденелую тектоническую брекчию, т. е. погруженные в сплошную руду, не подверглись оруденению, тогда как интенсивное проявление рудного метасоматоза отмечается в залегающих выше серпентинитах, имеющих реликтовую пойкилитовую структуру и отблески от замещенных антигоритом и сульфидами зерен пироксена. В оталькованных беспироксеновых серпентинитах, выше зоны смятия рудный метасоматоз также не имел места.

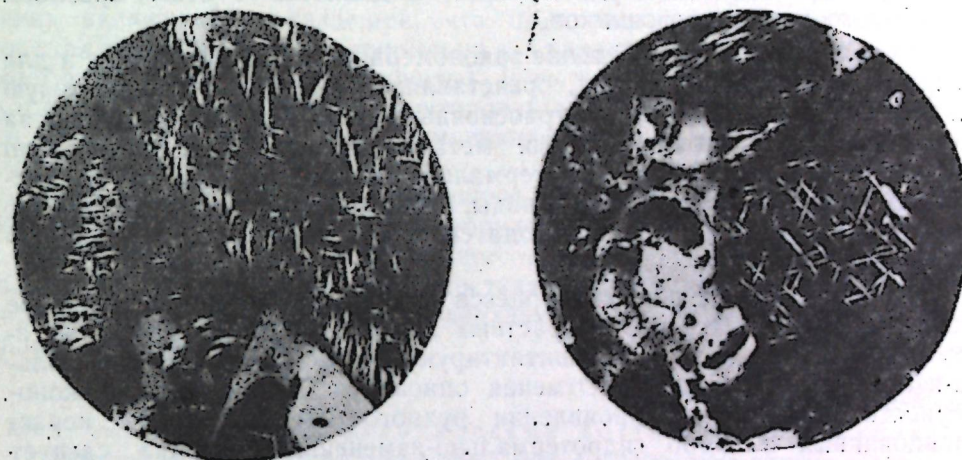


Рис. 2. Метасоматически-оруденелый серпентинит. Чешуйки антигорита пересекаются на месте пироксена под углом 90° (слева), на месте амфибола под углом 120° (справа). В проходящем свете. Ув. 60.

Безрудные аналоги метасоматически-оруденелых серпентинитов мы находим в нерудоносных участках Печенгского рудного поля и особенно в интрузивах, с которыми не связаны пространственно медно-никелевые месторождения. В этих интрузивах ультраосновные породы представлены серпентинитами с прекрасно сохранившимся пироксеном и реликтами оливина, полужамещенного серпентином. Эти породы при макроскопическом наблюдении дают отблески от зерен пироксена и амфибола, аналогичные отмеченным выше отблескам от метасоматически-оруденелых серпентинитов. Пироксеновые серпентиниты и метасоматически-оруденелые серпентиниты имеют совершенно идентичную реликтовую пойкилитовую структуру перидотита. Явление, подобное только что описанному, отмечается и для метасоматически-оруденелых туфогенно-осадочных пород. Гидротермально-измененные филлиты из контактов рудных тел представляют собой плотные породы черного цвета, утратившие первичную слоистую текстуру. Метасоматически-оруденелые филлиты в большинстве случаев сохраняют все деликатные особенности первичной слоистой текстуры. Иначе говоря, и здесь рудный метасоматоз проявился избирательным образом в нерассланцованных и слабо измененных гидротермально филлитах. На рис. 1 видно, что жила массивных сульфидных руд и оруденелая тектоническая брекчия контактируют в нижней части с гидротермально-измененными филлитами, рудный метасоматоз в которых не имел места. Метасоматически-

оруденелые филлиты наблюдаются чаще всего в тех случаях, когда рудные жилы располагаются в трещинах разрыва, образуя с филлитами секущие контакты, или в случае наличия ксенолитов неизмененного филлита в руде.

Имеются примеры избирательного замещения сульфидами филлита с сохранившейся слоистостью. Тонкозернистый хлоритовый прослой филлита, контактирующий непосредственно с рудной жилой, в ряде случаев не подвергается замещению сульфидами. Сульфиды интенсивно замещают лишь крупнозернистый песчанистый прослой большим количеством обломков кварца и полевшпатов, отстоящий от контакта на некотором расстоянии. Рудная жила соединяется с этим прослоем с помощью жилок-проводников.

Аналогичную описанной выше закономерность можно отметить и для амфиболо-хлоритовой породы, представляющей собой приконтактовую модификацию интрузивов ультраосновных пород, образовавшуюся за счет оливинового габбро. Рудный метасоматоз наиболее интенсивно проявился лишь в слабо гидротермально-измененных и почти не рассланцованных разностях этой породы, тогда как претерпевшая сильное изменение и рассланцевание порода содержит лишь редкую вкрапленность сульфидов.

Для понимания сущности процесса рудного метасоматоза большое значение имеет выяснение возрастных взаимоотношений между метасоматически-оруденелыми и контактирующими с ними гидротермально-измененными породами. Отмечая описанную выше общую закономерность интенсивного проявления рудного метасоматоза в нерассланцованных и слабо гидротермально-измененных породах, следует отметить, что в ряде случаев рудный метасоматоз имел место и в гидротермально-измененных породах. Интенсивность проявления рудного метасоматоза была в этом случае слабой, и руды этого типа имеют сравнительно небольшое промышленное значение. Однако эти случаи представляют особый интерес, так как здесь появляется возможность выяснения возрастных взаимоотношений между процессами рудного метасоматоза и гидротермальных изменений боковых пород.

В месторождении Соукер метасоматически-оруденелые серпентиниты, залегающие выше сульфидной жилы и имеющие сравнительно небольшую мощность, не обнаруживают при наблюдении в отраженном свете обычных для руд этого типа отблесков от плоскостей спайности замещенного пироксена. Гидротермально-измененные серпентиниты надрудной зоны представлены здесь интенсивно карбонатизированными, амфиболизированными и оталькованными серпентинитами. При микроскопическом наблюдении обнаруживается, что в качестве нерудных минералов в оруденелых серпентинитах отмечаются те же минералы, что и в гидротермально-измененных серпентинитах надрудной зоны. При этом во всех шлифах отмечается интенсивное замещение всех нерудных минералов и особенно магнезита сульфидами.

В месторождениях Западное Ортоайви и Каммикиви, разрез которых аналогичен верхнему правому разрезу на рис. 1, серпентиниты проникают в незначительном количестве за пределы зоны смятия в гидротермально-измененные серпентиниты надрудной зоны. Здесь сульфиды обрастают расплюснутые и разломанные псевдоморфозы серпентина по оливину, а также замещают тальк и хлорито-серпентин, образовавшиеся в процессе гидротермальных изменений.

В верхнем контакте гидротермально-измененного интрузива месторождения Каула жилы сульфидных руд пересекают оталькованную и карбонатизированную амфиболо-хлоритовую породу, причем здесь отчетливо видно, что процесс ее изменения закончился до кристаллизации сульфидов в жилах и образования трещин разрыва.

В контакте с гидротермально-измененными филлитами (два верхних разреза на рис. 1) под микроскопом наблюдаются случаи замещения хлоритизированного филлита сульфидами. Наконец, сульфидами замещаются в приконтактовых участках многочисленные включения гидротермально-измененных пород, а также кварца в оруденелой тектонической брекчии. Елисеевым (2) проведен микроструктурный анализ таких включений, показавший, что пластинки талька в измененных породах ориентированы закономерно и удлинение их совпадает с падением рудного тела (R — тектониты). В то же время зерна кварца, присутствующие в сульфидах, ориентированы незакономерно. Отсюда был сделан вывод о том, что рассланцевание пород предшествовало рудоотложению.

Принимая во внимание отмеченные закономерности пространственного размещения метасоматически-оруденелых пород, обратимся теперь к рассмотрению их минералогического и химического состава. Пример изменения минералогического состава метасоматически-оруденелых пород по разрезу, аналогичному верхнему правому разрезу на рис. 1, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Количественно-минералогический состав месторождения
Западное Ортоайви (по разрезу вкострости рудного тела)

Характер руды и породы	Расстояние от контакта с рудной жилой (м)	Рудные минералы	Хлорит зеленый изотропный	Хлорито-серпентин	Серпентин	Ангит тонкозернистый	Кристаллический (никельистый?) тальк	Тальк	Роговая обманка, биотит, лейкоксен, апатит
Метасоматически-оруденелые серпентиниты с реликтовой пойкилитовой структурой перидотита	0,1	74,8	13,8	5,1	1,2	1,9	2,4	—	0,8
	0,6	80,1	7,9	6,5	0,6	2,5	1,2	—	1,2
	1,0	71,3	15,2	4,6	0,5	6,5	1,1	—	0,8
	1,3	70,7	8,3	7,2	0,7	5,6	1,0	—	6,5
	1,8	67,1	15,6	6,5	2,7	3,7	2,7	—	2,1
	2,5	57,3	20,0	14,3	3,5	2,8	0,6	0,3	0,2
	2,8	37,8	11,2	42,9	1,6	0,7	—	0,2	5,6
Гидротермально-измененные серпентиниты	2,9	21,8	5,9	65,0	2,8	0,1	—	0,2	4,2
	3,3	17,4	—	78,9	1,6	0,1	—	0,6	1,4
	3,9	12,3	—	83,2	3,8	0,05	—	0,05	0,6
	4,7	21,1	—	72,3	0,8	0,1	—	4,6	1,1

Как видно из указанной таблицы, количество рудных минералов, среди которых преобладающее значение имеют сульфиды, является очень высоким в пределах почти всего разреза метасоматически-оруденелых пород. Затем в верхней части разреза оно уменьшается почти в 3 раза на расстоянии всего лишь 40 см при переходе от метасоматически-оруденелых к гидротермально-измененным серпентинитам. Эта особенность — очень высокое содержание сульфидов и полезных компонентов на всем протяжении разреза метасоматически-оруденелых пород и резкое уменьшение их количества при переходе к гидротермально-измененным породам — характерна для подавляющего большинства Печенгских медно-никелевых месторождений.

В разрезе метасоматически-оруденелых серпентинитов различных месторождений содержание никеля и меди не остается постоянным. Как было показано Горбуновым, изменение содержаний этих элементов с удалением от рудопроводящих каналов изменяется скачкообразно, оставаясь все время достаточно высоким до приближения к границе с зоной смятия и гидротермально-измененными серпентинитами надрудной зоны. В оруденелой тектонической брекчии содержание отмеченных компонентов является в ряде случаев более низким, чем в метасоматически-оруденелых серпентинитах, что связано с наличием в первой многочисленных включений практически безрудных гидротермально-измененных пород. В табл. 2 приведены данные по количественно-минералогическому составу описанных выше главнейших метасоматически-оруденелых пород.

Таблица 2

Количественно-минералогический состав
метасоматически-оруденелых пород

Метасоматически-оруденелые породы	№ обр.	Рудные минералы	Серпентин	Хлорит	Тальк	Кварц	Роговая обманка	Актинолит-тремолит	Сфен (лейкоксен)
Серпентинит	2356	58,52	13,25	16,87	7,77	—	—	3,59	—
Серпентинит	250 (среднее из 6)	70,22	12,74	13,46	1,55	—	—	1,93	—
Сланец	295-а	43,48	—	56,52*	—	—	—	—	—
Сланец	121-и	42,23	—	52,59	—	4,81	—	—	0,37
Амфиболо-хлоритовая порода	301	52,47	—	0,20	—	—	5,94	40,57	0,82

* В эту цифру включено незначительное количество серицита и карбоната.

Рудные минералы представлены пирротинном, пентландитом, халькопиритом и магнетитом. В небольшом количестве присутствуют в некоторых рудах пирит, виоларит, сфалерит и др. Представление о характере выделений рудных минералов можно получить из ряда работ (9,1 и др.).

Хлорит в метасоматически-оруденелых серпентинитах наблюдается в промежутках между сульфидами. Минерал изотропный или двупреломляющий. $N = 1,594—1,598$ (изотропный); $Ng = 1,594—1,603$; $Np =$

$1,591—1,599$ (двупреломляющий). Цвет изотропного хлорита фисташково-зеленый, плеохроизм двупреломляющего хлорита: Ng — голубоватый, фисташково-зеленый, Np — светло-желтый. На основании приведенных констант, содержание $FeO = 10—15\%$ (вес).

В метасоматически-оруденелом сланце хлорит слабо двупреломляющий, зеленый. $Nm = 1,631$, что соответствует $20—25\%$ FeO . В метасоматически-оруденелой амфиболо-хлоритовой породе хлорит почти целиком замещен сульфидами.

Хлорито-серпентин (табл. 1) наблюдается внутри псевдоморфоз по оливину вместе с сульфидами в сильно оруденелых серпентинитах. Название хлорито-серпентин является условным (6). На самом деле, промежуточные в кристаллохимическом отношении члены между хлоритом и серпентином неизвестны.

Минерал, в отличие от обычного серпентина, интенсивно окрашен в зеленый цвет. Однако его следует все-таки отнести к серпентину, так как в породе с содержанием $60—80\%$ этого минерала содержание $Al_2O_3 = 4—5\%$. $Nm = 1,580—1,586$, на основании чего содержание FeO для серпентина равно $10—15\%$ (5).

Серпентин наблюдается в метасоматически-оруденелых серпентинитах; главным образом, в виде двух морфологических разновидностей: 1) тонкочешуйчатого антигорита, находящегося в тесном прорастании с сульфидами. $Ng = 1,572—1,582$, $Np = 1,568—1,577$, $2V = 20—40^\circ$. Минерал бесцветен, иногда по Ng — слабо-голубоватый; 2) изотропного бесцветного серпентина в промежутках между сульфидами. $N = 1,563—1,568$. Иногда наблюдается сферолитовый серпентин, имеющий $Ng = 1,564$, $Np = 1,560$.

Тальк присутствует иногда в виде тонкочешуйчатого агрегата в псевдоморфозах по оливину вместе с сульфидами. $Ng = 1,584—1,588$, $Np = 1,540—1,545$. В месторождении Западное Ортоайви в промежутках между сульфидами наблюдается тальк, имеющий форму шестиугольных табличек, $Ng = 1,594$, $Nm = 1,591$, $Np = 1,563$, $2V = 10—12^\circ$. Плеохроизм: Ng , Nm — голубоватый, Np — золотисто-желтый. По характеру плеохроизма в тальке можно предполагать присутствие некоторого количества изоморфного никеля (ср. Винчелл, 1949, стр. 394).

Кварц наблюдается в виде реликтов в некоторых метасоматически-оруденелых филлитах, где он интенсивно замещается хлоритом.

Роговая обманка присутствует в метасоматически-оруденелой амфиболо-хлоритовой породе в виде отдельных зерен, обрастающих по периферии актинолитом. Внутри зерен наблюдаются округлые полости, выполненные бесцветным актинолитом (псевдоморфозы по пироксену или оливину). $Ng = 1,670$, $Np = 1,651$, $CNg = 21^\circ$. Плеохроизм: Ng — красновато-коричневый, Np — светло-желтый. По сравнению с роговой обманкой из безрудной амфиболо-хлоритовой породы ($Ng = 1,686—1,690$, $Np = 1,663—1,664$, $CNg = 11—17^\circ$, $Ng - Np = 0,022—0,027$), отмечается: а) значительное уменьшение интенсивности окраски; б) уменьшение показателей преломления; в) увеличение CNg ; г) уменьшение двупреломления. Все отмеченные особенности связаны, как видно из сводки Винчелла (1949), с переходом трехвалентного железа в двухвалентное (восстановлением).

Актинолит присутствует в виде мелких табличек, находящихся в тесном прорастании с сульфидами в амфиболо-хлоритовой породе. $Ng = 1,653$, $Nm = 1,640$, $Np = 1,626$, $CNg = 15^\circ$. Минерал бесцветен,

несмотря на то, что по величине показателей преломления в нем можно предполагать содержание около 30% молекулы ферротремолита.

Биотит и сфен наблюдаются в виде отдельных полуразложившихся зерен в метасоматически-оруденелой амфиболо-хлоритовой породе и серпентините. В филлите присутствует немного лейкоксена.

Апатит отмечается иногда в виде мелких призмочек в оруденелом серпентините и амфиболо-хлоритовой породе. По величине показателей преломления ($N_m = 1,642$, $N_p = 1,632$) он относится почти к чистому фтор-апатиту, т. е. идентичен апатиту из безрудных серпентинитов.

Для суждения о химизме процесса рудного метасоматоза в табл. 3 приведено сравнение химических составов безрудных и метасоматически-оруденелых серпентинита, филлита и амфиболо-хлоритовой породы. В качестве исходных, на основании вышесказанного, взяты слабо измененные породы перудоносных участков. Расчет произведен на 100 см³, в связи с тем, что при микроскопических наблюдениях не отмечается заметных изменений объема породы в процессе рудного метасоматоза. Учет объемного веса при сравнении составов отмеченных пород совершенно необходим, так как наблюдается существенная разница в значении объемных весов безрудных и оруденелых пород. С другой стороны, учет объемного веса автоматически исключает погрешность, обусловленную разницей в пористости пород. Как показал Карякин (4), сравнение одних только химических составов пород без учета объемных весов может привести прямо к противоположным заключениям о направлении миграции компонентов.

Как видно из табл. 3, во всех трех случаях рудного метасоматоза имеет место весьма значительный привнос Fe (S), Ni, Cu, Co, S и вынос в большинстве случаев всех главных породообразующих компонентов.

Некоторым исключением является анализ метасоматически-оруденелого филлита, в котором, наряду с рудообразующими компонентами, наблюдается некоторое увеличение содержания MgO и H₂O, а также Fe (O). Последнее можно связывать с двумя причинами: 1) исходная порода содержала меньше полевшатов и больше хлорита, чем приведенная в табл. 3; 2) эта порода перед замещением ее сульфидами подвергалась гидротермальным изменениям, которые сопровождаются привносом именно этих компонентов. Интенсивность проявления последних была, однако, незначительной, так как филлит сохранил первичную слоистую текстуру; в нем, кроме того, содержатся щелочи и кальций, которые обычно почти полностью выносятся при гидротермальных изменениях.

Для метасоматически-оруденелого серпентинита и амфиболо-хлоритовой породы отмечается некоторое уменьшение содержания Fe(O). Последнее можно связывать с замещением чистого железа исходных пород сульфидами. Однако здесь может быть и другое объяснение: вынос Fe(O) вместе с другими породообразующими компонентами.

Табл. 3 позволяет также сделать заключение о том, что в процессе рудного метасоматоза резкая дифференциальная подвижность компонентов не имела места. Количество всех породообразующих компонентов в метасоматически-оруденелых породах убывает, в общем случае, в одинаковой степени. Также параллельно возрастает количество всех рудообразующих компонентов. Отношения между рудообразующими компонентами в рудах с различным их содержанием хорошо видны на некоторой диаграмме (рис. 3).

Таблица 3

Сравнение химического состава безрудных и метасоматически-оруденелых пород

Компо- ненты	Анализ 1		Анализ 2		Анализ 3		Анализ 4		Анализ 5		Анализ 6		Увеличение и уменьше- ние содержания компо- нентов (г на 100 см ³)		
	Вес (%)	г на 100 см ³	Вес (%)	г на 100 см ³	Вес (%)	г на 100 см ³	Вес (%)	г на 100 см ³	Вес (%)	г на 100 см ³	Вес (%)	г на 100 см ³	Анализы 1 и 2	Анализы 3 и 4	Анализы 5 и 6
Fe	10,85	31,02	24,44	76,74	7,69	20,68	25,28	81,65	10,76	32,53	25,67	88,30	+45,72	+60,80	+55,77
Fe (S)	очень мало		18,41	57,81	очень мало		14,26	46,06	очень мало		18,31	62,98	+57,81	+46,06	+62,98
Fe (O)	10,85	31,02	6,03	18,93	7,69	20,68	11,02	35,59	10,76	32,53	7,36	25,32	-12,09	+14,74	-7,21
Ni	очень мало		2,30	7,22	очень мало		1,20	3,88	очень мало		2,78	9,56	+7,22	+3,88	+9,56
Cu	очень мало		0,56	1,76	очень мало		2,45	7,91	очень мало		3,36	11,56	+1,76	+7,91	+11,56
S	0,09	0,26	11,12	34,92	0,23	0,62	10,67	34,46	очень мало		14,21	48,88	+34,66	+33,84	+48,88
SiO ₂	37,17	106,28	27,20	85,42	55,48	149,23	29,72	95,99	42,65	128,93	31,11	107,02	-20,86	-54,88	-21,91
TiO ₂	1,02	2,92	0,46	1,44	1,94	5,22	1,19	3,84	2,36	7,13	0,47	1,62	-1,48	-1,42	-5,51
Al ₂ O ₃	3,63	10,38	2,16	6,78	16,28	43,79	11,62	37,53	13,26	40,09	2,76	9,49	-3,60	-6,62	-30,60
MnO	0,13	0,37	0,18	0,56	0,71	1,91	—	—	0,20	0,60	—	—	+0,19	-0,03	-0,60
MgO	30,96	88,52	21,05	66,10	3,63	9,76	4,79	15,74	10,21	30,87	8,22	28,28	-22,42	+5,63	-2,59
CaO	2,81	8,03	0,10	0,31	1,77	4,76	0,76	2,46	11,43	34,55	6,56	22,57	-7,72	-2,34	-11,98
Na ₂ O	0,25	0,71	0,07	0,22	5,99	16,11	0,25	0,81	1,33	4,02	0,21	0,72	-0,49	-15,43	-3,30
K ₂ O	0,31	0,89	следы	—	1,42	3,82	0,30	0,97	0,46	1,39	0,07	0,24	-0,89	-2,88	-1,15
CO ₂	0,41	1,17	0,50	1,57	—	—	—	—	—	—	0,11	0,38	+0,40	—	+0,38
P ₂ O ₅	—	—	—	—	0,03	0,08	—	—	—	—	—	—	—	-0,08	—
H ₂ O ⁺	8,07	23,07	6,79	21,32	3,24	8,71	6,00	19,38	4,15	12,55	1,90	6,54	-1,75	+10,59	-6,01
Оста- ток*	3,98	11,38	3,07	9,64	2,34	6,29	5,77	18,65	3,42	10,34	2,47	8,84	-1,74	+12,63	-1,50
Сумма	99,68	285,00	100,00	314,00	100,75	271,00	100,00	323,00	100,23	303,00	100,00	344,00	+29,00	+52,00	+41,00
Объемн. вес	2,85		3,14		2,71		3,23		3,03		3,44				
Аналитик	Л. Локка		С. И. Смирнова		Л. Локка		С. И. Смирнова		Л. Локка		С. И. Смирнова				

* Остаток до суммы получается в исходных породах после пересчета окислов железа на элементарное железо и исключения гигроскопической воды.

Примечание. Анализ 1—пироксеновый серпентинит безрудный; анализ 3—безрудный филлит; анализ 5—безрудная амфиболо-хлоритовая порода с реликтами пироксена. Все три анализа заимствованы из работы Вейринена (9). Объемные веса приняты средними на основании более чем 100 определений аналогичных пород. Колебания $\pm 0,02-0,03$. Анализ 2—метасоматически-оруденелый серпентинит с реликтовой пойкилитовой структурой перидотита. Месторождение Каула. Обр. 2356. Коллекция автора. Анализ 4—метасоматически-оруденелый филлит с хорошо сохранившейся слоистостью. Месторождение Каула. Обр. 295-6. Коллекция автора. Анализ 6—метасоматически-оруденелая амфиболо-хлоритовая порода. Месторождение Каула. Обр. 301. Коллекция автора. Fe(O)—железо, связанное с кислородом и Fe (S) — связанное с серой, вычислены исходя из среднего состава пентландита Ni:Fe:S=1,00:0,95:1,71 и пирротина S:Fe=10:9 (по данным Э. Н. Елисеева), а также халькопирита Cu:Fe:S=1:1:2.

несм
пред
Б
ных
и се
А
серп
пред
фтор
Д
прив
ски-с
В ка
ненн
в св
заме
тоза
совер
в зн
стор
обус
срав
весом
о на
К
имее
в бс
поне
Н
лого
набл
же Е
ная
чем
суль
сопр
проя
сохр
щелс
гидр
Д
вой
след
поро
выно
Т
рудн
нентс
тов
в од
рудо
комп
вект

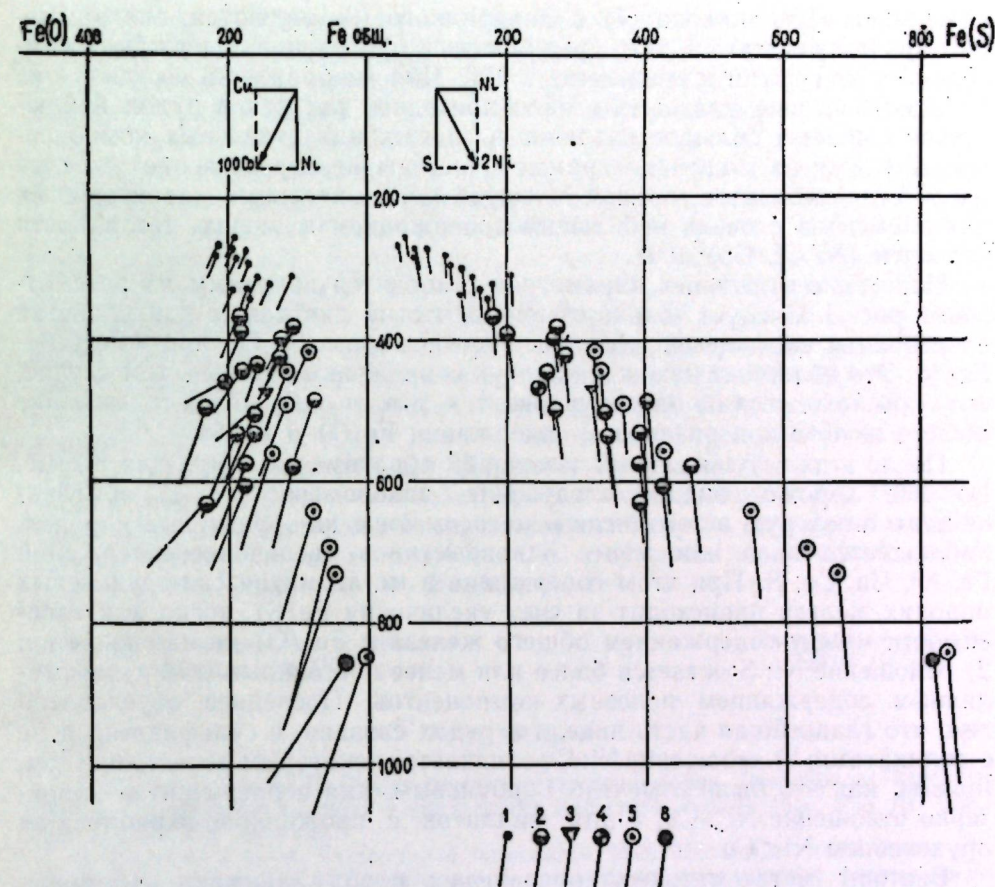


Рис. 3. Диаграмма химического состава главнейших типов руд Печенгских месторождений.

1—серпентинит (пироксеновый и гидротермально-измененный) с редкой вкрапленностью сульфидов; 2—метасоматически-оруденелый серпентинит с реликтовой пойкилитовой структурой перидотита и отблесками от замещенных зерен пироксена; 3—метасоматически-оруденелая амфиболо-хлоритовая порода; 4—метасоматически-оруденелый филлит; 5—оруденелая тектоническая брекчия; 6—массивная (сплошная) сульфидная руда.

Вычисление числовых характеристик диаграммы производится следующим образом. Данные весового содержания в рудах Fe, Ni, Cu, Co, S переводятся в атомные количества. Исходя из того, что в рудах главнейшими сульфидами являются пирротин, пентландит и халькопирит и зная отношения между элементами в сульфидах (примечание к табл. 3), определяем эквивалентное количество железа и серы, связанное в составе пентландита и халькопирита. Остаток серы связывается с эквивалентным количеством железа в составе пирротина. Таким образом, количество железа, связанное сульфидами $Fe(S)$, будет исчерпано. Остаток железа будет представлять собой, очевидно, железо, связанное с кислородом— $Fe(O)$. Это железо входит в метасоматически-оруденелых породах, главным образом, в хлорит, серпентин, амфибол и магнетит.

Для изображения на плоскости 6 компонентов $Fe(O)$, $Fe(S)$, Ni, Cu, Co, S необходимы и достаточны, как показал Лодочников (7), 3 точки. В целях наглядности количество точек увеличено. Векторные

диаграммы Лодочникова (7) и Заварицкого (3) являются диаграммами барицентрическими, т. е. предполагают приведение содержаний компонентов или групп компонентов к 100. Для изображения составов руд барицентрические диаграммы мало пригодны, так как в рудах наблюдается слишком большое различие в содержании отдельных компонентов. Поэтому на нашей диаграмме нанесены непосредственно атомные количества элементов, причем масштаб дополнительных характеристик для элементов с очень небольшим содержанием в целях наглядности увеличен ($Ni \times 2$, $Co \times 100$).

Нанесение отдельных параметров становится понятным из рассмотрения рис. 3. Следует только отметить, что на диаграмме для удобства пользования ею нанесен дополнительный параметр $Fe_{\text{общ}} = Fe(O) + Fe(S)$. Это облегчает нахождение двух сопряженных точек в том случае, если они находятся на одном уровне, т. е. имеют одинаковое содержание общего железа при различном содержании $Fe(O)$ и $Fe(S)$.

После этих вступительных замечаний обратимся к самой диаграмме. Из нее хорошо видны следующие закономерности: 1) в главных типах руд, в том числе и метасоматически-оруденелых породах, наблюдается более или менее одновременное увеличение содержаний Fe , Ni , Cu , Co , S . При этом содержание в метасоматически-оруденелых породах железа происходит за счет увеличения $Fe(S)$, тогда как зависимости между содержанием общего железа и $Fe(O)$ не наблюдается; 2) отношение $Ni:S$ остается более или менее постоянным для руд с различным содержанием полезных компонентов. Последнее обусловлено тем, что главнейшая часть никеля в рудах связана с сульфидами, а не с силикатами; 3) отношение $Ni:Cu$ отличается некоторым непостоянством, причем, как это было отмечено Горбуновым, для серпентинитов характерно отношение $Ni > Cu$, а для филлитов с прожилково-вкрапленным оруденением $Ni < Cu$.

Векторы метасоматически-оруденелых пород занимают промежуточное положение между векторами серпентинитов с редкой вкрапленностью сульфидов и вектором массивной руды. Отношения между главнейшими рудообразующими компонентами в метасоматически-оруденелых породах остаются в общем такими же, как и в других типах руд, в том числе оруденелой тектонической брекчии. Данные диаграммы подтверждают, таким образом, вывод, полученный при рассмотрении табл. 3 о сопряженной миграции главнейших рудообразующих компонентов в процессе рудного метасоматоза.

ВЫВОДЫ

Приведенный выше фактический материал по возрастным взаимоотношениям и химизму метасоматически-оруденелых пород позволяет сделать следующие выводы:

1) До образования метасоматически-оруденелых пород имело место возникновение трещинных зон, важная роль которых в пространственном размещении Печенгских медно-никелевых месторождений является общеизвестной. Одновременно с трещинообразованием и расщеплением пород или несколько позже имели место гидротермальные изменения боковых пород. При этом, вследствие особых условий проявления трещинной тектоники, которые требуют еще детального изучения, отдельные блоки пород оставались нерасщепленными и гидротермально-неизмененными. В условиях неоднородности среды

метасоматическое выделение сульфидов происходило, главным образом, в блоках нерасщепленных и гидротермально-неизмененных пород, тогда как в породах, подвергшихся гидротермальным изменениям, выделение сульфидов не наблюдалось или имело подчиненное значение.

2) Сравнение химического состава безрудных и метасоматически-оруденелых пород показывает, что: а) рудный метасоматоз протекал в присутствии воды, которая уже имела в связанном состоянии в исходных породах. При этом привнос воды совместно с рудообразующими компонентами, по-видимому, не наблюдался; б) в процессе рудного метасоматоза имел место сопряженный привнос всех главнейших рудообразующих компонентов (Fe , Ni , Cu , Co , S), а также сопряженный вынос в большинстве случаев всех породообразующих компонентов. Таким образом, химизм рудного метасоматоза резко отличен от химизма гидротермальных изменений боковых пород Печенгских месторождений, в процессе которых имела место дифференциальная подвижность почти всех компонентов (Елисеев, Папушис).

3) В связи с более или менее одинаковой подвижностью компонентов находится одинаковый минералогический состав оруденелых серпентинитов в пределах всего разреза, т. е. отсутствие характерной метасоматической зональности (по Коржинскому).

Лаборатория минералогии и геохимии
Кольского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
28/IV 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов Г. И. Медно-никелевые месторождения Ортоайви в Печенгском районе. Сб. «Вопросы геологии и минералогии Кольского полуострова», Изд. АН СССР, вып. 1, 1958, стр. 181—190.
2. Елисеев Н. А. Структурная петрология. Изд. Лен. ун-та, 1953.
3. Заварицкий А. Н. Введение в петрохимию изверженных горных пород. Изд. АН СССР, 1950.
4. Карякин А. Е. Вмещающие породы — источник материала для минералов-хрустальных гнезд. Зап. Лен. горн. ин-та, т. 30, вып. 2, 1955, стр. 118—144.
5. Корнилов Н. А. О зависимости физических свойств серпентинитов от их химического состава и особенностей кристаллической структуры. Зап. Кольского отд. Всес. минер. об-ва, № 1, 1958 (в печати).
6. Лодочников В. Н. Главнейшие породообразующие минералы. Госгеол-издат, 1947.
7. Лодочников В. Н. Простейшие способы изображения многокомпонентных систем. Изв. Ин-та физ.-хим. анализа, т. 3, вып. 1, 1926, стр. 42—161.
8. Смирнов С. С. О современном состоянии теории образования магматогенных рудных месторождений. Зап. минер. об-ва, ч. 76, вып. 1, 1947, стр. 23—36.
9. Väyrynen H. Petrologie der Nickelerzfeldes Kaulatunturi — Kammikivittunturi in Petsamo. Bull. Com. Géol. Finl. № 116, 1938.

М. Д. ДОРФМАН

ФРАНКОЛИТ ИЗ ХИБИНСКИХ ТУНДР

Первое описание франколита (штаффелита) на Кольском п-ове было дано Барсановым (1) для Енского железорудного месторождения. Позднее, в 1950 г., согласно сообщению Е. И. Семенова, он был установлен в пегматитовых жилах Ловозерского щелочного массива. В Хибинах франколит не был известен до последнего времени.

В 1939 г. Чирвинский (7), проводя опыты по выщелачиванию апатито-нефелиновых руд водой, писал: «Апатит, таким образом, не подвергался разрушению, выщелачивание P_2O_5 в заметном количестве не происходило. Об этом говорит и то обстоятельство, что до сих пор в пределах рудника в трещинах разрушенных зон не удалось найти штаффелит. Это кажется странным и мало понятным, тем более, что даже в условиях низких температур путем перекристаллизации апатита карбонат-apatит (подолит) возникает в виде цемента в фосфате». В 1949 г. минералогию разрушенных зон Кукисвумчоррского месторождения детально изучал Ю. В. Никитин, который также не нашел вторичных фосфатов.

Тем не менее вторичные фосфаты в апатитовых месторождениях Кукисвумчорр, Юкспор и Расвумчорр существуют, но приурочены к линейной коре выветривания.

Впервые франколит был найден нами в 1951 г. в одной из зон разломов, пересеченной горной выработкой ниже апатито-нефелиновых пород горы Юкспор, на глубине 65 м. Здесь, среди интенсивно измененных и раздробленных пород, минерал обособился в виде прожилков или крупных белых скоплений размером до 25×5 см. Детальное изучение минералогического состава разрушенных зон позволяет отнести эти измененные полосы пород к линейной коре выветривания. Последняя может быть приурочена к двум типам зон разломов: либо к крутопадающим ($70-90^\circ$), наиболее широко развитым в массиве, либо к пологопадающим ($0-30^\circ$). В первом случае она часто отличается большой (до 50 м) мощностью, иногда образует раздувы причудливой формы, во втором — кора выветривания приурочена к системе пологопадающих ветвящихся трещин, нередко соединяющихся с крутопадающими. Мощность ее значительно меньше (до 1 м). С глубиной кора выветривания выклинивается.

Каждый тип линейной коры выветривания характеризуется своим комплексом минералов, возникновение и развитие которого является

следствием существования определенных физико-химических условий, в первую очередь, рН среды (3), связанной с гидролизом нефелина.

В крутопадающих зонах, где значения рН воды не выше 9, обычны гидрослюда, нонтронит, гидрогематит, халцедон, анатаз. Франколит приурочен только к пологопадающим зонам разломов, в которых значения рН больше 9—11. Здесь он теснейшим образом ассоциируется с монтмориллонитом, сапонитом, цеолитами (филлипситом, томсонитом, реже — натролитом), иногда гидроокислами железа. Условия образования франколита всегда остаются постоянными, хотя некоторые из перечисленных минералов могут и отсутствовать.

На монтмориллоните или сапоните франколит образует разрозненные тонкие почковидные корочки, переходящие в сферолиты, в ядре которых содержится тот же глинистый минерал, что и в окружающей среде. Иногда франколит образует выделения полосчатой текстуры мелкозернистого сложения, общая толщина которых не превышает 0,5 мм. Изредка все эти формы выделения наблюдаются одновременно.

В парагенезисе с цеолитами франколит ведет себя несколько иначе. В одном случае он образует сплошные землистые массы, состоящие из агрегата тонколучистых споповидных кристаллов (0,1 мм), на поверхности или в пустотах которых выделяется тончайшая паутина прозрачных волосовидных кристаллов натролита. В другом случае в мелкозернистом агрегате филлипсита и томсонита франколит образует тонкие (0,5 мм) прожилки ленточного сложения. При этом более крупные кристаллы филлипсита нередко обрастают комочками мелкозернистого агрегата, состоящего из тех же цеолитов, франколита и монтмориллонита.

Наиболее крупные скопления франколита наблюдаются в коре выветривания, приуроченной к пологопадающим трещинам близ рудного тела на горе Расвумчорр в Апатитовом цирке. Здесь мощность отдельных зон выветрелых пород колеблется в пределах 2—5 м. Франколит цементирует обломки измененных пород. Он образует почковидные натечки, сталактиты, а также прожилки мощностью до 10—12 см, довольно сложного строения. В приальбандовых частях прожилки имеют натечное тонкополосчатое поперечно-волокнистое строение типа оникса, в котором вся серия полос строго следует внешним контурам франколитовых выделений, повторяет малейшие их изгибы и сохраняет при этом толщину каждой полоски. При малой мощности прожилка его срединная часть обнаруживает узкие длинные пустоты, обрамленные почковидными стяжениями или сталактитами.

В жилах значительной мощности, до 5 см и более, за натечным франколитом следуют плотные разности минерала, среди которых довольно часто выделяются участки, сложенные шестоватым агрегатом, ориентированным перпендикулярно ограничениям жилы. Самые крупные из призматических зерен франколита достигают длины 1—1,5 см при ширине до 2 мм. Благодаря тому, что кристаллы пустотелы, ячеистая структура минерала несколько напоминает структуру пчелиных сот. Для крупных жилородных скоплений минерала довольно обычны пустоты, выполненные сталактитами.

На некоторых участках сосульки сталактита настолько плотно срастаются, что сливаются в единый ребристый агрегат. При уменьшении длины сталактита, когда высота его становится равной ширине, он



Рис. 1. Кристаллы франколита. Ув. 8.

переходит в сферолит. Сталактиты лишь иногда достигают длины 10 мм. Преобладающая их часть имеет размеры 4×1 мм. В изломе они часто обнаруживают сквозное отверстие.

По своему строению сталактиты бывают двух типов: I — периферическая часть снежно-белая, лучистого строения; центральная часть (ядро) — светло-бурая, плотного сложения. II — периферическая часть и часть, граничащая с центральным каналом в сталактите, — снежно-белые, лучистые; перегородка между ними — светло-бурая.

В пустотах наряду со сталактитами часто встречаются мелкие кристаллы франколита. Они имеют вид очень вытянутой по L_6 гексагональной пирамиды и лишены грани призмы (рис. 1). Измерение кристалла позволило определить примерное значение ρ грани пирамиды. Принимая установку Гольшмидта для апатита (при $q_1 \varphi = 0$), измеренное ρ равно примерно 68° , что соответствует простой форме $Z = (30\bar{3}1)$ (8). Самые крупные кристаллы достигают в длину 5 мм. В изломе они оказываются пустотелыми, причем шестигранные отверстия четко очерчены и строго параллельны наружным очертаниям грани. В сапоните на месторождении Кукисвумчорр внутренняя часть пустотелых кристаллов франколита оказалась заполненной таким же сапонитом (рис. 2). Здесь обращают на себя внимание утолщения на концах отдельных полос в виде правильных шестигранников в поперечном сечении и удивительное постоянство мощности в каждой отдельной, даже тончайшей полоске. Такое послойное чередование чистого

франколита с пылевидным сапонитом напоминает диффузионный эффект в коллоидной среде.

В жильном франколите по трещинам выделяется томсонит в виде тонких пленок. Иногда он также обрастает кристаллы и сталактиты не только с внешней, но и внутренней стороны. В этом случае тонкие и мелкие кристаллики томсонита ориентированы перпендикулярно поверхности сталактита или кристалла, образуя тонкую ребристую корочку.

В чистом виде франколит — белый; иногда за счет гидроокислов железа он принимает буроватую окраску. Во влажном состоянии из-

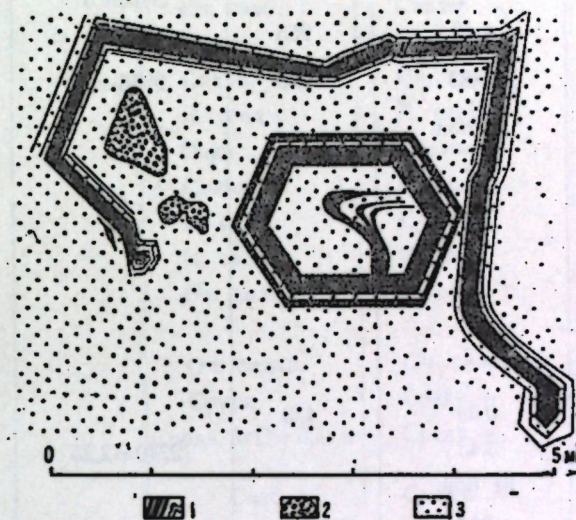


Рис. 2. Скелетные формы роста кристалла франколита в сапоните.

1 — франколит ленточного сложения; 2 — скопление филлипсита; 3 — сапонит.

дает резкий запах глины. Твердость около 4, несколько ниже твердости апатита, что обусловлено примесью глинистых минералов. Хрупок, слегка пачкает руки. В соляной кислоте растворяется на холоде с трудом, при нагревании — бурно, с выделением CO_2 . В нерастворимом остатке всегда остается монтмориллонит или сапонит. Удельный вес — 3,105.

Минерал оптически одноосный, отрицательный; удлинение отрицательное. Показатель преломления: $N_o = 1,629$; $N_e = 1,626$.

Химическому анализу были подвергнуты натечные выделения франколита из пологопадающих зон разломов Расвумчоррского месторождения близ апатито-нефелинового тела (обр. 1 — аналитик З. В. Васильева, ИГЕМ) и Юкспорского (обр. 2 — аналитик В. А. Молева, ИГЕМ) (табл. 1).

Согласно представлениям Борнеман-Старынкевич и Белова (2), фосфор замещается углеродом. Расчет химического анализа (обр. 1) приводит к следующей формуле:

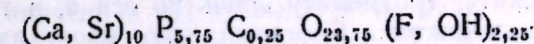


Таблица 1

Химический анализ франколита

Компоненты	Вес (%)	Атом. колич.	Расчет формулы минерала	Вес (%)
		Обр. № 1		Обр. № 2
P ₂ O ₅	40,60	5720		39,49
SiO ₂	не обн.		5975=6	0,18
SO ₃	.			не обн.
CO ₂	1,12	255		0,41
CaO	} 55,83	9956	9956=10	52,62
SrO				0,42
MnO	не обн.			0,12
MgO	.			0,04
Na ₂ O	..			0,27
K ₂ O	.			0,54
TR ₂ O ₃	.			следы
Fe ₂ O ₃	.			следы
Al ₂ O ₃	.			0,12
H ₂ O—	.			не обн.
H ₂ O+	0,39	433		1,20
F	3,43		2240=2,25	3,60
Cl	не обн.			не обн.
Нер. ост.	нет			2,80
Сумма	101,87			101,87
O=F ₂	1,51			1,51
	100,36			100,36

Образец франколита из месторождения Юкспор (обр. 2) загрязнен тонким агрегатом минералов группы монтмориллонита и цеолитов, отделить которые не представилось возможным. В таком виде анализ № 2 рассчитывается плохо. Однако сравнение содержания основных компонентов франколита с анализом № 1 говорит об их сходстве.

Для сравнения приводим три спектральных анализа франколита из различных участков месторождения (аналитик Н. Н. Колесников, Кольский филиал АН СССР). Как видно из табл. 2, состав их близок, но содержание стронция в франколите, по сравнению с первичным апатитом, резко снижено (в апатите среднее содержание SrO около 3%).

Рентгено-структурное изучение франколита позволило установить в нем размеры элементарной решетки. Согласно данным Озерова, $c=6,881\text{Å}$, $a=9,347\text{Å}$; $c/a=0,7373$. В ряду минералов группы апатита установлено (6) уменьшение размера кристаллической решетки в направлении от хлорапатита к гидроксилapatиту, фторапатиту, франколиту, курскиту, гродиолиту лишь по оси a , в то время как по оси c размер не меняется. Соответственно происходит уменьшение

Таблица 2

Спектральный анализ франколита (Юкспор)

Элементы	Франколит белый	Франколит светло-бурый	Франколит снежно-белый
Be	Следы	Н. следы	Следы
P	Сильн.	Сильн.	Сильн.
Mn	Оч. слаб.	Следы	Слаб.
Mg	Средн.	Средн.+	Сильн.
Si	Сильн.	Оч. сильн.	Средн.
Ca	Н. следы	Н. следы	—
Fe	Слаб.	Средн.—	Средн.
Al	Сильн.	Оч. сильн.	Оч. сильн.
Ti	Н. след.	След.	Следы
Cu	Н. след.	Н. след.	Оч. слаб.
Na	Оч. сильн.	Н. след.	Средн.—
Zr	—	—	Следы
Ca	Оч. сильн.	Оч. сильн.	Оч. сильн.
K	Средн.	Средн.+	Следы
Sr	Средн. SrO=0,42%	Средн.+	В. средн. SrO=0,36%
Ba	Слаб.	Средн.	Слаб.

объема и удельного веса минерала. При сравнении размеров элементарной ячейки и удельного веса с данными Озерова и др. оказалось, что все эти значения точно соответствуют франколиту.

Порошкограмма франколита (табл. 3), полученная Н. Н. Слудской (ИГЕМ) идентична порошкограмме фторапатита. Индексы плоскостей приводятся по фторапатиту из работы В. И. Михеева (5).

Дифференциальная кривая нагревания, полученная в лаборатории экспериментальной петрографии под руководством А. И. Цветкова в ИГЕМе, показывает, что в минерале до 1130° никаких термических превращений не происходит.

ВЫВОДЫ

Приуроченность франколита только к пологопадающей системе трещин линейной коры выветривания находит свое объяснение в вышеуказанном геологическом положении коры выветривания, в парагенезисе минералов, а также в физико-химических особенностях процесса образования этого минерала.

Опыты с нефелином показали, что при взаимодействии измельченного минерала с дистиллированной водой pH среды через 5 минут повышается до 9, а через 3 часа — до 11. Апатит подвергается растворению лишь при значениях pH не выше 8. В среде, более щелочной, он остается устойчивым против выветривания. В зависимости от типа зон

Таблица 3

Порошкограмма франколита

Франколит		hkl (по Михееву)	Апатит (эталон)	
Интенсивность α Å			Интенсивность α Å	
4	3,41	0002	4	3,42
4	3,05	12 $\bar{3}$ 0	1	3,05
1	2,97	—	—	—
10	2,79	12 $\bar{3}$ 1; 11 $\bar{2}$ 2	10	2,77
7	2,70	30 $\bar{3}$ 0	8	2,70
3	2,63	20 $\bar{2}$ 2	7	2,62
5	2,25	13 $\bar{4}$ 0	5	2,25
3	2,14	13 $\bar{4}$ 1	2	2,13
5	1,937	22 $\bar{4}$ 2	7	1,934
3	1,883	13 $\bar{4}$ 2	5	1,880
6	1,835	12 $\bar{3}$ 3	8	1,835
4	1,802	23 $\bar{5}$ 1	—	—
4	1,775	14 $\bar{5}$ 0	5	1,787
4	1,752	40 $\bar{4}$ 2	5	1,761
4	1,723	0004	5	1,738
3	1,641	23 $\bar{5}$ 2	2	1,631
2	1,527	24 $\bar{6}$ 0	1	1,523
2	1,501	12 $\bar{3}$ 4	1	1,497
4	1,469	50 $\bar{5}$ 2	4	1,465
3	1,449	23 $\bar{5}$ 3	4	1,448
4	1,427	15 $\bar{6}$ 1; 33 $\bar{6}$ 2	4	1,420
1	1,343		1	1,339
3	1,308		1	1,306
3	1,277		2	1,277
3	1,259		2	1,259
4	1,234		4	1,232
4	1,217		3	1,214
2 дв.	1,157		1	1,152
	1,147		1	1,147
1	1,132		1	1,132
1	1,113		1	1,116
5	1,099		4	1,098

Условия съемки: Fe = излучение $2R=57,9$; $d = 0,6$.

разломов, круто- или пологопадающей, меняется и pH нисходящих растворов: в пологопадающей он наибольший, в крутопадающей — наименьший (по определениям pH воды из крутопадающей линейной коры выветривания в горных выработках — 8,9—9,1).

Образование франколита в свете изложенных выше данных представляется следующим образом. Поверхностные воды, вначале нейтральные или близкие к ним, проходят через толщу апатитовых пород и растворяют апатит. Быстрое нарастание щелочности дренируемых вод за счет нефелина прекращает растворение апатита. Если транзитные воды с невысоким значением pH растворов после выветривания, где щелочность вод высокая, то в этих условиях выпадает франколит.

Щелочной характер среды в линейной коре выветривания ограничивает, таким образом, возможность образования больших количеств вторичных фосфатов кальция. При благоприятных тектонических условиях, когда породы интенсивно раздроблены, процессы выветривания приводят к развитию линейной коры выветривания и ей только свойственного комплекса минералов. Примером является месторождение Расвумчорр, в котором широко развита линейная кора выветривания пологопадающего типа, представленная в значительной мере франколитом.

Специфические условия выпадения франколита являются, видимо, благоприятными и для возникновения скелетных форм роста этого минерала, что, очевидно, характерно и для таких гипергенных фосфатов, как пироморфит и ванадинит.

При переходе апатита в раствор, а затем выпадении его в форме франколита происходит вынос Sr. Появление в составе минерала углерода, изоморфно заместившего фосфор, обязано CO_2 , поглощенной нисходящими водами из атмосферы.

Институт геологии
Кольского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
28/II 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсанов Г. П. К минералогии Ионского железорудного месторождения. ДАН СССР, т. 31, № 3, 1941.
2. Борнеман-Старынкевич И. Д., Белов Н. В. Об изоморфных замещениях в карбонатапатите. ДАН СССР, 19, № 5, 1938.
3. Дорфман М. Д. Линейная кора выветривания в нефелиновых сиенитах. Сб. «Кора выветривания», т. 3, изд. АН СССР (в печати).
4. Дорфман М. Д. Линейная кора выветривания в нефелиновых сиенитах. Совещ. по исслед. и использ. глин. Тез. доклада, 1957.
5. Михеев В. И., Дубинина В. И. Рентгенометрический определитель минералов. Зап. Лен. горн. ин-та, ч. II, т. XIII, вып. I, ГОНТИ, 1939.
6. Озеров Р. П., Гришпан Л. Б., Бушинский Г. И. Некоторые рентгеноструктурные данные минералов группы апатита. Зап. Всес. минер. об-ва, сер. 2, ч. 85, вып. 3, 1956.
7. Чирвинский П. Н. Палеогидрология Хибинских тундр. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1939.
8. Goldschmidt V. Krystallographische Winkeltabellen. Berlin, 1897.

З. Т. МИТРОФАНОВА, В. А. СОКОЛОВ

ДОЛОМИТЫ ШУНГИТО-КАРБОНАТНО-СЛАНЦЕВОЙ ТОЛЩИ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ИЗВЕСТИ

При изучении геологических разрезов верхнекарельских терригенно-карбонатных толщ южной Карелии было обращено внимание на значительное развитие в составе шунгито-карбонатно-сланцевой толщи тонкозернистых доломитов («доломитовых сланцев»). В 1955—1956 гг. в лаборатории технологии нерудного сырья Карельского филиала АН СССР эти породы были подвергнуты серии испытаний с целью выяснения возможности использования их в качестве сырья для производства доломитовой извести. Результаты испытаний заслуживают внимания.

Настоящая статья имеет целью сообщить данные геологических и технологических исследований тонкозернистых доломитов, которые раньше не изучались и не привлекали внимания как сырье для получения вяжущих строительных материалов.

ГЕОЛОГИЯ ШУНГИТО-КАРБОНАТНО-СЛАНЦЕВОЙ ТОЛЩИ

В составе протерозойских верхнекарельских образований в южной части республики довольно широко представлена шунгито-карбонатно-сланцевая толща, которая залегает здесь выше толщи карбонатных мраморизованных пород, покрывающих, в свою очередь, толщу кварцитов и кварцито-песчаников. Не останавливаясь на описании строения двух нижних толщ, коротко укажем на основные черты геологического строения шунгито-карбонатно-сланцевой толщи в различных районах ее распространения.

1. Район оз. Суоярви. На северном берегу оз. Суоярви породы шунгито-карбонатно-сланцевой толщи обнажаются у д. Варпакюля, западнее д. Мойсенваара, а канавами, шурфами и скважинами они были вскрыты восточнее оз. Сювярви, южнее д. Варпакюля и в других местах. В основании описываемой толщи залегает пачка ритмичного переслаивания кварцево-серицитовых и доломитовых сланцев, а выше следуют переслаивающиеся друг с другом тонкозернистые доломиты (пласты мощностью от 1,5 до 15 м), серицито-кварцевые, хлорито-кварцево-серицитовые и другие сланцы. Более верхние горизонты толщи наряду с кварцево-слюдистыми сланцами сложены шунгито-глинистыми (слюдистыми) и шунгитовыми сланцами. Эти породы имеют пологое залегание.

2. Район оз. Туломозера. Севернее оз. Туломозера породы шунгито-

карбонатно-сланцевой толщи имеют незначительное и спорадическое площадное развитие. Они плохо обнажены и описаны только в выходах по берегу р. Колос, выше бывшего чугуноплавильного завода. Здесь установлено, что в основании толщи залегает пласт доломитов мощностью до 5 м с характерной косою слоистостью. Выше следует пачка переслаивания серицито-хлорито-кварцевых и серицито-кварцевых темно-серых сланцев и тонкозернистых доломитов. Последние слагают прослой до 0,4 м и выше выпадают из разреза. Более верхние горизонты толщи представлены кварцево-серицитовыми и шунгитовыми сланцами.

3. Район оз. М. Янисъярви. В районе оз. М. Янисъярви доломиты в составе сланцевой толщи были встречены восточнее оз. Кухиласлампи в нескольких обнажениях среди метадиабазов. Они также описаны по керну скважин структурного профиля СЗГУ южнее д. Пролонваара. Установлено, что залегающая выше мраморизованных карбонатных пород шунгито-карбонатно-сланцевая толща сложена несколькими пачками переслаивающихся друг с другом пород: карбонатно-кварцевых, кварцево-слюдистых, карбонатно-биотито-кварцевых и других сланцев, а также доломитов. Доломиты тонко- и мелкозернистые, имеющие светло-серый, зеленовато-серый, темно-серый и другие цвета, представляют пачки мощностью 5—30 м. Указанные породы слагают крутые наклонные складки с размахом крыльев в 160—220 м. Обнажены породы плохо.

4. Район Прионежья. В западном и восточном крыльях, а наиболее широко в ядре Прионежской структуры, развиты породы шунгито-карбонатно-сланцевой толщи. Сравнение разрезов этой толщи из разных мест Прионежья показывает, что они построены по одной схеме. В основании разреза залегает пачка доломитовых, доломито-мергелистых, доломито-биотитовых и других сланцев. Выше следует пачка шунгитовых, глинистых и песчано-глинистых сланцев с прослоями шунгитов и черных доломитов.

Интересующие нас тонкозернистые доломиты залегают в составе обеих пачек, слагая прослой мощностью от 0,5 до 3—5 м. Обнажения таких пород известны по западному берегу оз. Кривозера, в районе оз. Лижмозера, д. Шайдомы, д. Кяппесельги, пристани Кузаранда и в других пунктах.

Из вышеизложенного следует, что:

а) тонкозернистые доломиты встречаются в южной части КАССР в составе шунгито-доломито-сланцевой толщи во всех районах развития пород верхнекарельского комплекса;

б) описываемые породы слагают среди сланцев прослой от 0,5 до 10—15 м, которые приурочены в основном к нижней части разреза толщи.

ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОЛОМИТОВ

Описываемые доломиты во всех отмеченных выше районах южной Карелии имеют значительное литолого-петрографическое сходство и представляют собой тонкозернистые породы серого, светло-серого, зеленовато-серого, темно-серого и других цветов. По текстурным особенностям выделяются доломиты массивные неслоистые и доломиты слоистые.

Доломиты неслоистые или с плохо выраженной слоистостью — плотные фарфоровидные породы с раковистым изломом. Эти породы

секутся сетью коротких, тонких, беспорядочно расположенных трещин. По трещинам обычно развивается в виде примазок хлорит, придающий породе зеленоватый оттенок. Под микроскопом видно, что порода имеет гомогранобластовую тонкозернистую или мозаичную структуру. Минералогический состав: доломит (60—90%), кварц (5—30%), хлорит (2—5%), биотит, пирит.

Доломит с резкой шагренью и рельефами слагает несдвоенные (чаще величиной 0,01—0,05 мм) изометрические с неровными или прямыми краями зерна, плотно прилегающие друг к другу.

В темно-серых доломитах внутри зерен включено темное пигментное вещество, не различимое даже при сильном увеличении. Кварц встречается в виде зерен величиной 0,01—0,1 мм, имеющих в срезе шлифа неправильную, округлую и другие формы. Кварцевые зерна вкраплены в массу доломита равномерно, а иногда собраны в виде тонких прослоек мощностью до 1 мм или в виде скоплений неправильной формы и небольшой величины.

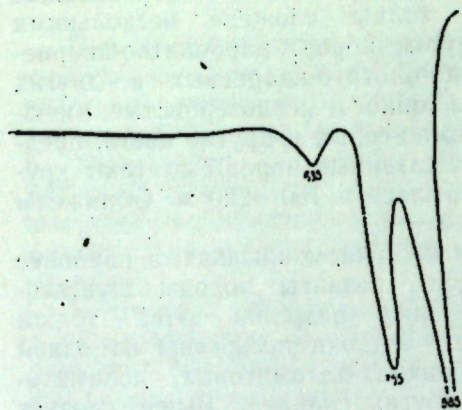
Хлорит наблюдается в виде волнистого мелкочешуйчатого агрегата, плеохроирующего в слабо зеленоватых тонах и располагающегося на стыке доломитовых зерен и по трещинам. Биотит встречается в виде чешуек округлой или неправильной формы с несколько изрезанными краями. Размеры их до 0,5 мм в поперечнике. Количество биотита несколько увеличивается в темно-серых разностях доломита. Пирит образует кристаллики кубической

формы до 0,5 см в поперечнике, неравномерно вкрапленные в массу породы.

Доломиты слоистые представляют собой тонкозернистые породы, в которых отчетливо видна тонкая (до 1 см) слоистость, выраженная чередованием различных по составу и цвету слоев. Слои доломита светло-серого цвета переслаиваются с прослойками слюдисто-кварцевого доломита, имеющего темно-серый и зеленовато-серый цвет. Количество и мощность слюдисто-кварцево-доломитовых прослоев меняется в широких пределах. Указанные породы являются переходными по составу от доломитов к слюдисто-кварцевым и кварцево-слюдистым сланцам. Микроскопически слоистые доломиты аналогичны описанным выше доломитам неслоистым.

Химические анализы доломитов показывают содержание в них MgO от 14 до 18%; CaO от 21 до 26%; SiO₂ от 14 до 22%; R₂O₃ от 4 до 10%. Известково-магнезиальный модуль изменяется в пределах 1,22—1,64. Отклонение показателя этого модуля от теоретического для доломита (1,39) зависит, по-видимому, не от изменчивого состава собственно доломита, а от того, что содержание CaO и MgO определялось для всей пробы, в которой были не только доломит, но и различное количество силикатных минералов.

Данные термического анализа дают следующую характеристику доломитов. Кривая нагревания образца «С-14» (рис.), как и других



образцов, показывает два характерных эндотермических эффекта: а) диссоциация молекулы доломита начинается при температуре около 730°C (максимальное развитие эффекта — около 755°C); б) диссоциация CaCO₃ — при температуре около 840°C (максимальное развитие эффекта при 885°C). На кривой нагревания имеется еще одна термическая остановка при температуре 635°C, что указывает на наличие небольшой примеси другого минерала (возможно, глинистого).

Таким образом, данные петрографических, химических и термических исследований характеризуют описываемые породы как типичные доломиты.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЛОМИТОВ

Доломиты шунгито-карбонатно-сланцевой толщи были подвергнуты технологическому изучению в лаборатории технологии нерудного сырья Карельского филиала АН СССР. В табл. 1 приводится краткая характеристика опытных проб доломитов, взятых из разных районов развития описываемой выше толщи.

Таблица 1

Петрографическая характеристика проб доломита

№ пробы	Место взятия	Макроскопическое описание	Минералогический состав	Структура
„1—0“	Пряжинский район, левый берег р. Колос	доломит тонкозернистый, косо-слонистый, зеленовато-серый	доломит (75—80%), величина зерен 0,03—0,1 мм; кварц (10—23%), величина зерен до 0,15 мм; отдельные зерна, скопления их и кварцевые прослойки; биотит, хлорит, серицит, пирит (до 2%)	грано-бластовая
„1—М“	Суоярвский район, западнее д. Мойсенваара	доломит тонкозернистый плотный, светло-сиреневый или серый	доломит (80—90%), величина зерен 0,01—0,03 мм; кварц (10—20%), величина зерен 0,01—0,02 мм; отдельные зерна, скопления их; немного хлорита и пирита	гомограно-бластовая
„С—14“	Суоярвский район, скважина № 14 (интервал 55,9—59,1 м) восточнее оз. Сювяярви	доломит тонкозернистый, плотный, неслоистый, зеленовато- и розовато-серый	доломит (80—85%), величина зерен 0,01—0,04 мм; кварц (10—15%), величина зерен 0,02—0,08 мм; отдельные округлые зерна; хлорит, серицит, пирит (до 3%)	гомограно-бластовая, местами мозаичная

Химические анализы и показатели физических свойств доломита приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Химический состав проб доломита

Наименование пробы	SiO ₂	R ₂ O _n	CaO	MgO	п.п.	Fe ₂ O ₃	НО	Известково-магнезиальный модуль (CaO/MgO)
I=O* (косослоистые)	14,92	4,33	22,84	18,12	37,83	2,40	19,98	1,26
I=M* (фарфоровидные)	15,04	6,44	21,70	17,81	36,77	2,04	22,30	1,22
C=14* (фарфоровидные)	13,96	7,68	26,34	16,04	36,31	1,89	20,18	1,64

Таблица 3

Физические показатели проб доломита

Наименование пробы	Удельный вес (г/см ³)	Объемный вес	Пористость по водопоглощению (%)	Врем. сопротивление сжатию (кг/см ²)
I=O* (косослоистые)	2,70	2,64	0,08	более 1000
I=M* (фарфоровидные)	2,75	2,57	0,60	.
C=14* (фарфоровидные)	2,81	2,73	0,11	.

В целях выяснения технологических свойств доломитов проведены опыты по получению из них молотой извести. Были испытаны три пробы доломитов. Каждая из них дробилась на куски величиной в среднем около 30 мм в поперечнике и загружалась в лабораторную муфельную печь, где обжигалась при 1000°C с двухчасовой выдержкой при конечной температуре. Обожженный материал измельчался в шаровой мельнице с контрольным просеиванием через сита 900 (№ 021) и 4900 (№ 0065) *от/см²*. Механическая прочность готового продукта определялась на образцах — кубиках, изготовленных из смеси обожженного доломита с нормальным песком в соотношении 1:3 (по весу) при пластичном способе формовки, образцов.

Готовый продукт был испытан в соответствии с требованиями ГОСТа 5803—51 на строительную молотую негашеную известь. Результаты испытаний приведены в табл. 4 и 5. ГОСТ 5803—51 на «Известь строительную молотую негашеную» предусматривает, в зависимости от ее прочности (при испытании на сжатие кубов 28-дневного возраста), 4 марки: «4», «10», «25» и «50». Полученные нами показатели временного сопротивления сжатию, как это видно из табл. 5, удовлетворяют требованиям ГОСТа, а проба № C=14 в значительной мере превышает их. Кроме того, следует отметить и наличие гидравлических свойств

Таблица 4

Качественные характеристики готового продукта

Наименование пробы	Содержание активных SiO ₂ + MgO (%)	Плотность после сжатия на сжатие (%)		Температура плавления (°C)		Испытание на разрыв: мерность, изменение объема		Сроки хранения		Объемный вес в расчете на состав (г/см ³)	Уд. вес (г/см ³)	Известково-магнезиальный модуль (CaO/MgO)	Плотность при температуре плавления (г/см ³)	Плотность при температуре плавления (г/см ³)
		500 атм/см ²	4500 атм/см ²	сильное плавление (мин)	слабое плавление (мин)	затвердевание	разрушение	начало	конец					
I=O*	62,55	нет	12,30	45° 30-35°	45° 30-35°	образовались выдержки	образовались выдержки	не определ.	не определ.	0,55	—	0,55	6,74	6,74
I=M*	72,55	нет	12,0	45° 30-35°	45° 30-35°	тоже	тоже	не определ.	не определ.	0,46	0,70	0,46	6,57	6,57
C=14*	80,25	нет	8,5	45° 30-35°	45° 30-35°	тоже	тоже	5 мин	45 мин	0,44	2,87	0,44	6,39	6,39

Примечание. Определение содержания активных SiO₂ + MgO проводилось методом титрования шунгитовой кислотой.

Таблица 5

Механическая прочность готового продукта

Наименование пробы	Предел прочности при сжатии (кг/см²)												Водоиз- вест- ковое отношение $\frac{W}{C}$
	Воздушное хранение						Влажное хранение						
	Предел прочности при сжатии (кг/см²)						Предел прочности при сжатии (кг/см²)						
	Предел прочности при сжатии (кг/см²)						Предел прочности при сжатии (кг/см²)						
	Предел прочности при сжатии (кг/см²)						Предел прочности при сжатии (кг/см²)						
Предел прочности при растяжении (кг/см²)													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Водное хранение													
Воздушное хранение													
Вод													

у продуктов обжига исследуемых нами доломитов. Образцы, изготовленные обычным способом, при испытании на механическую прочность после 28-дневного хранения в воде дали хорошие показатели: 25,5; 14,2; 50,9 кг/см². Это указывает на возможность получения из исследуемых доломитов вяжущих веществ типа доломитового цемента, обладающего повышенным сопротивлением действию воды.

Показатели предела прочности, приведенные в табл. 5, значительно выше показателей прочности образцов доломита Прионежья, исследованных в 1955 г., который оказался вполне удовлетворительным сырьем для получения доломитовых вяжущих материалов.

ВЫВОДЫ

1. Тонкозернистый доломит из шунгито-карбонатно-сланцевой толщи верхнекарельских образований протерозоя более высококачественное карбонатное сырье по сравнению с мраморовидными доломитами карбонатной толщи Карелии.

2. Рекомендовать указанный выше тип карбонатных пород верхнего карелия для изготовления качественных доломитовых известей, необходимых местным строительным организациям, для чего целесообразно организовать разработку наиболее крупных, перспективных месторождений:

- а) в Кондопожском районе, между д. Кяппесельга и д. Шайдома (намечено для разведки Карельским Совнархозом) и
- б) в Суоярвском районе, севернее оз. Суоярви, у д. Варпакюля и д. Мойсенваара.

Отдел региональной геологии
и лаборатория технологии
нерудного сырья
Карельского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
2/III 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Митрофанова З. Т. Некоторые данные по технологическому изучению доломитов северного Прионежья. Тр. К-Ф филиала АН СССР, вып. III, 1955.
2. Соколов В. А. К геологии протерозойских верхнекарельских карбонатных пород южной части КАССР. Тр. Карельского филиала АН СССР, вып. XI (в печати).

И. Д. БАТИЕВА, И. В. БЕЛЬКОВ

БАЗАЛЬНЫЕ КОНГЛОМЕРАТЫ КЕЙВСКОЙ ОСАДОЧНО-МЕТАМОРФИЧЕСКОЙ СЕРИИ В РАЙОНЕ ЗАПАДНЫХ КЕЙВ

(Центральный подораздел Кольского п-ова)

Базальные конгломераты Кейвской осадочно-метаморфической серии на Кольском п-ове не были известны. Во время полевых геологических исследований летом 1957 г. нами, в частности, изучались взаимоотношения кейвских гнейсов с подстилающими породами архея в районе Ефим-озера (Сейярв) на Западных Кейвах. При этом в 1 км южнее озера Н. Ленъявр на западном склоне горы Инниорь, в основании гнейсовой толщи, были обнаружены конгломераты с галькой олигоклазового гранита, лежащие непосредственно на олигоклазовых гранито-гнейсах. Поскольку до последнего времени истинные стратиграфические соотношения свиты Кейв с гранито-гнейсами архея не были установлены и базальные конгломераты кейвских гнейсов не были известны, естественно, найденные конгломераты представляют определенный интерес.

На геологической карте, составленной А. В. Первозчиковым в 1940 г., в районе Ефим-озера и оз. Н. Ленъявр показан непосредственный контакт щелочных гранитов с гранито-гнейсами архея. Фактически же с гранито-гнейсами архея на горе Инниорь граничат кейвские гнейсы, которые идут полосой, имеющей ширину до 1 км. Эти гнейсы прорваны маломощными жилами щелочных гранитов.

Пространственные взаимоотношения пород иллюстрируются геологической картой участка развития конгломератов (рис. 1). Олигоклазовые гранито-гнейсы слагают западную часть участка и прослежены вплоть до Ефим-озера. В удалении от контакта они инъецированы микроклиновыми гранитами и по сути представляют собой мигматиты микроклиновых гранитов. Олигоклазовые гранито-гнейсы вблизи контакта со щелочными гранитами в значительной степени изменены метасоматически с образованием в них неориентированных порфиобласт амфибола. Здесь же широко развиты негматитовые жилы с амазонитом.

Гнейсы, с конгломератами в основании, развиты в восточной части участка, а также в виде небольшого останца сохранились среди олигоклазовых гранито-гнейсов. Это свидетельствует о складчатом строении участка, где в ядрах синклиналей в современном эрозионном срезе сохранились первично-осадочные образования. Наличие складчатости подтверждается также мелкой пльчатостью цемента конгломератов.

Складчатость и тектонические подвижки играли значительную роль в формировании геологической структуры района, о чем с убедитель-

ностью свидетельствует наличие интенсивной пльчатости в гнейсах, вытянутость заключенных в них галек в одном направлении, а иногда и полное их перетирание. Последнее, по-видимому, и является тем обстоятельством, из-за которого очень редко удастся наблюдать базальные конгломераты на границе с подстилающими породами. Зона контакта разнородных пород была наиболее благоприятной для таких подвижек, а также для более поздних интрузий щелочных гранитов и метасоматических преобразований, связанных с ними.

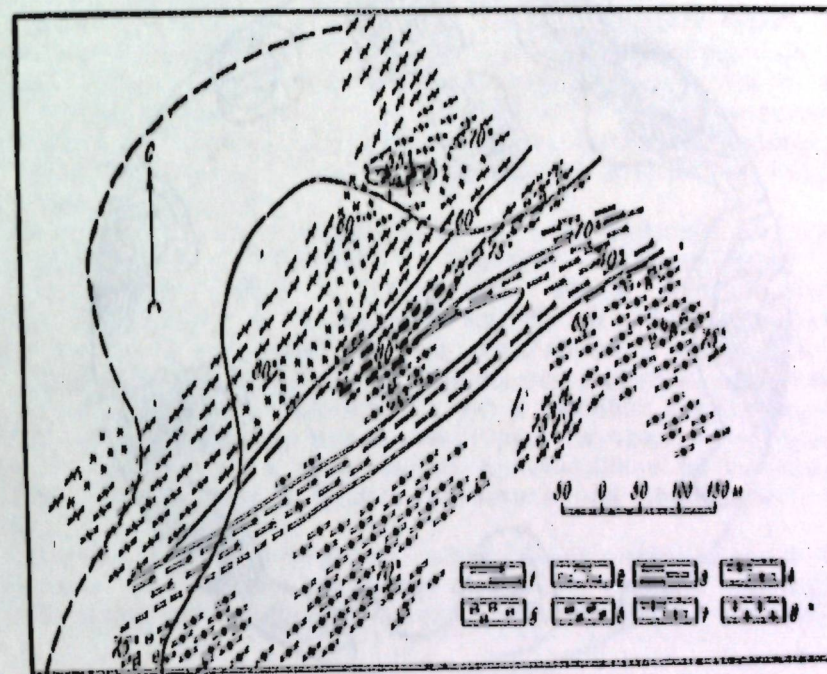


Рис. 1. План участка развития базальных конгломератов.

1—щелочные граниты; 2—амфиболиты; 3—метасоматиты по биотитовым гнейсам; 4—биотитовые, гранат-биотитовые гнейсы; 5—галька кварца; 6—галька олигоклазового гранито-гнейса; 7—метасоматиты по олигоклазовому гранито-гнейсу; 8—олигоклазовые гранито-гнейсы.

В наученном участке базальные конгломераты прослежены в коренных обнажениях на 50—70 м вкост простирания от границы с олигоклазовыми гранито-гнейсами и на 200 м по простиранию в виде отдельных разобиченных выходов.

Стратиграфически выше (в плане — восточнее) базальных конгломератов залегают типичные биотитовые гнейсы, с редкой галькой кварца, переходящие в гранат-биотитовые гнейсы то более грубозернистые, то мелкозернистые, однородные по составу, с намечающейся слабо выраженной слоистостью. Грубозернистые прослои в гнейсах, как правило, обогащены биотитом, а также содержат кальцит и иногда мелкую кварцевую гальку.

Гнейсы и конгломераты секутся жилами мелкозернистого щелочного гранита и в контактах с ними превращены в гасингитовые гнейсы-метасоматиты. Базальные конгломераты по внешнему облику представляют собой темноокрашенную породу, содержащую светлые гальки и валуны, четко обособленные от цемента.

Соотношения между содержанием галек и цемента обычно непостоянны. В нижних частях базального горизонта содержание галек размером более 1 см достигает до 50% и более. Вверх по разрезу это содержание постепенно уменьшается до полного их исчезновения. Гальки в конгломерате сильно вытянуты, часто имеют форму сигар. Размер их в поперечнике составляет величину от долей сантиметра до 15—20 см. В длину они достигают 50—60 см. Наиболее крупные гальки встречаются

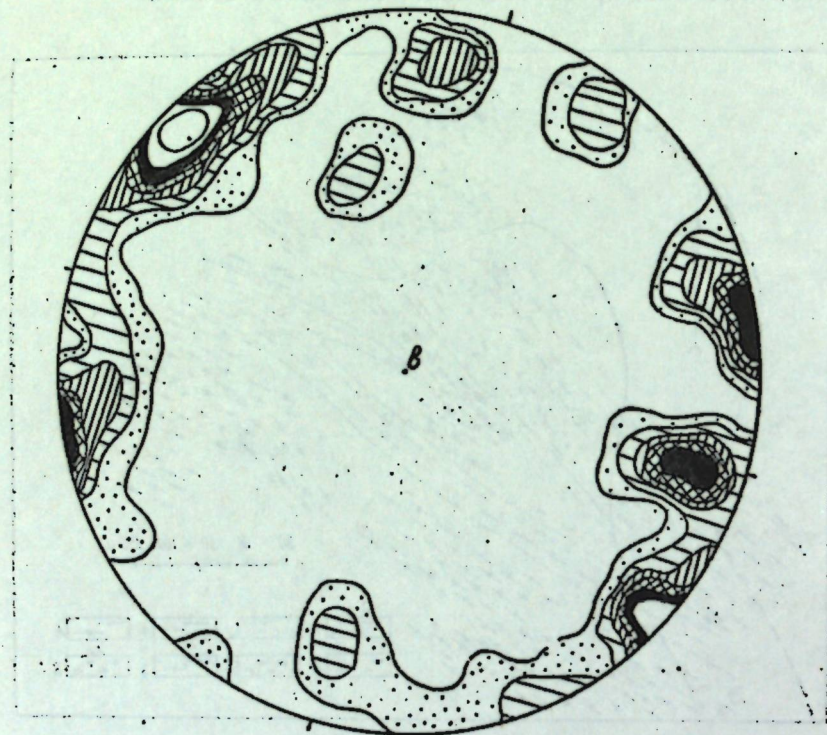


Рис. 2. Диаграмма ориентировки оптических осей зерен кварца в гальке олигоклазового гранита. 101 измерение. Изолинии 7—6—5—4—3—2—1.

вблизи границы с олигоклазовыми гранитами, вверх по разрезу размер галек убывает.

В целях выяснения характера деформаций, обусловивших растяжение галек, в шлифах, выпиленных перпендикулярно линейной вытянутости гальки, были замерены выходы оптических осей зерен кварца и по замерам составлены диаграммы. Наиболее типичная диаграмма (рис. 2) имеет строение поясового узора с максимумами (окл) и параллельно аб. Зандер (1) подобное строение узора диаграммы ориентировки оптических осей зерен кварца объясняет влиянием внешнего вращения и одновременного сплющивания вдоль поверхностей (окл) и указывает на то, что материал растягивается в направлении линейной ориентировки.

На наличие вращения и одновременно сплющивания указывает и форма большинства галек, сигарообразно вытянутых в длину и эллипсоидальных в поперечнике. При этом давление, обусловившее деформацию пород, было направлено перпендикулярно линейности. Об этом свидетельствуют и некоторые косвенные факты, например, совпадение

направления осей плоск в цементе конгломерата с вытянутостью галек. Иногда очень сильно растянутыми и даже сплюснутыми могут быть и сами гальки конгломерата, но и в этом случае наибольшее вытягивание материала происходит в направлении, нормальном к направлению давления.

В конгломерате преобладают гальки, сложенные олигоклазовым гранитом, реже встречаются кварцевые гальки с дымчатым кварцем. Кварцевые прожилки с дымчатым кварцем были зафиксированы также и внутри галек олигоклазовых гранитов. Эти прожилки не переходят из галек в цемент и принадлежат олигоклазовым гранитам.

Гальки олигоклазовых гранитов обладают светло-серой, реже — серо-розовой окраской и сложены белым или бледно-розовым плагиоклазом, серым, дымчатым кварцем, черным биотитом и амфиболом. Олигоклазовый гранит среднезернистый, имеет массивное или гнейсовидное сложение. Структура гранита аллотриоморфнозернистая или гранобластическая. Минеральный состав: плагиоклаз, кварц, биотит, амфибол, магнетит.

Плагиоклаз с содержанием 20—27% анортитовой молекулы полисинтетически sdвойникован, образует ксеноморфные зерна. Кварц обычно образует округлые зерна, иногда сгруппированные в породе по несколько вместе. В кварце наблюдается слабое волнистое погасание. Биотит выделяется в виде ориентированных пластинок. Совместно с ним развивается амфибол, представленный обыкновенной роговой обманкой. Биотит и амфибол иногда замещаются магнетитом — частично или в некоторых случаях почти полностью. Магнетит выделяется в виде мелких кристалликов по гнейсовидности гранита. При наличии в породе магнетита она приобретает розовую окраску.

Количественный минеральный состав гальки олигоклазовых гранитов приведен в табл. 1: Для сравнения в этой же таблице приведены подсчеты состава олигоклазовых гранитов, подстилающих конгломераты.

Таблица 1

Количественный минеральный состав олигоклазовых гранитов, подстилающих конгломераты и слагающих гальки (объемные %)

Минералы	Подстилающие граниты		Граниты гальки		
	№ 232	№ 228	№ 236/1	№ 236	№ 236а
Кварц	30,6	32,5	38,8	29,0	35,2
Плагиоклаз	64,7	57,4	60,5	64,5	60,5
Микроклин	1,2	6,6	—	—	—
Биотит	3,2	0,4	0,3	3,7	1,5
Амфибол	—	—	—	2,8	2,8
Магнетит	—	2,3	0,4	—	—
Сфен	—	0,2	—	—	—
Эпидот	0,1	0,2	—	—	—
Ортит	—	0,4	—	—	—
Апатит	0,2	—	—	—	—

Характерной особенностью состава подстилающих гранитов является присутствие микроклина, содержание которого в наиболее измененных (мигматизированных и метасоматически измененных) разновидностях иногда достигает значительной величины благодаря почти полному замещению плагиоклаза.

В то же время в граните галек микроклин отсутствует, что может служить указанием на более поздний, наложенный на олигоклазовые гранито-гнейсы процесс калиевого метасоматоза. Для установления и сопоставления химического состава гранита, слагающего гальки, и гранита, подстилающего конгломерат, в химико-аналитической лаборатории Кольского филиала АН СССР были выполнены химические анализы, приведенные в табл. 2 (аналитик Ю. И. Новикова).

Как следует из сравнения, гранит, которым сложены гальки базальных конгломератов, по химическому составу весьма близок подстилающим олигоклазовым гранито-гнейсам.

Таблица 2

Химический состав олигоклазовых гранито-гнейсов, подстилающих конгломераты, и гранитов из гальки (вес. %)

№ обр.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O—	п.п.	BaO	Сумма
236	70,3	0,26	15,12	0,93	1,43	1,90	1,42	0,01	1,39	6,48	0,08	0,42	0,64	—	100,38
214	70,98	0,29	15,14	1,43	0,58	2,14	0,81	0,03	1,8	5,05	0,09	0,49	0,87	0,05	100,04

Обр. № 236—олигоклазовый гранит из гальки базального конгломерата горы Иннпорь.
Обр. № 214—олигоклазовый гранито-гнейс (Западные Кейвы, Ефим-озеро). Средняя проба общим весом 20 кг из немигматизированных участков.

Цемент конгломерата имеет состав биотит-амфиболового гнейса, богатого темноцветными минералами, суммарное содержание которых достигает 37%. Количественный минеральный состав цемента, а также гнейсов, залегающих выше конгломератов, приведен в табл. 3.

Таблица 3

Количественный минеральный состав гнейсов и цемента конгломератов (объемные %)

№ обр.	Наименование	Кварц	Плагиоклаз	Микроклин	Биотит	Амфибол	Мусковит	Кальцит	Апатит	Сфен	Эпидот	Ортит	Магнетит
231	Цемент конгломерата	27,4	31,1	3,6	20,0	17,3	—	—	0,3	0,3	+	+	—
218	Гнейс вблизи от конгломерата	31,9	33,4	—	29,4	3,6	—	1,0	0,1	+	0,2	+	0,4
295	Гнейс в удалении от конгломерата	22,5	59,5	0,3	16,6	—	1,4	+	0,2	+	+	+	—

Структура цемента конгломерата гранолепидобластовая, крупнозернистая. Пластинки биотита крупные, до нескольких миллиметров в длину, частично замещаются амфиболом. Микроклин в породе более поздний, развивается по плагиоклазу.

Обнаруженные базальные конгломераты с галькой состава олигоклазовых гранито-гнейсов, не мигматизированные еще микроклиновым гранитом, с определенностью устанавливают относительный возраст пород свиты Кейв как более молодой, чем плагиограниты I группы (по Полканову, 3, 4), и более древний, чем микроклиновые граниты II группы, относимые всеми исследователями Кольского п-ова (3, 4, 2, 5, 6) к архейским образованиям.

Таким образом, если принять установленным постботнийский возраст микроклиновых гранитов II группы, то по своему стратиграфическому положению свита Кейв должна быть отнесена к ботнийским осадочным образованиям, наличие которых на Кольском п-ове до последнего времени оставалось проблематичным.

Институт геологии
Кольского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
17/V 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Елисеев Н. А. Структурная петрология. Изд. ЛГУ, 1953.
2. Куплетский Б. М. Стратиграфия докембрия Кольского полуострова. Стратиграфия СССР, т. I, 1939.
3. Полканов А. А. Геологический очерк Кольского полуострова. Тр. Арктич. ин-та, т. LIII, 1936.
4. Полканов А. А. Геологическая карта Кольского полуострова. Изд. Лен. геол. треста, 1937.
5. Соколов П. В. Геология плато Кейв и свиты кейвских кристаллических сланцев. Сб. «Большие Кейвы», под ред. П. А. Борисова. Гостоптехиздат, 1940.
6. Харитонов Л. Я. Стратиграфия и тектоника восточной части Балтийского щита. Тр. Третьей сессии комис. по опред. абсолютного возраста геологических формаций, 1955.

Ю. А. СИМОНОВ-ЕМЕЛЬЯНОВ

К ВОПРОСУ УСТАНОВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРА ГРАНИЦ УСТОЙЧИВОСТИ В «МАЛОМ» СЛОЖНЫХ НАПОРНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

В схемах гидроэлектростанций с напорной деривацией размеры поперечных сечений уравнильных резервуаров, получаемые из условий устойчивости системы в «малом», принимаются с некоторым запасом. Вопрос о запасе приобретает особое значение при проектировании ГЭС для районов Севера, так как длительный период эксплуатации их в зимних условиях накладывает ряд дополнительных требований к их проектированию. Так, возможное устойчивое обледенение внутренней поверхности уравнильного резервуара уменьшает площадь поперечного сечения его и, если рассматриваемая система такова, что может прийти в состояние неустойчивости, исключает тем самым нормальную работу ГЭС.

Этот запас обуславливается характером границ области устойчивости линеаризованной системы, которые можно подразделить на «опасные» и «безопасные». «Опасные» — это границы, малейшее нарушение которых приводит к неконтролируемому нарастанию отклонений режима от равновесного, т. е. когда, например, после сброса или наброса нагрузки станции появляются колебания уровня в уравнильном резервуаре с нарастающей амплитудой. «Безопасные» — это границы, малое нарушение которых приводит лишь к возникновению автоколебаний малой амплитуды (сколько угодно малой при достаточно малых нарушениях), приемлемой условиями эксплуатации. Тогда в первом случае запас в площади поперечного сечения уравнильного резервуара становится необходимым, а во втором — излишним.

Для решения вопроса о характере границ области устойчивости сложных гидравлических систем недостаточно рассмотрения линеаризованной системы уравнений, а необходимо исследовать нелинейные уравнения, полученные путем отбрасывания в правых частях исходных уравнений всех членов порядка выше третьего или, в конечном счете, необходимо отыскать некоторые постоянные величины, получившие название «ляпуновских величин» или «ляпуновских коэффициентов».

Вопрос о разделении границ на «опасные» и «безопасные» сводится к определению знака ляпуновского коэффициента.

Баутин (1) дает в общем виде для систем $n=2$, $n=3$, $n=4$ выражения для «ляпуновских коэффициентов» $L_i(\epsilon)$ в замкнутой форме, а также подробно разъясняет, как делить границы областей устойчивости

на «безопасные», когда первый ляпуновский коэффициент имеет отрицательный знак, и на «опасные», когда первый ляпуновский коэффициент имеет положительный знак.

Вопрос о поведении простой гидравлической системы вблизи границы области устойчивости с одним резервуаром уже исследован (2, 3, 5). В настоящей статье рассматриваются следующие сложные системы: 1) на подводящей деривации последовательно расположены два уравнильных резервуара, служащие одновременно приемными шахтами дополнительного расхода; 2) уравнильные резервуары расположены: один в конце подводящей, другой в начале отводящей деривации; 3) две сходящиеся напорные деривации объединяются в один общий подвод, в конце которого имеется уравнильный резервуар.

Вопрос о характере границ областей устойчивости указанных схем решался в каждом отдельном случае самостоятельно.

В статье в табличной форме приводятся результаты расчетов примеров существующих установок. В расчетных схемах была принята обычная для подобного рода задач идеализация: а) не учитывались характеристики напорного трубопровода; б) мощность турбины принималась постоянной и равной мощности в установившемся режиме.

Рассмотрим первый случай.

Применяя общее уравнение одномерного неустановившегося движения жидкости, напишем для схемы, показанной на рис. 1а, следующую систему уравнений:

$$Z_1 + h_{10} \left(\frac{Q_1}{Q_0} \right)^2 + \frac{L_1 dQ_1}{g f_1 dt} = 0 \quad [1]$$

$$Z_2 - Z_1 + h_{20} \left(\frac{Q_2}{Q_0} \right)^2 + \frac{L_2 dQ_2}{g f_2 dt} = 0 \quad [2],$$

а также уравнения неразрывности

$$Q_2 = Q_1 + q_1 - Q_{d1} = Q_1 + q_1 - F_1 \frac{dZ_1}{dt} \quad [3]$$

$$Q_T = Q_2 + q_2 - Q_{d2} = Q_2 + q_2 - F_2 \frac{dZ_2}{dt} \quad [4]$$

и уравнение турбины

$$\eta Q_T (H_0 + Z_2) = \eta_0 Q_0 H_{уст} \quad [5],$$

где Q_0 — расход установившегося режима; Q_1 — расход на 1-ом участке деривации; Q_2 — расход на 2-ом участке деривации; Q_{d1} — расход в 1-ом уравнильном резервуаре; Q_{d2} — расход во 2-ом уравнильном резервуаре; Q_T — расход турбины; f_1 — площадь поперечного сечения 1-го участка деривации; f_2 — площадь поперечного сечения 2-го участка деривации; L_1 — длина 1-го участка деривации; L_2 — длина 2-го участка деривации; Z_1 — подъем уровня в 1-ом уравнильном резервуаре над уровнем водохранилища; q_1 — дополнительный расход в первом уравнильном резервуаре; q_2 — дополнительный расход во втором уравнильном резервуаре; Z_2 — подъем уровня во 2-ом уравнильном резервуаре над уровнем водохранилища; F_1 —

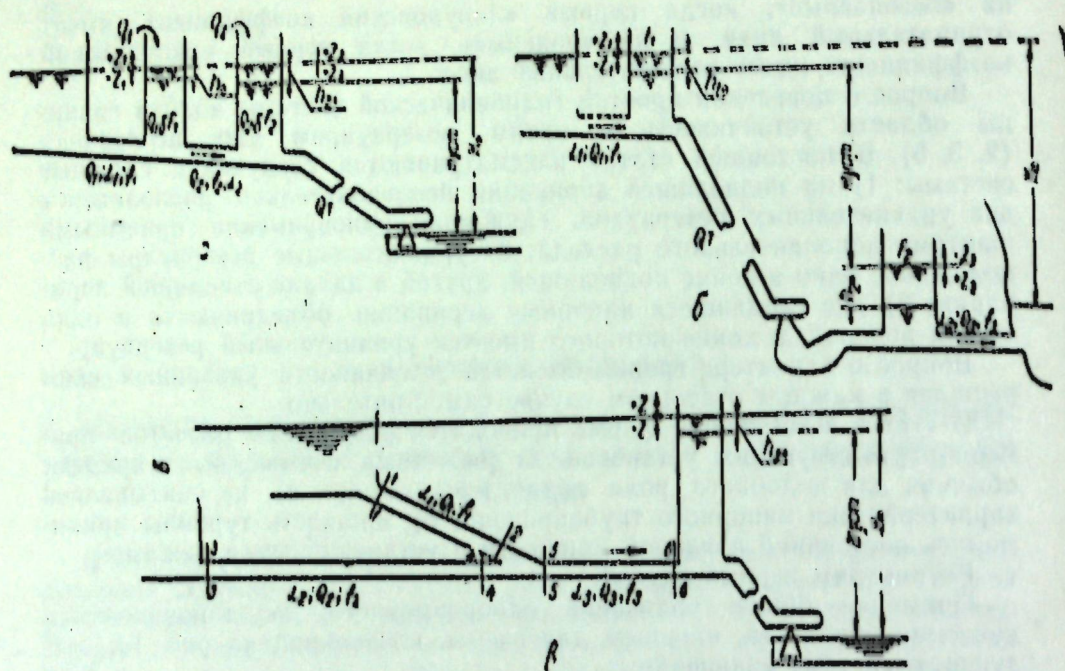


Рис. 1.

площадь поперечного сечения 1-го уравнительного резервуара; F_2 — площадь поперечного сечения 2-го уравнительного резервуара; h_{10} — суммарные потери напора на 1-ом участке деривации; h_{20} — суммарные потери напора на 2-ом участке деривации; H_0 — используемый напор установки; $H_{уст}$ — напор в установившемся режиме; η — к. п. д. турбины; $\eta = \text{const}$; g — ускорение силы тяжести.

Введем обозначения:

$$x_1 = \frac{Z_1}{h_{10} + h_{20}}; \quad Q_1 = U_1; \quad \frac{q_1}{Q_0} = a_1; \quad \frac{Q_T}{Q_0} = U_T; \quad \delta = \frac{h_{10} + h_{20}}{H_0}$$

$$x_2 = \frac{Z_2}{h_{10} + h_{20}}; \quad \frac{Q_2}{Q_0} = U_2; \quad \frac{q_2}{Q_0} = a_2; \quad \varphi = \frac{h_{10}}{h_{20}}; \quad \alpha = \frac{L_1 f_1}{L_2 f_2};$$

$$\tau = \frac{g(h_{10} + h_{20})}{\left(\frac{L_1}{f_1} + \frac{L_2}{f_2}\right) Q_0}; \quad \varepsilon_1 = \frac{Q_0^2 \left(\frac{L_1}{f_1} + \frac{L_2}{f_2}\right)}{g P_1 (h_{10} + h_{20})^2};$$

$$\varepsilon_2 = \frac{Q_0^2 \left(\frac{L_1}{f_1} + \frac{L_2}{f_2}\right)}{g P_2 (h_{10} + h_{20})^2}.$$

Тогда основные уравнения примут следующий вид:

$$x_1 + \frac{\varphi}{1 + \varphi} U_1^2 + \frac{\alpha}{1 + \alpha} \frac{dU_1}{dt} = 0 \quad [6]$$

$$x_2 - x_1 + \frac{1}{1 + \varphi} U_2^2 + \frac{1}{1 + \alpha} \frac{dU_2}{dt} = 0; \quad [7]$$

$$U_2 = U_1 + a_1 - \frac{1}{\varepsilon_1} \frac{dx_1}{dt}; \quad [8]$$

$$U_T = U_2 + a_2 - \frac{1}{\varepsilon_2} \frac{dx_2}{dt}. \quad [9]$$

В установившемся режиме имеем:

$$U_T = 1; \quad U_2 = 1 - a_2; \quad U_1 = 1 - a_2 - a_1; \quad x_1 = -\frac{\varphi}{1 + \varphi} (1 - a_2 - a_1)^2;$$

$$x_2 = -\frac{\varphi (1 - a_2 - a_1)^2 + (1 - a_2)^2}{1 + \varphi};$$

$$H_{уст} = 1 - \delta \left[\frac{\varphi (1 - a_2 - a_1)^2 + (1 - a_2)^2}{1 + \varphi} \right].$$

Тогда уравнение [5] запишется так:

$$U_T (1 + \delta x_2) = 1 - \delta \left[\frac{\varphi (1 - a_2 - a_1)^2 + (1 - a_2)^2}{1 + \varphi} \right]. \quad [10]$$

Давая бесконечно малые приращения производным, подставляя в уравнении системы [6] — [10], а также полагая площади сечений деривации f_1 и f_2 и их коэффициенты шероховатости равными между собой, что позволяет с достаточной точностью принять потери напора пропорциональными длинам дериваций, т. е. положить $\alpha = \varphi$ и, наконец, разрешая систему относительно производных, получаем:

$$\frac{d\Delta x_1}{dt} = \varepsilon_1 \Delta U_1 - \varepsilon_1 \Delta U_2$$

$$\frac{d\Delta x_2}{dt} = \frac{\varepsilon_2 \delta \Delta x_2}{1 - \delta \left[\frac{\varphi (1 - a_2 - a_1)^2 + (1 - a_2)^2}{1 + \varphi} \right]} - \frac{\varepsilon_2 \delta^2 \Delta x_2^2}{\left\{ 1 - \delta \left[\frac{\varphi (1 - a_2 - a_1)^2 + (1 - a_2)^2}{1 + \varphi} \right] \right\}^2} +$$

$$+ \frac{\varepsilon_2 \delta^3 \Delta x_2^3}{\left\{ 1 - \delta \left[\frac{\varphi (1 - a_2 - a_1)^2 + (1 - a_2)^2}{1 + \varphi} \right] \right\}^3} + \varepsilon_2 \Delta U_2; \quad [11]$$

$$\frac{d\Delta U_1}{dt} = \frac{1 + \varphi}{\varphi} \Delta x_1 - 2(1 - a_2 - a_1) \Delta U_1 - \Delta U_1^2;$$

$$\frac{d\Delta U_2}{dt} = (1 + \varphi) \Delta x_2 + (1 + \varphi) \Delta x_1 = 2(1 - a_2) \Delta U_2 - \Delta U_2^2.$$

Для отыскания условий устойчивости Раута-Гурвица для данного случая рассматриваем систему [11] в первом приближении, характеристическое уравнение для которого напишется так:

$$\lambda^4 + p\lambda^3 + q\lambda^2 + r\lambda + s = 0,$$

где коэффициенты имеют следующие значения:

$$p = 4(1 - a_2) = 2a_1 = \frac{\varepsilon_2 \delta}{N} \quad [12]$$

$$q = \varepsilon_1 \left(\frac{1}{\varphi} + 2 + \varphi \right) - \frac{\varepsilon_2 \delta [4(1-a_2) - 2a_1]}{N} + \varepsilon_2 (1 + \varphi) + 4(1-a_2-a_1)(1-a_2); \quad [13]$$

$$r = \frac{\varepsilon_1(1+\varphi)^2 [2(1-a_2-a_1)N - \varepsilon_2 \delta]}{N\varphi} - \frac{2(1-a_2-a_1)\varepsilon_2 \varphi [2(1-a_2)\delta - (1+\varphi)N]}{N\varphi}; \quad [14]$$

$$s = \frac{\varepsilon_2 \varepsilon_1 (1 + \varphi) [(1 + \varphi)N - 2(1 - a_2)\delta - 2(1 - a_2 - a_1)\delta \varphi]}{N\varphi} \quad [15],$$

где

$$N = 1 - \delta \left[\frac{\varphi(1-a_2-a_1)^2 + (1-a_2)^2}{1+\varphi} \right].$$

Условия Раута-Гурвица сводятся к неравенствам:

$$p > 0; q > 0; r > 0; s > 0; R = pqr - sp^2 - r^2 > 0.$$

Поскольку нас интересует поведение системы [11] на границе области устойчивости, то необходимо соблюсти условие $R=0$. При этом характеристическое уравнение имеет одну пару чисто мнимых корней, а другую — комплексно-сопряженную.

Для вычисления $L(\varepsilon_2)$ система [11] приводится к так называемому каноническому виду, коэффициенты при переменных которого выражаются через коэффициенты системы [11], причем коэффициенты при нелинейных членах преобразованной системы выражаются:

для членов второго порядка по формуле:

$$A_{kl}^{(2)} = \frac{1}{\Delta_0} \sum_{p=2}^{p-4} a_{jp} (a_{22}^{(p)} a_{2k} a_{2l} + a_{33}^{(p)} a_{3k} a_{3l} + a_{44}^{(p)} a_{4k} a_{4l}) = \frac{1}{\Delta_0} (a_{j2} a_{22}^{(2)} a_{2k} a_{2l} + a_{j3} a_{33}^{(3)} a_{3k} a_{3l} + a_{j4} a_{44}^{(4)} a_{4k} a_{4l}); \quad [16]$$

для членов третьего порядка по формуле:

$$A_{kls}^{(3)} = \frac{1}{\Delta_0} a_{jp} (a_{222}^{(p)} a_{2k} a_{2l} a_{2s}) = \frac{1}{\Delta_0} a_{j2} a_{222}^{(2)} a_{2k} a_{2l} a_{2s}; \quad [17]$$

где $\Delta_0 = \|a_{ji}\|$

a_{ji} — коэффициенты при линейных членах преобразованной системы;

a_{jp} — адьюнкта элемента a_{pj} ;

$a_{22}^{(2)}$; $a_{33}^{(3)}$; $a_{44}^{(4)}$; $a_{222}^{(2)}$ — коэффициенты при нелинейных членах системы [11].

Первый «ляпуновский коэффициент» определяется по формуле [4, 21] (1).

При расчетах числовых примеров коэффициенты характеристического уравнения p, q, r, s записывались в виде функций параметра ε_2 , характеризующего изменение площади поперечного сечения уравнительного резервуара, расположенного в конце напорной деривации. Далее, соответствующим подбором ε_2 удовлетворялось условие $R=0$ и определялись значения корней характеристического уравнения.

Значения коэффициентов при переменных преобразованной системы определялись по формулам [16, 17], а также [4, 14] (1) и, наконец, подставляя полученные выражения коэффициентов в выражения для

первого «ляпуновского коэффициента», определяли его знак. Результаты для этого случая сведены в табл. 1.

Таблица 1

Определение знака первого ляпуновского коэффициента для случая двух последовательно расположенных уравнительных резервуаров

Q_0 м ³ /сек	q м ³ /сек	L м	F_1 м ²	h_0 м	H_0 м	$f_1=f_2$ м ²	$L(\varepsilon_2)$	Примечание
20,5	—	3500	28	6,75	64,3	7,05	+	$R=0$ получено при $\varphi=0,25; F_2=F_R$
20,5	—	3500	28	6,75	64,3	7,05	+	$\varphi=1,0$
20,5	—	3500	28	6,75	64,3	7,05	+	$\varphi=1,0$
50	2	11800	2,5	20,8	145,5	12,5	+	$\varphi=0,25$
50	2	11800	2,5	20,8	145,5	12,5	+	$\varphi=1,0$
50	2	11800	2,5	20,8	145,5	12,5	+	$\varphi=3,72$

Перейдем ко второму случаю.

Для схемы, показанной на рис. 16, Куперман (6) приводит следующую систему дифференциальных уравнений:

$$Z_1 + h_{10} \left(\frac{Q_1}{Q_0} \right)^2 + \frac{L_1 dQ_1}{g f_1 dt} = 0 \quad [18]$$

$$Z_2 + h_{20} \left(\frac{Q_2}{Q_0} \right)^2 + \frac{L_2 dQ_2}{g f_2 dt} = 0 \quad [19]$$

$$Q_\tau = Q_1 - F_1 \frac{dZ_1}{dt} \quad [20]$$

$$Q_\tau = Q_2 - F_2 \frac{dZ_2}{dt}, \quad [21]$$

а также уравнение турбины

$$Q_\tau \eta H = Q_0 H_0 \eta_0, \quad [22]$$

где

$$H = H_0 + Z_1 + Z_2. \quad [23]$$

Q_0 — расход в установившемся режиме; Q_1 — расход подводящей деривации; Q_2 — расход отводящей деривации; Q_τ — расход турбин; F_1 — площадь поперечного сечения уравнительного резервуара на подводящей деривации; F_2 — площадь поперечного сечения уравнительного резервуара на отводящей деривации; Z_1 — подъем уровня в верхнем уравнительном резервуаре над уровнем водохранилища; Z_2 — подъем уровня в нижнем уравнительном резервуаре над уровнем нижнего бьефа; f_1 — площадь поперечного сечения подводящей деривации; f_2 — площадь поперечного сечения отводящей деривации; H_0 — используемый напор установки; H — действующий напор на турбину; η — к. п. д. турбины; $\eta = \text{const}$; g — ускорение силы тяжести; t — время; $H_{\text{уст}}$ — напор в установившемся режиме; L_1 — длина подводящей деривации; L_2 — длина отводящей деривации; h_{10} — суммарные

потери напора на подводящей деривации; h_{20} — суммарные потери напора на отводящей деривации.

Введем обозначения:

$$\begin{aligned} \frac{Z_1}{h_{10}} = x_1; \quad \frac{Q_1}{Q_0} = U_1; \quad \frac{Q_r}{Q_0} = U_r; \quad \frac{L_1 Q_0}{g f_1 h_{10}} = T_1; \\ \frac{Z_2}{h_{20}} = x_2; \quad \frac{Q_2}{Q_0} = U_2; \quad \frac{L_2 Q_0}{g f_2 h_{20}} = T_2; \quad \frac{F_1 h_{10}}{Q_0} = \gamma_1; \\ \frac{F_2 h_{20}}{Q_0} = \gamma_2; \quad \beta_1 = \frac{h_{10}}{H_0}; \quad \beta_2 = \frac{h_{20}}{H_0}. \end{aligned}$$

Тогда система [18] — [23] запишется так:

$$x_1 + U_1^2 + T_1 \frac{dU_1}{dt} = 0 \quad [24]$$

$$x_2 + U_2^2 + T_2 \frac{dU_2}{dt} = 0 \quad [25]$$

$$U_r = U_1 - \gamma_1 \frac{dx_1}{dt} \quad [26]$$

$$U_r = U_2 - \gamma_2 \frac{dx_2}{dt} \quad [27]$$

$$U_r = \frac{1 - \beta_1 - \beta_2}{1 + x_1 \beta_1 + x_2 \beta_2} \quad [28]$$

Из уравнений [24] — [28] найдем значения переменных в установившемся режиме:

$$x_1 = x_2 = -1; \quad U_r = U_1 = U_2 = 1.$$

Давая бесконечно малые приращения полученным значениям переменных, а также отбрасывая все члены порядка выше третьего и разрешая относительно производных, запишем систему [24] — [28] в виде:

$$\begin{aligned} \frac{d\Delta U_1}{dt} &= -\frac{1}{T_1} \Delta x_1 - \frac{2}{T_1} \Delta U_1 - \frac{1}{T_1} \Delta U_1^2 \\ \frac{d\Delta U_2}{dt} &= -\frac{1}{T_2} \Delta x_2 - \frac{2}{T_2} \Delta U_2 - \frac{1}{T_2} \Delta U_2^2 \\ \frac{d\Delta x_1}{dt} &= \frac{\beta_1 \Delta x_1}{\gamma_1 (1 - \beta_1 - \beta_2)} + \frac{\beta_2 \Delta x_2}{\gamma_1 (1 - \beta_1 - \beta_2)} + \frac{1}{\gamma_1} \Delta U_1 - \\ &\quad - \frac{\beta_1^2 \Delta x_1^2}{\gamma_1 (1 - \beta_1 - \beta_2)^2} - \frac{2\beta_1 \beta_2 \Delta x_1 \Delta x_2}{\gamma_1 (1 - \beta_1 - \beta_2)^2} - \frac{\beta_2^2 \Delta x_2^2}{\gamma_1 (1 - \beta_1 - \beta_2)^2} + \frac{\beta_1^3 \Delta x_1^3}{\gamma_1 (1 - \beta_1 - \beta_2)^3} + \\ &\quad + \frac{3\beta_1^2 \beta_2 \Delta x_1^2 \Delta x_2}{\gamma_1 (1 - \beta_1 - \beta_2)^3} + \frac{3\beta_1 \beta_2^2 \Delta x_1 \Delta x_2^2}{\gamma_1 (1 - \beta_1 - \beta_2)^3} + \frac{\beta_2^3 \Delta x_2^3}{\gamma_1 (1 - \beta_1 - \beta_2)^3}; \\ \frac{d\Delta x_2}{dt} &= \frac{\beta_1 \Delta x_1}{\gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)} + \frac{\beta_2 \Delta x_2}{\gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)} + \frac{1}{\gamma_2} \Delta U_2 - \\ &\quad - \frac{\beta_1^2 \Delta x_1^2}{\gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)^2} - \frac{2\beta_1 \beta_2 \Delta x_1 \Delta x_2}{\gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)^2} - \frac{\beta_2^2 \Delta x_2^2}{\gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)^2} + \frac{\beta_1^3 \Delta x_1^3}{\gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)^3} + \\ &\quad + \frac{3\beta_1^2 \beta_2 \Delta x_1^2 \Delta x_2}{\gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)^3} + \frac{3\beta_1 \beta_2^2 \Delta x_1 \Delta x_2^2}{\gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)^3} + \frac{\beta_2^3 \Delta x_2^3}{\gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)^3} \end{aligned} \quad [29]$$

Отбрасывая в системе [29] нелинейные члены, можно записать систему в первом приближении, характеристическое уравнение которой запишется так же, как и для первого случая:

$$x^4 + px^3 + qx^2 + rx + s = 0$$

Коэффициенты характеристического уравнения выражаются следующими зависимостями:

$$p = \frac{2\gamma_1 \gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2) (T_1 + T_2) - T_1 T_2 \beta_2 \gamma_1 - T_1 T_2 \gamma_2 \beta_1}{\gamma_1 \gamma_2 T_1 T_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)} \quad [30]$$

$$q = \frac{\gamma_2 T_2 (1 - 3\beta_1 - \beta_2) + \gamma_1 T_1 (1 - \beta_1 - 3\beta_2) + 4(1 - \beta_1 - \beta_2) \gamma_1 \gamma_2 - 2\beta_1 \gamma_2 T_1 - 2\gamma_1 T_2 \beta_2}{\gamma_1 \gamma_2 T_1 T_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)} \quad [31]$$

$$r = \frac{-\beta_2 T_2 - \beta_1 T_1 - 4\beta_1 \gamma_2 + 2\gamma_2 (1 - \beta_1 - \beta_2) - 4\beta_2 \gamma_1 + 2\gamma_1 (1 - \beta_1 - \beta_2)}{\gamma_1 \gamma_2 T_1 T_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)} \quad [32]$$

$$s = \frac{1 - 3\beta_1 - 3\beta_2}{\gamma_1 \gamma_2 T_1 T_2 (1 - \beta_1 - \beta_2)} \quad [33]$$

Как в первом случае, характеристическое уравнение имеет пару чисто мнимых корней и пару комплексно-сопряженных. Причем коэффициенты преобразованной системы определялись по формуле [4, 14] (1), а коэффициенты при нелинейных членах по нижеприведенным.

Для коэффициентов при членах второго порядка по формуле:

$$\begin{aligned} A_{kl}^j = \frac{1}{\Delta_0} \{ a_{j1}^{(1)} [a_{11}^{(1)} a_{1k} a_{1l} + a_{22}^{(1)} a_{2k} a_{2l} + a_{12}^{(1)} (a_{1k} a_{2l} + a_{1l} a_{2k})] + \\ + a_{j2}^{(2)} [a_{11}^{(2)} a_{1k} a_{1l} + a_{22}^{(2)} a_{2k} a_{2l} + a_{12}^{(2)} (a_{1k} a_{2l} + a_{1l} a_{2k})] + \\ + a_{j3}^{(3)} a_{3k} a_{3l} + a_{j4}^{(4)} a_{4k} a_{4l} \}. \end{aligned} \quad [34]$$

Для коэффициентов при членах третьего порядка по формуле:

$$\begin{aligned} A_{kls}^j = \frac{1}{\Delta_0} \{ [a_{111}^{(1)} a_{1k} a_{1l} a_{1s} + a_{222}^{(1)} a_{2k} a_{2l} a_{2s} + a_{112}^{(1)} (a_{1k} a_{1l} a_{2s} + \\ + a_{1k} a_{2l} a_{1s} + a_{2k} a_{1l} a_{1s}) + a_{122}^{(1)} (a_{1k} a_{2l} a_{2s} + a_{2k} a_{1l} a_{2s} + \\ + a_{2k} a_{2l} a_{1s})] a_{j1} + [a_{111}^{(2)} a_{1k} a_{1l} a_{1s} + a_{222}^{(2)} a_{2k} a_{2l} a_{2s} + \\ + a_{112}^{(2)} (a_{1k} a_{1l} a_{2s} + a_{1k} a_{2l} a_{1s} + a_{2k} a_{1l} a_{1s}) + a_{122}^{(2)} (a_{1k} a_{2l} a_{2s} + \\ + a_{2k} a_{1l} a_{2s} + a_{2k} a_{2l} a_{1s})] a_{j2} \}, \end{aligned} \quad [35]$$

где $\Delta_0 = \|a_{jl}\|$

a_{jl} — коэффициенты при линейных членах преобразованной системы;

a_{jp} — адьюнкта элемента a_{pj} ;

$a_{11}^{(1)}; a_{12}^{(2)}; a_{222}^{(1)} \dots$ — коэффициенты при нелинейных членах системы [29].

Расчет примеров для рассматриваемого случая производился аналогичным приемом, как и для первого случая. Но условие $R=0$ удовлетворялось путем попеременного варьирования как параметра γ_1 , так и параметра γ_2 , характеризующих изменение площадей поперечных сечений верхнего или нижнего уравнительных резервуаров. Результаты расчетов для этого случая приведены в табл. 2.

Таблица 2

Определение знака первого «лапунского коэффициента» для случая, когда один уравнительный резервуар расположен на подводящей, а другой на отводящей деривациях

Примечание	$L(\gamma)$	H_0 м	h_{30} м	h_{10} м	f_2 м ²	f_1 м ²	L_2 м	L_1 м	F_2 м ²	F_1 м ²	Q_0 м ³ /сек
$R=0$ получено при $F_1=F_k$	+	190,5	2,74	18,22	31,6	26,50	2235	4650	65	18,6	44,7
$F_2=F_k$	+	190,5	2,74	18,22	31,6	26,50	2235	4650	65	18,6	44,7
$F_1=F_k$	+	113,0	6,82	7,05	23,33	23,33	3255	3344	875	142	107,5
$F_2=F_k$	+	113,0	6,82	7,05	23,33	23,33	3255	3344	875	142	107,5

Перейдем к третьему случаю.

Для схемы, показанной на рис. 1б, применяя общее уравнение одно-размерного неустановившегося движения жидкости, напишем следующую систему уравнений:

$$Z + h_{10} \left(\frac{Q_1}{Q_0} \right)^2 + h_{30} \left(\frac{Q_3}{Q_0} \right)^2 + \frac{L_1 dQ_1}{g f_1 dt} + \frac{L_3 dQ_3}{g f_3 dt} = 0 \quad [36]$$

$$b = h_{10} \left(\frac{Q_1}{Q_0} \right)^2 - h_{20} \left(\frac{Q_2}{Q_0} \right)^2 + \frac{L_1 dQ_1}{g f_1 dt} - \frac{L_2 dQ_2}{g f_2 dt}, \quad [37]$$

$$\text{а также первое уравнение неразрывности } Q_\tau = Q_3 - F \frac{dZ}{dt}, \quad [38]$$

$$\text{уравнения турбины } \eta Q_\tau (H_0 + Z) = \eta_0 Q_0 H_{уст}, \quad [39]$$

$$\text{второе уравнение неразрывности } Q_3 = Q_2 + Q_1. \quad [40]$$

Q_0 — расход в установившемся режиме; Q_1 ; Q_2 ; Q_3 — расход на 1-ом, 2-ом, 3-ем участках подводящей деривации; f_1 ; f_2 ; f_3 — площади поперечных сечений 1-го, 2-го, 3-го участков деривации; h_{10} ; h_{20} ; h_{30} — суммарные потери напора на 1-ом, 2-ом, 3-ем участках деривации; L_1 ; L_2 ; L_3 — длины 1-го, 2-го, 3-го участков деривации; t — время; Z — подъем уровня в уравнительном резервуаре над уровнем верхнего водохранилища; b — разность в отметках уровня верхнего и нижнего водохранилищ; H_0 — используемый напор; $H_{уст}$ — напор в установившемся режиме; η — к. п. д. турбины; η — const; g — ускорение силы тяжести.

Введем обозначения:

$$\frac{Z}{h_{10} + h_{20} + h_{30}} = x; \quad \frac{Q_1}{Q_0} = U_1; \quad \frac{Q_2}{Q_0} = U_2; \quad \frac{Q_3}{Q_0} = U_3; \quad \frac{Q_\tau}{Q_0} = U_\tau;$$

$$\delta = \frac{h_{10} + h_{20} + h_{30}}{H_0}; \quad \varphi = \frac{h_{20}}{h_{10}} \text{ (так чтобы } \varphi < 1); \quad \alpha = \frac{h_{30}}{h_{10}};$$

$$T_1 = \frac{L_1 Q_0}{g f_1 (h_{10} + h_{20} + h_{30})}; \quad T_2 = \frac{L_2 Q_0}{g f_2 (h_{10} + h_{20} + h_{30})};$$

$$T_3 = \frac{L_3 Q_0}{g f_3 (h_{10} + h_{20} + h_{30})}; \quad \varepsilon = \frac{F (h_{10} + h_{20} + h_{30})}{Q_0};$$

$$\gamma = \frac{b}{h_{10} + h_{20} + h_{30}}.$$

Тогда система [36] — [40] запишется так:

$$x + \frac{U_1^2}{1 + \varphi + \alpha} + \frac{\alpha}{1 + \alpha + \varphi} U_3^2 + T_1 \frac{dU_1}{dt} + T_3 \frac{dU_3}{dt} = 0 \quad [41]$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + \varphi + \alpha} U_1^2 - \frac{\varphi}{1 + \varphi + \alpha} U_2^2 + T_1 \frac{dU_1}{dt} - T_2 \frac{dU_2}{dt} \quad [42]$$

$$U_\tau = U_3 - \varepsilon \frac{dx}{dt} \quad [43]$$

$$U_3 = U_1 + U_2 \quad [44]$$

$$U_\tau (1 + \delta x) = H_{уст}. \quad [45]$$

В установившемся режиме имеем:

$$U_\tau = U_{30} = 1; \quad U_{10} = -\frac{\varphi}{1 - \varphi} + \frac{1}{1 - \varphi} \sqrt{\varphi + \gamma(1 + \varphi + \alpha)(1 - \varphi)}$$

$$U_{20} = 1 + \frac{\varphi}{1-\varphi} - \frac{1}{1-\varphi} \sqrt{\varphi + \gamma(1+\varphi+\alpha)(1-\varphi)}$$

$$x_0 = -\frac{1}{1+\varphi+\alpha} \left(-\frac{\varphi}{1-\varphi} + \frac{1}{1-\varphi} \sqrt{\varphi + \gamma(1+\varphi+\alpha)(1-\varphi)} \right)$$

$$H_{уст} = 1 - \delta \frac{U_{10}^2 + \alpha}{1+\varphi+\alpha}$$

Давая бесконечно малые приращения значения переменных в установившемся режиме, подставляя новые значения переменных в уравнения [41]—[45] и разрешая систему относительно производных, получаем:

$$\begin{aligned} \frac{d\Delta x}{dt} &= \frac{\delta \Delta x}{(1-\delta\xi)\varepsilon} + \frac{\Delta U_1}{\varepsilon} + \frac{\Delta U_2}{\varepsilon} - \frac{\delta^2 \Delta x^2}{(1-\delta\xi)^2 \varepsilon} + \frac{\delta^3 \Delta x^3}{(1-\delta\xi)^3 \varepsilon} \\ \frac{d\Delta U_1}{dt} &= -\frac{T_2 \Delta x}{T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3} - \frac{2[(T_2 + T_3)U_{10} + T_2 \alpha] \Delta U_1}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} + \\ &+ \frac{2(T_3 \varphi U_{20} - T_2 \alpha) \Delta U_2}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} - \frac{(T_2 + T_3 + T_2 \alpha) \Delta U_1^2}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} + \\ &+ \frac{(T_3 \varphi - T_2 \alpha) \Delta U_2^2}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} - \frac{2T_2 \alpha \Delta U_1 \Delta U_2}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} \\ \frac{d\Delta U_2}{dt} &= -\frac{T_1 \Delta x}{T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3} + \frac{2(U_{10} T_3 - \alpha T_1) \Delta U_1}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} - \\ &- \frac{2[(T_1 + T_3)\varphi U_{20} + T_1 \alpha] \Delta U_2}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} + \frac{(T_3 - T_1 \alpha) \Delta U_1^2}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} - \\ &- \frac{[T_3 \varphi + T_1(\varphi + \alpha)] \Delta U_2^2}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} - \frac{2T_1 \alpha \Delta U_1 \Delta U_2}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} \end{aligned} \quad [46]$$

Отбрасывая в системе [46] нелинейные члены, можно записать систему в первом приближении, характеристическое уравнение которой будет иметь такой вид:

$$\lambda^3 + p\lambda^2 + q\lambda + r = 0,$$

где коэффициенты имеют следующие значения:

$$p = -\frac{\delta}{(1-\delta\xi)\varepsilon} + \frac{2[(T_2 + T_3)U_{10} + \alpha(T_1 + T_2) + \varphi U_{20}(T_1 + T_3)]}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)} \quad [47]$$

$$\begin{aligned} q &= -\frac{2\delta[(T_2 + T_3)U_{10} + \alpha(T_1 + T_2) + \varphi U_{20}(T_1 + T_3)]}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1-\delta\xi)\varepsilon(1+\varphi+\alpha)} + \\ &+ \frac{T_1 + T_2}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)\varepsilon} + \frac{4(U_{10}U_{20}\varphi + U_{10}\alpha + U_{20}\varphi\alpha)}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1+\varphi+\alpha)^2} \end{aligned} \quad [48]$$

$$r = -\frac{4\delta(U_{10}U_{20}\varphi + U_{10}\alpha + U_{20}\varphi\alpha)}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)(1-\delta\xi)\varepsilon(1+\varphi+\alpha)^2} + \frac{2(U_{10} + \varphi U_{20})}{(T_1 T_2 + T_1 T_3 + T_2 T_3)\varepsilon(1+\varphi+\alpha)} \quad [49],$$

$$\text{где } \xi = \frac{1}{1+\varphi+\alpha} (U_{10}^2 + \alpha)$$

Условия Раута-Гурвица сводятся к неравенствам:

$$p > 0; q > 0; r > 0; R = pq - r > 0.$$

На границе области устойчивости характеристическое уравнение имеет один действительный и пару чисто мнимых корней.

Коэффициенты канонического вида системы [46] определяются по формуле [3, 9] (1), а также по формулам для членов второго порядка:

$$A_{kl}^j = \frac{1}{\Delta_0} \sum_{p=1}^{p-3} \alpha_{jp} [a_{11}^{(p)} \alpha_{1k} \alpha_{1l} + a_{22}^{(p)} \alpha_{2k} \alpha_{2l} + a_{33}^{(p)} \alpha_{3k} \alpha_{3l} + a_{23}^{(p)} (\alpha_{2k} \alpha_{3l} + \alpha_{2l} \alpha_{3k})]; \quad [50]$$

для членов третьего порядка:

$$A_{kls}^j = \frac{1}{\Delta_0} \sum_{p=1}^{p-3} \alpha_{jp} (a_{111}^{(p)} \alpha_{1k} \alpha_{1l} \alpha_{1s}). \quad [51]$$

Обозначения в них аналогичны обозначениям подобных формул, встречавшихся выше. Знак первого «ляпуновского коэффициента» определялся по формуле [3, 15] (1).

Данную схему можно рассматривать как простую систему, где две сходящиеся напорные деривации заменяются адекватным им одним водоводом.

Известно, что граница области устойчивости для случая простой системы с одним резервуаром всегда «опасная» (2). Поэтому нет необходимости рассматривать несколько примеров ГЭС и на основе этого судить о характере границ области устойчивости для данной схемы.

В качестве примера на определение знака «ляпуновского коэффициента» для данной схемы приведем ГЭС, имеющую следующие параметры:

$L_1 = 8560 \text{ м}$	$L_2 = 1550 \text{ м}$	$L_3 = 3740 \text{ м}$	$H_0 = 144 \text{ м}$
$f_1 = 20,4 \text{ м}^2$	$f_2 = 2,83 \text{ м}^2$	$f_3 = 22,1 \text{ м}^2$	$b = 7,0 \text{ м}$
$h_{10} = 15,8 \text{ м}$	$h_{20} = 8,8 \text{ м}$	$h_{30} = 6,75 \text{ м}$	
$Q_{10} = 75,0 \text{ м}^3/\text{сек}$	$Q_{20} = 10,0 \text{ м}^3/\text{сек}$	$Q_0 = 85,0 \text{ м}^3/\text{сек}$	

Здесь первый «ляпуновский коэффициент» имеет положительный знак. Значит, граница области устойчивости «опасная».

Результаты проведенного анализа показывают, что в сложных гидравлических системах при уменьшении площадей поперечных сечений в уравнительных резервуарах появляются колебания уровня с непрерывно увеличивающейся амплитудой, что, естественно, исключает нормальную эксплуатацию установки.

Таким образом, запасы в площадях поперечных сечений уравнительных резервуаров в системах с двумя резервуарами, а также в системах со сходящимися деривациями становятся необходимыми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баути Н. П. Поведение динамических систем вблизи границ области устойчивости. М.—Л., 1949.
2. Аронович Г. В., Велюстина Л. Н. Об устойчивости колебаний горизонта в уравнивательной башне. Инженерный сб., т. 13, 1952.
3. Аронович Г. В. Устойчивость колебаний горизонта в уравнительном резервуаре с сопротивлением. Сб. памяти А. А. Андропова, изд. АН СССР, 1955.
4. Картвелишвили Н. А. Гидравлическая устойчивость уравнивательных башен. Изв. ВНИИГ им. Вedenеева, т. 26, 1940.
5. Картвелишвили Н. А. Гидравлический расчет пневматических уравнивательных резервуаров. Изв. ВНИИГ им. Вedenеева, т. 50, 1953.
6. Куперман В. Л. Гидравлический расчет уравнивательных резервуаров в схемах ГЭС с напорной отводящей деривацией. Гидротехническое строительство, № 12, 1957.

Н. Г. ЗАПЦЕВ

УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ НАПОРА У ГИДРОСТАНЦИИ ПРИ НАИВЫГОДНЕЙШЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ НАГРУЗОК В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Существующие методы расчета наивыгоднейшего распределения активных нагрузок между тепловыми и гидравлическими электростанциями с учетом изменения величины напора у последних являются сложными и трудоемкими. Это затрудняет их практическое использование (1, 3). Однако, если исходить из следующей зависимости уровня воды в бьефах гидростанции от параметров регулирования:

$$Z = Z_0 \mp aV \mp c\Delta Q \quad (1),$$

которая предложена проф. Болотовым (2) и подробно рассмотрена Долговым (3), то методы расчета можно значительно упростить.

В выражении [1] знак минус относится к верхнему бьефу, а плюс — к нижнему; Z — уровень воды в бьефе; V — сработка водохранилища; $\Delta Q = Q - Q_0$ — отклонение расхода воды от среднего; a, c — некоторые постоянные коэффициенты; Z_0 — уровень воды в бьефе при $V = 0$ и $\Delta Q = 0$.

При принятой зависимости [1] для напора $H = Z_n - Z_m$ мощность гидростанции выражается равенством:

$$P^r = k\eta Q(H_0 - aV - c\Delta Q) = k\eta Q(H_0 - c\Delta Q) \left(1 - \frac{a}{H_0 - c\Delta Q} V\right) \quad (2),$$

где P^r — мощность гидростанции в любой момент времени; k — коэффициент пропорциональности; η — к. п. д. гидростанции; Q — расход воды гидростанцией в этот момент времени; H_0 — напор гидростанции при нулевой сработке водохранилища и расходе воды, равном среднему.

Если учесть, что при сработке водохранилища в нормальных эксплуатационных условиях изменение величины напора не так уж велико и вызванное этим изменение величины к. п. д. гидростанции будет совершенно незначительным, то равенство [2] можно переписать в следующем виде:

$$P^r = F(Q) \left(1 - \frac{a}{H_0} V\right) \quad (3),$$

где $F(Q)$ (при принятых относительно к. п. д. допущениях) — функция однозначная.

Зависимости [3] с достаточной степенью точности соответствует обратная:

$$Q = f(P^r) \left(1 + \frac{a}{H_{\text{ср}}} V\right) \quad [4].$$

Здесь функции $f(P^r)$ является расходной характеристикой гидроэлектростанции при нулевой работе водохранилища, причем однозначной, а изменение величины расхода воды вследствие изменения величины напора при работе водохранилища учитывается множителем $\left(1 + \frac{a}{H_{\text{ср}}} V\right)$. Построение расходной характеристики $f(P^r)$ (при $V = 0$) и соответствующей ей характеристики относительных приростов гидроэлектростанции нагрузок не вызывает.

Пользуясь общими принципами теории наилучшего распределения активных нагрузок между тепловыми и гидравлическими электростанциями, найдем условие минимума расхода топлива в энергосистеме. Для простоты изложения рассмотрим энергосистему, состоящую лишь из двух тепловых и одной гидравлической электростанций. Нетрудно видеть, что все рассуждения и выводы справедливы и для энергосистем с любым числом как тепловых, так и гидравлических станций.

Представим рассматриваемый период времени T разделенным на большое число (n) равных отрезков времени Δt , вообще говоря, конечных, но настолько малых, что на протяжении каждого из них можно считать нагрузку системы постоянной, не вызывая этим ошибок в конечных выводах. Расход топлива в системе за этот период времени выражается равенством:

$$B = \sum_{i=1}^{n-1} (B_i^I + B_i^{II}) \Delta t \quad [5],$$

где B — расход топлива в системе за период времени T ; B_i^I — расход топлива на тепловой станции I в i -й отрезок времени, являющийся функцией отдаваемой ею мощности P_i^I ; B_i^{II} — то же на тепловой станции II. Функции $B^I = f(P^I)$ и $B^{II} = f(P^{II})$ известны.

Переменные, функциями которых являются расходы топлива на каждой тепловой станции, связаны между собой « n » уравнениями связи:

$$D_i = P_i^I + P_i^{II} + P_i^r = P_i^{\text{пот}} = P_i^s = 0 \quad [6],$$

где i — принимает значения от 1 до n ; D — обозначение уравнения; P_i^I — нагрузка тепловой станции I в i -й отрезок времени; P_i^{II} — то же тепловой станции II; P_i^r — то же гидроэлектростанции; $P_i^{\text{пот}}$ — потери в сети в i -й отрезок времени; P_i^s — суммарная нагрузка системы в i -й отрезок времени.

Физически приведенные выше уравнения связи выражают условие соблюдения баланса мощности в энергосистеме в любой отрезок времени.

Уравнение связи, выражающее условие соблюдения баланса воды на гидроэлектростанции, запишем в следующем виде:

$$D_{n+1} = W_{n+1} + f(P_n^r) \left(1 + \frac{a}{H} (W_{n+1} - Q_{\text{зад}})\right) \Delta t + W_{n+1} - W_{\text{зад}} = 0 \quad [7],$$

где W_{n+1} — количество воды, израсходованное гидроэлектростанцией к моменту времени t (к i -ому отрезку времени), являющееся функцией всех нагрузок, имевших место на гидроэлектростанции до момента времени t ; $f(P_n^r) \left(1 + \frac{a}{H} (W_{n+1} - Q_{\text{зад}})\right) \Delta t$ — расход воды гидроэлектростанцией в i -ый отрезок времени, являющийся функцией мощности гидроэлектростанции и работы водохранилища, согласно зависимости [4]; W_{n+1} — количество воды, израсходованное гидроэлектростанцией после i -ого отрезка времени до конца промежутка времени T ; $Q_{\text{зад}} = \frac{W_{\text{зад}}}{T}$ — расход воды в единицу времени, заданный для гидроэлектростанции.

Нетрудно видеть, что при $\Delta t \rightarrow 0$

$$W_{n+1} \approx f(P_1^r, P_2^r, \dots, P_{i-1}^r, P_{i+1}^r, \dots, P_n^r) \left(1 + \frac{a}{H} \Delta V_i\right) \quad [8],$$

где $\Delta V_i = [f(P_i^r) \left(1 + \frac{a}{H} V_{i-1}\right) - Q_{\text{зад}}] \Delta t$ — работа водохранилища в i -ый отрезок времени.

Действительно, количество воды, израсходованное гидроэлектростанцией W_{n+1} складывается из расхода воды в отдельные отрезки времени $i = 1, 2, \dots, k, \dots, n$, которые выражаются следующим образом — зависимость [4]:

$$Q_k = f(P_k^r) \left[1 + \frac{a}{H} (V_{k-1} + \Delta V_k + V_{k+1} + \dots + V_n)\right] \approx f(P_k^r) \left(1 + \frac{a}{H} \Delta V_k\right) \left(1 + \frac{a}{H(1 + \frac{a}{H} \Delta V_k)} V_{k+1} + \dots + V_n\right) \quad [9].$$

Здесь k принимает все значения от $i = 1$ до n .

$V_{k+1} + \dots + V_n$ является функцией всех нагрузок, имевших место на гидроэлектростанции до k -ого отрезка времени, за исключением нагрузки P_k^r .

Суммируя все $n = i$ равенств [9] и вынося как общий множитель член $\left(1 + \frac{a}{H} \Delta V_i\right)$, мы получим выражение [8].

Итак, уравнение [7] можно переписать следующим образом:

$$D_{n+1} = W_{n+1} + f(P_n^r) \left[1 + \frac{a}{H} (W_{n+1} - Q_{\text{зад}})\right] \Delta t + f(P_1^r, P_2^r, \dots, P_{i-1}^r, P_{i+1}^r, \dots, P_n^r) \left(1 + \frac{a}{H} \Delta V_i\right) - W_{\text{зад}} = 0 \quad [7],$$

где W_{n+1} и $f(P_1^r, P_2^r, \dots, P_{i-1}^r, P_{i+1}^r, \dots, P_n^r)$ не зависят от P_i^r .

Следует заметить, что ввиду малости отрезка времени Δt

$$f(P_1^r, P_2^r, \dots, P_{i-1}^r, P_{i+1}^r, \dots, P_n^r) \approx W_{n+1}$$

Если использовать метод неопределенных множителей Лагранжа, то экстремум функции [6] находится при тех же условиях, что и экстремум функции:

$$S = B + \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \dots + \alpha_n D_n + \lambda D_{n+1} \quad [10],$$

где S — обозначение функции; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \lambda$ — некоторые постоянные.

Найдя частные производные функции S по независимым переменным P_i^I, P_i^{II} и P_i^r , приравняв их нулю и произведя некоторые математические преобразования, получим с достаточной для практики точностью

следующее условие наивыгоднейшего распределения нагрузок в энергосистеме:

$$\frac{b^I}{1-\sigma^I} = \frac{b^{II}}{1-\sigma^{II}} = \frac{q}{1-\sigma^r} \lambda \left[1 + \frac{a}{H} Q_{\text{зад}} (T-t) \right] \quad [11],$$

где b^I ; b^{II} — относительные приросты тепловых станций; q — то же для гидроэлектростанций; σ^I ; σ^{II} ; σ^r — относительные приросты потерь в сети по нагрузкам соответствующих электростанций; $Q_{\text{зад}}$ — расход воды в единицу времени, заданный для гидроэлектростанции; T — промежуток времени, для которого подбирается наивыгоднейшее распределение активных нагрузок; t — текущее время; отсчет его следует начинать в момент, когда нагрузка системы начнет превосходить свое среднее значение.

Равенство [11] должно соблюдаться в любой момент рассматриваемого промежутка времени T .

Полученное условие наивыгоднейшего распределения активных нагрузок между электростанциями системы с учетом изменения напора у гидроэлектростанций позволяет достаточно просто находить это распределение, так как необходимо лишь изменять коэффициент λ с течением времени по определенному выше закону, то есть по прямой.

Отдел энергетики
Карельского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
16/V 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководящие указания по выбору оптимальных режимов совместно работающих гидравлических и тепловых электростанций, 1956.
2. Болотов В. В. Теоретические основы выбора экономического режима сложной электроэнергетической системы. Изд. АН СССР, 1947.
3. Долгов П. П. Экономика суточного регулирования совместной работы низконапорных гидроэлектростанций. Дисс. Ленингр. политех. ин-т, 1954.

П. И. МАРКОВ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РУСЛОВЫХ ЗАПАСОВ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ В РЕЧНОМ БАСЕЙНЕ

Теоретическое обоснование вопроса о распределении потенциальных запасов мощности в речном бассейне дано Мостковым (5) методом орографических фигур¹ с практическим приложением к водотокам горного района Советского Союза.

Исчисление запасов водной энергии на Кольском п-ове и анализ факторов, ее обуславливающих, позволяют расширить знания в этом вопросе, а установленные зависимости использовать при оценке гидроэнергетических ресурсов малоизученных территорий.

Русловые запасы потенциальной мощности слагаются из мощности основного потока и его притоков, распределение водной энергии между которыми зависит от развития речной сети. В тех случаях, когда речная сеть развита слабо и объем орографических или энергетических фигур притоков незначителен, удельный вес мощности основного потока оказывается наибольшим. В бассейнах с более развитой речной сетью увеличивается объем орографических фигур притоков, растет абсолютная величина их потенциальной мощности и, соответственно, их удельный вес в общих русловых запасах водной энергии речного бассейна.

Для представления в графическом виде влияния развития речной сети на удельный вес мощности притоков достаточно вычислить потенциальную мощность основной реки и ее притоков, выразив их абсолютные значения в относительном виде, а также предельные объемы русловых фигур основного потока ($F_o^{\text{устья}} \times H_o^{\text{полн}}$) и притоков ($\sum_{n=1}^{n=k} F_n^{\text{устья}} \times H_n^{\text{полн}}$),

где $F_o^{\text{устья}}$ и $F_n^{\text{устья}}$ — площадь водосбора в устье соответственно основной реки и притока,

$H_o^{\text{полн}}$ и $H_n^{\text{полн}}$ — полное падение соответственно основной реки и притока.

По одной из осей координат отложить относительную мощность притоков, а по другой — отношение $\frac{\sum_{n=1}^{n=k} F_n^{\text{устья}} \times H_n^{\text{полн}}}{F_o^{\text{устья}} \times H_o^{\text{полн}}}$ (рис. 1а).

Величина объемов орографических фигур притоков и их размещение по длине основной реки также влияют на распределение русловых зап-

¹ По терминологии Мосткова (5).

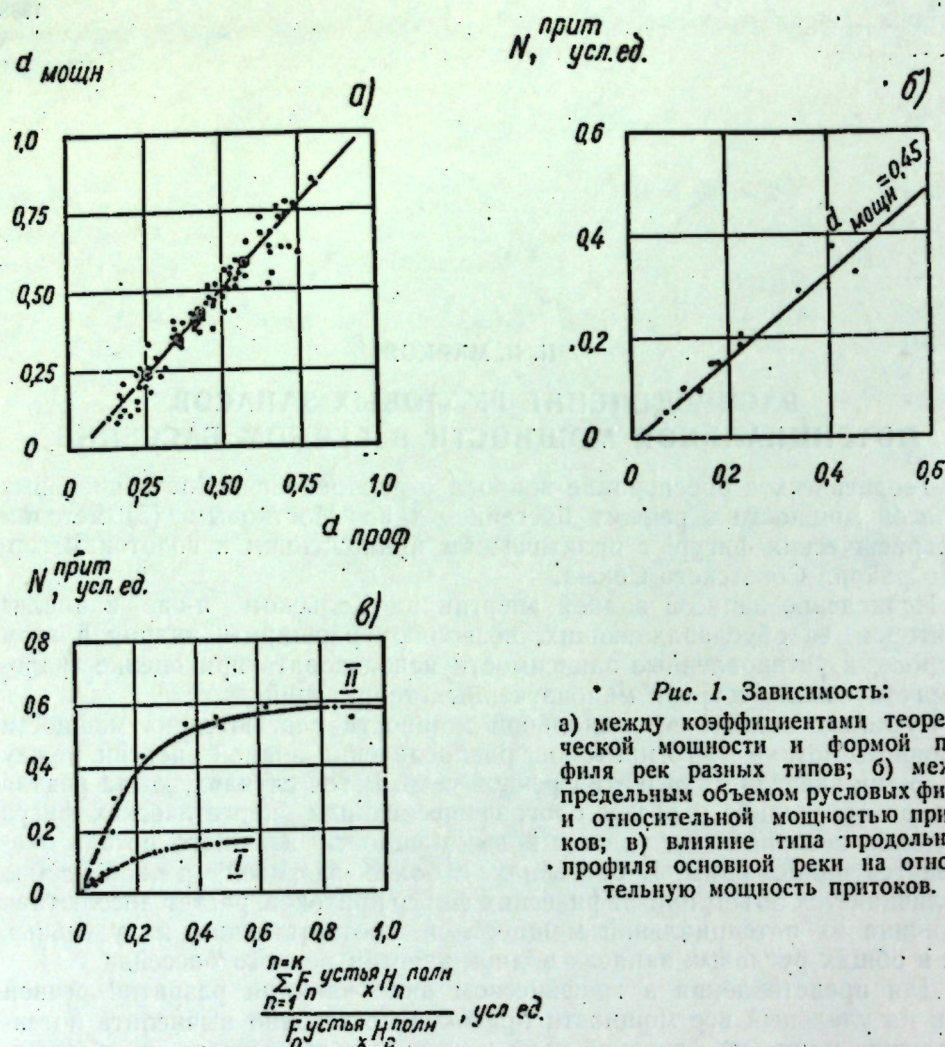


Рис. 1. Зависимость:

а) между коэффициентами теоретической мощности и формой профиля рек разных типов; б) между предельным объемом русловых фигур и относительной мощностью притоков; в) влияние типа продольного профиля основной реки на относительную мощность притоков.

сов мощности. Развитие речной сети в верхней части бассейна способствует гораздо большему повышению мощности основного потока, чем развитие той же сети в нижнем течении, так как один и тот же расход с частного бассейна протекает на участках с разным падением.

В орографически сложных условиях, где отмечаются все характерные типы продольного профиля рек, последний оказывает существенное влияние на русловые запасы мощности основного потока. Как показали исследования величины относительной мощности рек (1) в разном сочетании продольного профиля и графика нарастания расхода, при практически постоянном интегральном модуле стока, предельные отклонения в мощности, обусловленные типом продольного профиля, в несколько раз больше, чем — типом графика нарастания расхода. Дальнейшее изучение этого вопроса позволило установить связь коэффициента теоретической мощности¹ с коэффициентом формы профиля, способ определения которого рекомендован независимо нами и Калачевым и Лаврентьевой (2).

¹ По терминологии Григорьева (1).

На графике представлены значения коэффициентов теоретической мощности для наиболее часто встречающихся сочетаний продольного профиля и графика нарастания расхода с диапазоном изменения его числовых значений от 0,08 до 0,90. Наибольшей относительной мощностью характеризуются основные реки с выпуклым продольным профилем, наименьшей — с вогнутым.

В зависимости от типа продольного профиля основной реки изменяется и удельный вес мощности притоков — наименьший в бассейнах основных рек с выпуклым продольным профилем, наибольший — в бассейнах основных рек с вогнутым продольным профилем.

На графике показаны кривые распределения русловых запасов потенциальной мощности для двух учетных районов с преобладанием в одном — водотоков с выпуклым продольным профилем (кривая I), в другом — водотоков с вогнутым продольным профилем (кривая II). Для первой кривой средний коэффициент теоретической мощности равен 0,71, для второй — 0,12.

С типом продольного профиля основной реки связано также распределение запасов водной энергии бассейна. При выпуклом продольном профиле удельный вес энергии главного русла — наибольший (табл. 1) и составляет для указанных примеров от $\frac{1}{5}$ до $\frac{3}{4}$ от энергии всего бассейна. Наоборот, при вогнутом продольном профиле основной реки водная энергия притоков и склонового стока в несколько раз превосходит запасы водной энергии, сосредоточенные в главном русле.

Таблица 1

Распределение водной энергии бассейна по составляющим в зависимости от типа продольного профиля реки

№ водотока	Тип продольного профиля	Коэффициент формы профиля	Энергия	
			главного русла (усл. ед.)	притоков и склонового стока (усл. ед.)
1	Выпуклый	0,70	0,77	0,23
2	Выпуклый	0,80	0,82	0,18
3	Выпуклый	0,73	0,88	0,12
4	Вогнутый	0,18	0,29	0,71
5	Вогнутый	0,20	0,33	0,67
6	Вогнутый	0,16	0,17	0,83

В бассейнах основных рек со сложным продольным профилем, сочетающим на верхнем участке признаки вогнутого профиля, а на нижнем — признаки выпуклого, коэффициент теоретической мощности не является показательным и по его значению трудно судить о русловых запасах потенциальной мощности притоков.

В бассейне таких рек относительная величина мощности притоков претерпевает значительные изменения (табл. 2), определяемые сочетанием продольных профилей притоков и основной реки по ее характерным участкам.

Для выяснения этого изменения достаточно наметить три замыкающих створа по длине основной реки. Первый должен включать только

водотоки с вогнутым продольным профилем, второй — водотоки с вогнутым и прямолинейным профилем, третий (устьевой) — водотоки с вогнутым, прямолинейным и выпуклым профилями.

Таблица 2

Распределение русловых запасов мощности по характерным створам сложного продольного профиля реки

Река	Замыкающий створ	Коэффициент теоретической мощности	Относительная мощность по основному руслу (%)	Относительная мощность по притокам (%)
Поной	1	0,076	29,6	70,4
	2	0,18	48,5	51,5
	3 (устье)	0,45	72,4	27,6
Стрельна	1	0,076	48,7	51,3
	2	0,24	64,6	35,4
	3 (устье)	0,47	71,1	28,9

В замыкающем створе первого участка, где основная река и притоки имеют вогнутый продольный профиль, удельный вес мощности притоков высокий. Во втором замыкающем створе, охватывающем дополнительно притоки с прямолинейным профилем, впадающие на переходном участке продольного профиля основной реки, удельный вес мощности притоков понижается. Наконец, в третьем замыкающем створе присоединяются притоки с выпуклым продольным профилем, впадающие на выпуклом участке продольного профиля основной реки. В результате удельный вес мощности по притокам еще больше уменьшается, а его значение в устьевом створе является средним для всего бассейна.

Уменьшение относительной мощности притоков вызвано значительным приростом мощности основной реки между замыкающими створами, обусловленным благоприятным сочетанием расхода и падения.

Некоторые реки имеют сложный продольный профиль, представленный в виде нескольких последовательно соединенных вогнутых кривых; он является типичным для горных районов (3). Среди рек Кольского п-ова такой профиль четко выражен на Туломе-Ноте и представлен в виде двух вогнутых кривых, промежуточным базисом эрозии между которыми является Нотозеро.

Относительная мощность притоков в этих бассейнах достигает, как и у рек с простым вогнутым продольным профилем, больших значений и может увеличиваться к устью в том случае, если долина основной реки на нижнем участке оказывается более переуглубленной, по сравнению с долинами притоков.

Тогда притоки основной реки имеют в нижнем течении крутое падение, которое повышает их энергетические характеристики и увеличивает в абсолютном и относительном выражении роль притоков в русловых запасах водной энергии бассейна.

ВЫВОДЫ

1. Распределение русловых запасов потенциальной мощности в бассейне зависит от развития речной сети, величины притоков и характера их размещения, типа продольного профиля основной реки.

2. Развитие речной сети в верхней части бассейна способствует большому повышению относительной мощности основных рек, чем в нижней.

3. Определяющее влияние на распределение русловых запасов энергии оказывает тип продольного профиля. В бассейнах основных рек с выпуклым продольным профилем относительная мощность притоков наименьшая, с вогнутым — наибольшая.

4. Относительная мощность притоков в бассейнах основных рек со сложным продольным профилем, сочетающим на отдельных участках характерные признаки трех простых профилей, меньше, чем при сочетании нескольких кривых вогнутого типа.

Отдел гидрологии и гидроэнергетики
Кольского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
10/V 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев С. В. Потенциальные энергоресурсы малых рек СССР. Гидрометиздат, 1946.
2. Калачев Н. С., Лаврентьева Л. Д. Гипсометрический показатель качественной оценки водно-энергетических ресурсов. Изв. АН Каз. ССР, сер. энергетическая, вып. II, 1956.
3. Клопов С. В. Изучение и использование гидроэнергетических ресурсов горных районов. Изд. АН СССР, 1952.
4. Марков П. И. Анализ продольного профиля рек Кольского полуострова в связи с учетом их потенциальной мощности. Изв. восточных филиалов АН СССР, № 11, 1957.
5. Мостков М. А. Об исчислении запасов гидравлической энергии. Изв. АН СССР, ОТН, № 6, 1950.

С. В. ГРИГОРЬЕВ

О ЛИНЕЙНОЙ ОЗЕРНОСТИ РЕК

В районах большого распространения озер участки одной и той же реки во многих случаях чередуются с озерами. Такие чередования скорее можно назвать озерно-речными системами, чем реками. Часто речные звенья в этих системах называются по-своему и лишь в низовом (или низовых) участках река, наконец, получает свое настоящее название (например, Софьянга-Кума-Кундозерка-Иова-Ковда). Таковы реки не только Карелии, Кольского п-ова, но и Финляндии, Швеции и Норвегии.

Характеристика степени участия озер в составе рек представляется весьма важной в гидрографическом отношении.

В практику давно введено (1, 2, 5) понятие — линейная озерность реки. Этот определенный гидрографический термин обозначает относительное участие озер в составе реки, которое выражается в виде коэффициента или отношения суммарного протяжения озер (или озерных участков) к ее полному протяжению. Этот коэффициент можно выражать в долях единицы или процентах. Каталог рек Карелии, охватывающий все реки и мельчайшие водотоки республики, дает обширный материал для суждения об их линейной озерности (2).

Нам довелось исследовать коэффициент средней линейной озерности в Карельской гидрографической сети, его связь со средней озерностью республики, географическую изменчивость линейной озерности, ее связь с величиной реки и др.

Средняя линейная озерность рек по всей территории условной Карелии, или Карельского гидрографического района, оказалась 11,2%, при средней озерности республики — 9,1%¹. Иначе говоря в Карелии в среднем на 8 км протяжения речных участков приходится 1 км протяжения озер. Но среднее значение коэффициента линейной озерности еще не отражает всего разнообразия ее по бассейнам рек Карелии.

Примечание. В таблице учтены все водотоки, в том числе протяжением менее 2 км; общее протяжение рек и озер округлено до 0,01 тысячи; в протяжение рек и озер, а также в число озер не включены те озера, которые дают начало реке (когда это не вызывало сомнений²).

¹ Район от линии р. Свирь на север до водораздела рек Карельского берега Белого моря с бассейном рек Кольского п-ова Нивы и Туломы, включая бассейны рек Колежмы, Волды, Андомы на востоке без акватории Ладожского и Онежского озер.

² Например, Топозеро, дающее начало р. Софьянге-Ковде, Шуезеро — р. Шуе, и др.

Таблица 1

Бассейны	Число рек	Общее их протяжение (тыс. км)	Суммарное протяжение озер в составе рек (тыс. км)	Число озер в составе рек	Средняя линейная озерность рек (%)
Балтийского моря	5 583	26,16	2,13	1 403	8,1
Белого моря	5 950	30,48	4,20	2 830	13,8
Вся Карелия	11 533	56,46	6,32	4 233	11,2

Линейная озерность рек бассейна Белого моря выше средней по Карелии на 20%, а у рек балтийского склона ниже средней почти на 30% и ниже, чем у беломорских рек, почти в 1,7 раза. Такая территориальная изменчивость линейной озерности вполне отвечает аналогичной неодинаковости озерности по этим же гидрографическим районам Карелии.

Какова изменчивость линейной озерности по речным бассейнам внутри каждого из двух главных гидрографических районов Карелии, показывает ее сопоставление с коэффициентом озерности тех же бассейнов (табл. 2, 3).

Таблица 2*

Бассейны Балтийского моря	Средняя линейная озерность рек (%)	Средняя озерность (%)
1. Частный бассейн Ладожского озера (его карельских притоков)	6,2	—
в том числе:		
а) басс. р. Уксуи	13,5	4,8
б) " р. Видлицы	7,0	7,8
в) " р. Олонки	1,7	2,6
2. Частный правобережный бассейн р. Свирь (ее правых притоков)	1,7	—
3. Бассейн Онежского озера	8,5	—
в том числе:		
а) басс. рек западного берега от истока р. Свирь до устья р. Шуи	1,1	—
б) басс. р. Шуи	13,3	10,4
в) " р. Суны	12,7	12,5
г) " р. Волды	4,0	5,3
4. Басс. р. Лендерки (Вуоксы)	15,0	11,8
5. " р. Тулы	22,0	16,8

* По каталогу озер Карелии.

В табл. 2 хорошо выражена линейная озерность рек по бассейнам двух основных зон Карелии. Довольно высокий коэффициент линейной озерности рек бассейнов северного Приладожья (р. Уксун — 13,5%) уменьшается по северо-восточному берегу у рек Тулемы, Видлицы, Тулоксы (7,0—5,9%) и снижается до незначительной величины (2% и менее) в бассейне рек восточного берега Ладоги (р. Олонка). Ничтожная линейная озерность (менее 2—3%) характерна для правых притоков р. Свирь и их бассейнов и рек юго-западного побережья Онежского озера (до устья р. Шуи). Высокие значения линейной озерности отличают западную и северо-западную части бассейна Онежского озера (реки Шуя, Суна).

К востоку от Беломорско-Балтийского канала у рек восточной части бассейна Онежского озера средний коэффициент линейной озерности падает до 4% (басс. р. Водлы).

Сильно увеличивается линейная озерность рек западной Карелии (басс. р. Вуоксы—Лендерки—Тулы).

С переходом к северу в связи с сильным увеличением озерности (бассейн Белого моря) возрастает и линейная озерность рек (табл. 3).

Таблица 3

Бассейн Белого моря	Средняя линейная озерность рек (%)	Средняя озерность (%)
1. Притоков Белого моря от р. Нюхчи до р. Н. Выг	5	—
2. Реки Выг	11,4	13,5
3. . Кемь (без басс. р. Чирка-Кемь)	17,0	9,8
4. . Чирка-Кемь	11,8	9,3
5. . Кереть	17,8	17,4
6. Рек Карельского берега между реками Кемь и Кереть	18,5	—
7. Рек Карельского берега между реками Кереть и Ковда	21,7	—
8. Реки Ковды (в пределах СССР)	16,0	16,4
9. Рек между реками Ковда и Нива	4,4	—

В бассейне Белого моря зональность изменения линейной озерности выражена менее ярко. Здесь пониженную линейную озерность имеют бассейны рек (малых) Поморского берега (восточнее бассейна р. Выг и к северу от бассейна р. Ковды). Внутри остальной части бассейна Белого моря изменения средней линейной озерности не так велики. Общая закономерность средней озерности Карелии — увеличение ее к северу до 67—67,5° с. ш. и падение дальше этой границы, а также уменьшение к востоку от р. Выг и Онежского озера — подтверждается и в отношении линейной озерности рек.

Все реки Карелии распределены по группам определенной протяженности и для каждой из них вычислен средний коэффициент линейной озерности (табл. 4).

Таблица 4

Средняя линейная озерность рек Карелии (%) по группам их протяженности	В среднем									
	2 и менее км	5—2,1 км	10—5,1 км	25—10,1 км	50—25,1 км	100—50,1 км	200—100,1 км	300—200,1 км	более 300 км	В среднем
1. Балтийского моря	0,8	3,3	5,2	9,0	14,0	16,5	21,8	25,5	8,5	8,1
в том числе Ладожского оз.	0,9	3,3	5,6	9,9	9,1	9,5	14,1	—	—	6,2
2. Белого моря	1,7	5,4	10,0	15,1	19,3	25,5	26,5	40,1	35,7	13,8
в том числе:										
а) р. Выг	0,5	3,4	9,0	11,7	16,7	16,7	25,9	—	30,5	11,4
б) р. Кемь (без р. Чирка-Кемь)	2,6	7,0	10,4	16,6	14,7	41,0	25,4	—	40,4	17,0
в) р. Ковды	2,0	7,1	12,1	18,9	25,4	36,5	10,6	69,4	35,7	16,0
По всей Карелии	1,3	4,4	7,8	12,2	16,5	21,7	25,1	32,0	25,1	11,2

С уменьшением протяжения рек уменьшается величина линейной озёрности (табл. 4), а у рек длиной 300—200 км $K_{л.оз.}$ отклоняется от этого правила (р. Ковда). Большая линейная озёрность одинаково характерна для рек довольно широкого диапазона (длиной от 50 до 300 км и более) и заметно повышается у рек бассейна Белого моря. Заметное уменьшение линейной озёрности начинается с группы рек протяжением менее 50—25 км. В группах рек длиной 25—10 км $K_{л.оз.}$ еще меньше и очень близка к среднему значению $K_{л.оз.}$ всей Карелии, т. е. остается все же значительной. Только у малых речек (протяжением от 5 км и менее) линейная озёрность не велика.

В заключение покажем действительные (не осредненные) коэффициенты линейной озёрности по отдельным главным рекам Карелии и некоторым из наиболее протяженных притоков (табл. 5). Здесь же приведем коэффициент озёрности бассейнов этих рек.

Таблица 5
Линейная озёрность наиболее протяженных рек Карелии

Название реки	Полное протяжение реки (км)	Протяжение озёр в ее составе (км) и число озёр	Линейная озёрность реки (%)	Коэффициент озёрности бассейна реки (%)
Бассейн Белого моря				
Ковда	220,7	148,9 (10)	67	16,4
Тумча (приток Ковды) . .	195,5	20,7 (3)	11	4
Кереть	100,1	33,8 (13)	34	17,5
Кемь	357,6	144,4 (19)	40	9,5
Чирка-Кемь (притоки	228,5	19,9 (10)	9	9,3
Кепа (реки Кеми	151,7	24,9 (9)	16	5,7
Выг (Верхн. и Нижн.)	313,7	95,8 (6)	30	13,5
Онда (приток Н. Выга) . .	190,0	49,7 (10)	26	11,4
Сума	157,5	57,4 (12)	36	13,0
Бассейн Балтийского моря				
Лендерка	181,4	115,4 (18)	64	11,8
Водла (с Илексой)	412,8	57,9 (8)	14	5,3
Суна	281,6	79,9 (20)	28	12,5
Шуя	265,2	66,0 (16)	25	10,4
Олонка	144,1	13,6 (6)	9	2,6

Примечание. Коэффициенты линейной озёрности округлены до целых единиц.

Среди рассмотренных крупных рек Карелии выделяются необычайно высокой линейной озёрностью реки Ковда и Лендерка. В них речные участки теряются среди озёрных звеньев: на каждый км речного участка приходится 2 км озёрных. Поражает и самая численность озёр в составе таких рек. По этому показателю Лендерка превосходит Ков-

ду. Уступая Ковде и Лендерке по коэффициенту линейной озёрности (в среднем около 30—35%), другие наиболее значительные реки Карелии — Кемь, Суна, Шуя — не уступают им по численности своих озёрных участков (16—20). Линейная озёрность крупных рек¹ характеризуется по этому признаку отмеченную выше зональность. Так, р. Тумча с небольшими показателями озёрности — линейной и ее бассейна — представляет малоозёрный Кандалакшский горный район (по геоморфологическому районированию Г. Д. Рихтера). Малые показатели озёрности р. Водлы характерны для восточных районов, а р. Олонки — для южной части Карелии.

Небольшой размер статьи не позволяет привести количественные характеристики и среднюю протяженность по группам рек разной длины. Анализ каталога рек Карелии приводит к закономерности, что чем короче реки, тем меньше их линейная озёрность, короче их озёрные звенья (табл. 4).

Дальнейшие исследования вопроса об озёрности рек Карелии должны установить роль геоморфологического фактора. Например, при одинаковом коэффициенте озёрности бассейнов и различном направлении долин линейная озёрность у р. Чирка-Кемь почти в пять раз меньше чем у р. Кемь. Значительно меньше (по численности, среднему протяжению, площади) и озёрные звенья р. Чирка-Кемь.

Материалы по некоторым рекам Кольского п-ова подтверждают прямую связь величины линейной озёрности с протяжением рек, уменьшение средней озёрности (по площади) и линейной у рек восточных районов Карелии и Кольского п-ова (р. Поной $K_{л.оз.} = 1,6\%$).

Особенность рек озёрных районов Советского Союза определяет характер их практического использования. На северных реках (Карелии, Кольского п-ова) почти каждое озеро определяет смену способа лесосплава. Так, на порожистых речных участках, а также на малых озерах (в составе рек), где имеется продольная проточность, большая степень сменности объема воды, а иногда наблюдается и ошутимая скорость течения, проводится молевой сплав.

По озерам, где скорость течения не велика, древесина буксировается в кошелях. Каждое озеро как звено в реке вызывает необходимость двойных операций. Лес, проплавленный по реке моём, для буксировки по озеру собирается в кошель. У следующего речного участка кошель распускается. Например, способы сплава по р. Ковде, насчитывающей в своем составе 11 озёр, в том числе Топозеро, должны меняться 20 раз. Все это побудило в каталоге рек Карелии (2), в графе «протяжение реки» дать длину всех озёрных участков и их число в составе каждой реки.

ВЫВОДЫ

1. Линейная озёрность рек (отношение длины озёрных участков реки к ее общему протяжению) является, наряду с общей озёрностью бассейнов, характерной особенностью гидрографии Карелии.

2. Среднее значение линейной озёрности речной сети Карелии высокое (11,2%). Несмотря на это, здесь наблюдается хорошо выраженная зональность изменения этой озёрности. Наиболее высокий показатель

¹ Выбраны для таблицы по протяженности, за исключением р. Кереть.

линейной озерности рек в средней, северной и северо-западной Карелии, меньше — в восточных районах и незначителен — в южной зоне.

3. Существует полная связь между линейной озерностью рек Карелии и средней озерностью их бассейнов.

4. Наблюдается прямая связь между величиной линейной озерности и протяженностью рек.

5. У наиболее крупных рек Карелии линейная озерность велика — около 25—40% (у Ковды и Лендерки — более 60%). У малых рек (25—10 км) коэффициент линейной озерности в среднем не падает ниже 10—12%.

6. Знание линейной озерности рек имеет большое хозяйственное значение при использовании их для лесосплава. Эту характеристику целесообразно ввести в соответствующие справочники и гидрографические описания рек.

Отдел энергетики
Карельского филиала
АН СССР

Поступила в редакцию

10/XII 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев С. В., Кузовлев Г. М. Водно-энергетическая схема Карело-Мурманского края. Т. VII, Технический архив Ленинград. отд. Гидроэнергопроекта, Л., 1935.
2. Григорьев С. В. Каталог рек Карелии. Фонды Карельск. филиала АН СССР. Петрозаводск, 1948.
3. Григорьев С. В. Гидрография рек и озер Карелии. Фонды Карельск. филиала АН СССР. Петрозаводск, 1948.
4. Григорьев С. В., Грицевская Г. Л. Каталог озер Карелии. Карельск. филиал АН СССР. В печати (Изд. АН СССР).
5. Григорьев С. В. О некоторых определениях и показателях в озероведении. Сб. тр. Карельск. филиала АН СССР. Отд. гидрологии и энергетики. В печати, 1958.

В. В. БОГДАНОВ, Т. И. БЕЛОКОСКОВА ЛИНЕЙНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧНОЙ СЕТИ КОЛЬСКОГО П-ОВА

До настоящего времени в научной литературе не появлялись достаточно надежные сведения о степени развития речной сети Кольского п-ова. Теперь этот пробел восполняется в связи с составленным в Кольском филиале АН СССР каталогом рек и озер Кольского п-ова¹. Работа проводилась на едино-масштабной картографической основе. Измерению раствором циркуля в 1 мм были подвергнуты все водотоки (вплоть до мельчайших), получившие отражение на планшетах принятого масштаба. Этот метод имеет несомненное преимущество перед методом характеристики развития речных систем с помощью эмпирических формул и, следовательно, обеспечивает высокую точность помещенного ниже материала.

Для более полного представления о масштабах развития речной сети необходимо сказать о площади и границах описываемого в настоящей статье гидрографического района.

Специфика гидрографического районирования, отличная от районирования административного, не вызывает особых затруднений, когда речь идет о гидрографии внутри страны. Однако государственные границы часто рассекают на отдельные части единый речной бассейн. Для определения границ Мурманского гидрографического района такое затруднение возникает в связи с тем, что пограничная река Паз, расположенная на северо-западе области, протекает по территории трех государств — Советского Союза, Финляндии и Норвегии. Ввиду того, что большая часть бассейна названной реки находится за пределами Советского Союза, мы проводим границу Мурманского гидрографического района на западе по бассейну соседней с рекой Паз реки Печенги, учитывая при исчислении длины речной сети Мурманской области правобережные притоки реки Паз, расположенные на нашей территории. Южнее граница гидрографического района идет по бассейну реки Туломы, протекающей в основном по территории Мурманской области. Незначительные отрезки верховьев ее двух крупнейших притоков Ноты и Лоты (из которых по существу образуется река Тулома) находятся в Финляндии.

¹ Инициатива и руководство работой над каталогом сначала принадлежали С. В. Григорьеву, последующее руководство осуществлялось В. В. Богдановым. В составлении каталога участвовала группа сотрудников отдела гидрологии и гидроэнергетики (Т. И. Белокосова, Е. И. Коваленкова, А. К. Тихомиров).

На юго-западе Мурманский гидрографический район граничит с Карельским гидрографическим районом по бассейнам рек Ковды и Канды, которые целиком отнесены к Карелии, хотя первый частично, а второй полностью находятся на территории Мурманской области¹. В полуостровной части Мурманской области (Кольский п-ов) и материковой (на крайнем северо-западе) границы района определяются омывающими их морями.

Реки Кольского п-ова относятся к бассейнам Баренцева и Белого морей. Главный водораздел, вытянутый близко к широтному направлению (рис.), на западе проходит по ряду горных тундр (Сальные, Волчьи, Хибинские, Ловозерские), на востоке по возвышенной части Кейвской гряды. Располагаясь в средней части Кольского п-ова, он делит Мурманский гидрографический район на две равные части (рис.). Площадь речных бассейнов северного склона водораздела (обращенного к Баренцеву морю) составляет 64 200 км², южного склона (Беломорского) — 65 390 км². Срединное положение водораздела определяет и другое важное обстоятельство, влияющее как на развитие гидрографической сети, так и в какой-то мере на гидрологический режим района. Водораздел по существу разрезает Кольский п-ов как бы на две вытянутые вдоль Баренцева и Белого морей «прибрежные» полосы шириной от 50 до 150 км. Этим объясняется относительно небольшая длина рек Кольского п-ова, текущих с главного водораздела на север и юг. Это же обстоятельство отчасти определяет и сбросовый характер их продольных профилей, так как зарождаясь на сравнительно высоких отметках (250—300 м), река на коротком протяжении достигает уровня моря. Исключение (в отношении протяженности) составляет крупнейшая на Кольском п-ове река Поной, текущая вдоль южного склона главного водораздела. Длина ее 425 км. В некоторой степени сказанное относится и к реке Иоканьге, долина которой частично идет параллельно северному склону главного водораздела. На западе, где полуостровная часть Мурманской области переходит в материковую, главный водораздел сдвигается к югу. Протекающая здесь река Тулома имеет самый большой водосборный бассейн, площадь которого в пределах Мурманского гидрографического района составляет 18 116 км².

Представление о развитии речной сети Мурманского гидрографического района дает табл. 1. Из ее правой трети, где помещены итоговые цифры, следует, что в Мурманском гидрографическом районе насчитывается 16 546 водотоков общим протяжением 55 672 км. Возможно, что при обработке карт более крупного масштаба число водотоков увеличится, но это не вызовет заметного прироста длины речной сети, так как дополнительно могут быть выявлены только мельчайшие водотоки длиной менее 1 км.

Как отмечалось, реки Кольского п-ова не отличаются большой длиной и по существующим классификациям относятся к разряду малых. В районе имеется всего четыре реки, протяженностью больше 200 км. Это реки Поной (425 км), Варзуга (254 км), Стрельна (213 км), Иоканьга (202,7 км). Из них только одна река Поной имеет протяженность более 400 км.

Наиболее многочисленной группой являются водотоки длиной менее 5 км. Их удельный вес составляет 84,7% от суммы всех водотоков

¹ Отмеченное обстоятельство определяет разницу между площадью Мурманской области (141 936 км²) и площадью гидрографического района (129 540 км²).

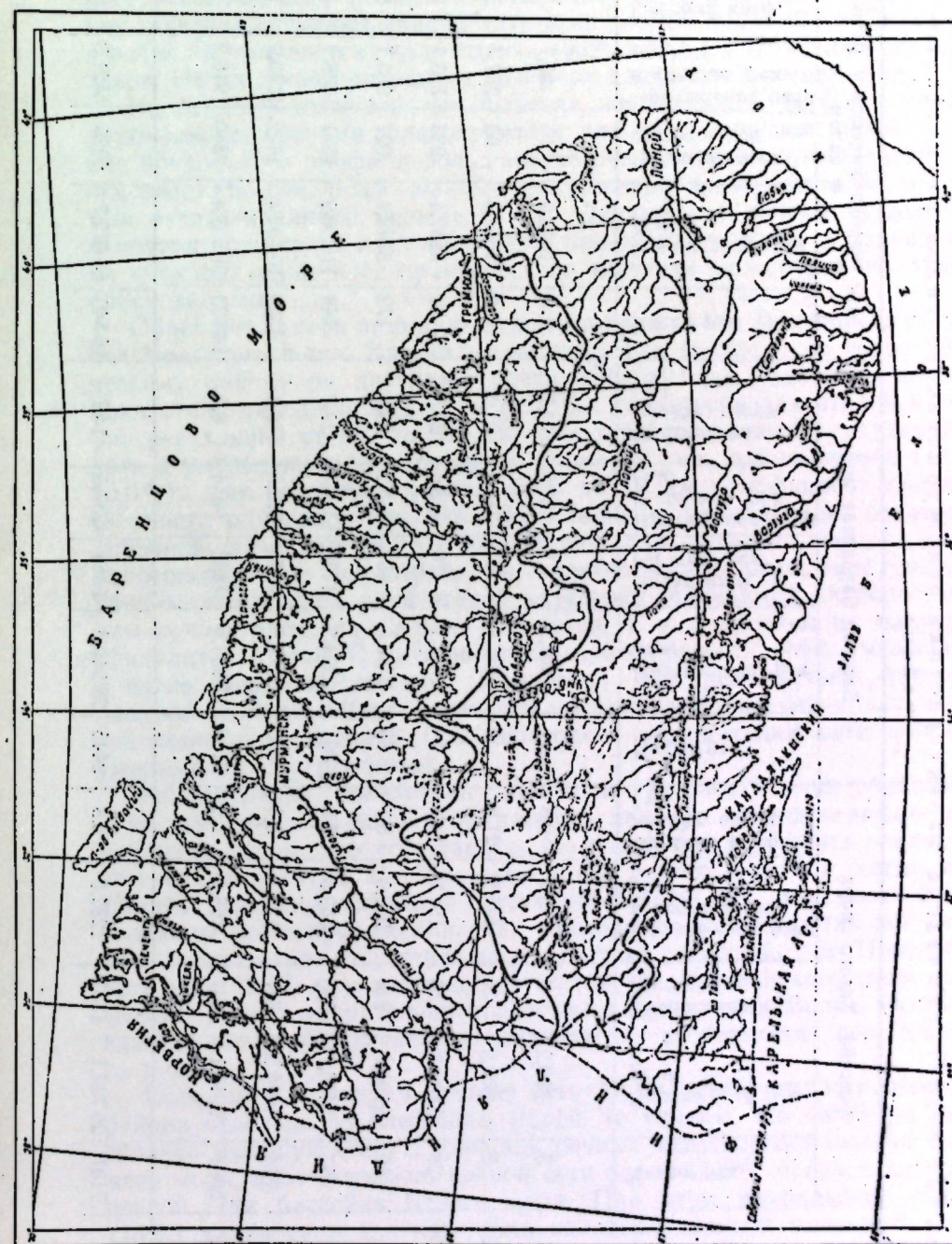


Рис. Речная сеть Мурманского гидрографического района.
— главный водораздел между бассейнами Баренцева и Белого морей; — — — границы Мурманского гидрографического района на северо- и юго-западе.

Таблица 1

Основные гидрографические характеристики рек Мурманского гидрографического района

Длина от—до (км)	Бассейн Белого моря					Бассейн Баренцева моря					По гидрографическому району в целом				
	Число рек	Протяжение рек (км)	Число озер в составе рек	Протяжение озер (км)	Средний коэф. линейн. озери. (%)	Число рек	Протяжение рек (км)	Число озер в составе рек	Протяжение озер (км)	Средний коэф. линейн. озери. (%)	Число рек	Протяжение рек (км)	Число озер в составе рек	Протяжение озер (км)	Средний коэф. линейн. озери. (%)
более 200	3	893,2	1	6,9	0,8	1	202,7	9	23,8	11,7	4	1095,9	10	30,7	2,8
100—200	5	667,9	31	145,8	21,8	8	1007,4	61	211,6	21,0	13	1675,3	92	357,4	21,3
50—100	28	1832,3	54	154,7	8,4	24	1707,1	179	418,4	24,5	52	3539,4	233	573,1	16,2
25—50	89	2990,4	216	258,9	8,7	83	2753,0	481	647,2	23,5	172	5743,4	697	906,1	15,9
10—25	357	5456,7	395	369,8	6,8	391	5804,2	1436	1318,3	22,7	748	11 260,9	1831	1688,1	15,0
5—10	728	4974,5	317	179,1	3,6	806	5527,9	1305	870,8	15,8	1534	10 502,4	1622	1049,9	10,0
менее+5,0	5891	9917,1	447	166,8	1,6	8132	11 938,3	1893	749,4	6,3	14 023	21 855,4	2340	916,2	4,2
Всего	7101	26 732,1	1461	1282,0	4,8	9445	28 940,6	5364	4239,5	14,7	16 546	55 672,7	6825	5521,5	9,9

гидрографического района, но их общая протяженность не достигает и 40% от длины всей речной сети района. С точки зрения хозяйственного использования (лесосплав, гидроэнергия и т. п.) здесь определенное значение начинают приобретать реки длиной более 10 км. Таких рек и речек насчитывается около тысячи (989) или 5,9% от числа всех водотоков. На их долю приходится 43,3% от длины всей речной сети.

Необходимо отметить, что высокая водоносность, хорошая зарегулированность озерами, благоприятное для энергетических целей строение продольного профиля большинства рек Кольского п-ова позволяют использовать для целей сельскохозяйственной электрификации некоторые водотоки длиной меньше 10 км. Однако это только исключения и поэтому отнесение всех водотоков длиной менее 10 км в разряд рек, не имеющих серьезного практического значения можно считать вполне обоснованным.

Обращает на себя внимание величина показателя линейной озерности рек Кольского п-ова. Как видно из табл. 1, в среднем по гидрографическому району он достигает почти 10% (9,9%). Наиболее высокий показатель линейной озерности (21,3%) характерен для второй категории рек длиной от 100 до 200 км. Для трех последующих градаций он хотя и уменьшается, но держится примерно на одном уровне (16,2—15,0%). Для водотоков длиной от 5 до 10 км коэффициент линейной озерности опускается до 10%. И, наконец, наименьший показатель линейной озерности (4,2%) характерен для группы самых малых водотоков. Если посмотреть на количественное отношение озер, то увидим, что и здесь реки второй категории отличаются наиболее высоким показателем: на 13 рек — 92 озера, т. е. в среднем на одну реку приходится 7 озер. С уменьшением протяженности рек уменьшается и число озер в их составе. Например, для рек третьей категории (длиной от 50 до 100 км) в среднем насчитывается 6,5 озера, для четвертой категории — 4 озера. При переходе к последующим категориям это уменьшение прогрессирует.

Рассматривая показатели линейной озерности в их обобщенном виде, мы показали масштабы данного явления по гидрографическому району в целом, что естественно, не исключает отдельных отклонений от средних величин. На Кольском п-ове известны случаи, когда коэффициент линейной озерности составляет больше 50%, т. е. когда больше половины всего протяжения реки приходится на озера, так же как не исключено полное отсутствие озер в составе некоторых рек. Протяжение всех озер (5521 км), входящих в состав рек Мурманского гидрографического района значительно превосходит длину реки Волги. Последнее лишнее раз подчеркивает специфическую особенность рек Кольского п-ова.

Если мы рассмотрим речную сеть Мурманского гидрографического района отдельно по бассейнам морей, то увидим, что несмотря на несколько меньшую общую площадь речных водосборов бассейна Баренцева моря, протяженность речной сети здесь на 8% превосходит длину речной сети бассейна Белого моря. При этом наибольшая разница (18%) характерна для категории водотоков длиной меньше 5 км. По числу эта категория водотоков бассейна Баренцева моря превышает соответствующий показатель бассейна Белого моря на 28%. Количественному преобладанию мельчайших водотоков в бассейне Баренцева моря благоприятствуют условия рельефа и в первую очередь весьма интенсивная расчлененность, при которой создаются многочисленные

самостоятельные водосборы, способствующие развитию небольших водотоков.

Для всех остальных категорий рек (кроме первой) наблюдается довольно близкое соответствие между числом и протяженностью рек бассейнов Белого и Баренцева морей. Особенно наглядно это подтверждается для категории малых и средних рек (от 10 до 100 км). Рек длиной от 50 до 100 км в бассейне Белого моря насчитывается — 28, Баренцева — 24. Протяженность первых составляет 1832 км, вторых — 1707 км. Примерно такое же близкое соотношение характерно и для рек длиной от 25 до 50 км и от 10 до 25 км. Но если количественная характеристика развития речной сети по числу водотоков и по их протяженности в рассматриваемых бассейнах имеет много общего, то качественная сторона рек резко отлична. В этом отношении, с гидрографической точки зрения, как показатель, прежде всего выступает коэффициент линейной озерности.

Как видно, из табл. 1, линейная озерность рек Баренцева моря значительно выше, чем у рек Беломорского бассейна. Средний показатель по всему бассейну Баренцева моря (14,7%) в три раза превосходит линейную озерность рек бассейна Белого моря (4,8%). Сравнивая эту характеристику по однотипным категориям рек обоих морей, мы видим ту же картину. Единственным исключением являются реки длиной от 100 до 200 км. Для них показатели коэффициента линейной озерности очень близки. Для рек же последних трех категорий показатель коэффициента линейной озерности бассейна Баренцева моря превосходит в четыре раза линейную озерность таких же рек бассейна Белого моря.

Сравнительная характеристика коэффициентов линейной озерности рек бассейнов двух морей отражает особенности геологического строения поверхности этих бассейнов. Исследованные нами реки с высокой линейной озерностью (Дроздовка, Харловка и др.) показывают, что озера, находящиеся в составе этих рек, представляют собой более расширенные участки тектонических разломов, по которым, в большинстве своем, прокладывают путь реки северного склона Кольского п-ова. Реки южного склона берут иногда свое начало из довольно крупных озер, но редко протекают через озера. В юго-восточной части Кольского п-ова реки преимущественно безозерные.

Таким образом, специфику развития речной сети бассейнов Баренцева и Белого морей определяют геоморфологические и геологические факторы. Первые способствуют созданию относительно небольших замкнутых водосборов и, следовательно, преобладанию мелких водотоков в бассейне Баренцева моря, вторые (тектоника) — образованию расширенных участков долин, усиливающих показатель линейной озерности рек.

В несколько ином плане характер развития речной сети показывает табл. 2, в которой реки рассматриваются не по категориям их длины, а по порядкам приточности.

Как видно из этой таблицы, притоки главных рек Кольского п-ова достигают VIII порядка. Под рядами нулевого порядка этой таблицы понимаются главные реки, через которые сбрасывается в море вода, собранная их притоками со всего речного бассейна. Таких рек насчитывается 765. Необходимо отметить, что подавляющее большинство из указанных речных систем представляет по существу небольшие ручьи, зарождающиеся на самом побережье и впадающие непосредственно в море. Самостоятельных речных систем, имеющих важное народнохо-

зяйственное значение, насчитывается немного. Достаточно сказать, что имеется всего тридцать речных бассейнов, главные реки которых имеют протяжение более 50 км. Пятнадцать из них относятся к Баренцеву морю, пятнадцать к Белому. Общая площадь бассейнов этих рек составляет 83% от площади всего гидрографического района. Характерно, что и в этом случае она почти поровну распределяется по бассейнам рассматриваемых морей. Таким образом, на остальные 735 водотоков нулевого порядка приходится всего 17% (или 21 280 км²) водосборной площади Мурманского гидрографического района, что лишний раз подчеркивает их незначительные размеры.¹

Таблица 2

Порядок рек	Число рек	Протяжение рек (км)	Число озер в составе рек	Протяжение озер в составе рек (км)	Средний коэф. лн. озерности (%)	Примечание
0	765	7 033,4	912	1045,7	14,3	
I	3105	16 204,6	2470	2276,2	14,0	
II	5102	17 044,5	2148	1459,7	8,6	
III	4421	10 320,1	983	577,2	5,6	
IV	2264	3 920,0	270	139,8	3,6	
V	723	973,5	39	21,0	2,2	
VI	151	161,5	3	2,0	1,2	
VII	11	11,8	—	—	—	
VIII	4	3,3	—	—	—	
Всего по бассейну реки	16 546	55 672,7	6825	5521,5	9,9	

Наиболее многочисленную группу рек составляют притоки второго порядка. Их общая протяженность также является наибольшей. Количество и протяженность притоков последующих порядков начинает заметно падать. Наиболее высокий показатель коэффициента линейной озерности характерен для главных рек и притоков первого порядка. При нарастании порядка приточности коэффициент линейной озерности также уменьшается, хотя частные случаи могут отклоняться от указанной закономерности.

Рассмотренные в настоящей статье черты гидрографии далеко не исчерпывают своеобразных особенностей развития и строения речной сети Кольского п-ова, многие из которых требуют специального освещения.

Отдел гидрологии и гидроэнергетики
Кольского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
15/IV 1958

¹ Согласно методике составления каталога рек, учитывались все водотоки, получившие отражение на карте принятого масштаба, вплоть до склоновых ручейков морских побережий. Они, по существу, и составили основную массу водотоков нулевого порядка.

К. Н. БАЛАШОВ

ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА ВОДОСБОРА, СНЕГОЗАПАСОВ И ВЕТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ВОДОНОСНОСТЬ РЕК КОЛЬСКОГО П-ОВА

Среди физико-географических факторов, воздействующих на сток рек Кольского п-ова особого внимания заслуживает рельеф водосборного бассейна в сочетании со снегозапасами и с ветровой деятельностью данного района. В комплексе эти факторы обуславливают характер распределения по площади и мощность снежного покрова, который принимает непосредственное участие в формировании стока талых вод. Последние образуют главную массу поверхностного речного стока, составляющую для рек Кольского п-ова в среднем около 60% его полной годовой величины (1, 2, 3). Влияние на величину снегонакопления местного рельефа и деятельности ветра особенно сильно сказывается на территориях небольших речных бассейнов. Если сравнить несколько таких бассейнов, расположенных в пределах однородной физико-географической зоны, то становится очевидным, что бассейну с большей расчлененностью рельефа будут соответствовать и большие снегозапасы. На Кольском п-ове эта зависимость хорошо прослеживается в северо-восточной части, на смежных бассейнах рек Варзины, Восточной Лицы, Харловки и Рынды (рис.).

В условиях Кольского п-ова, особенно в приморских районах, где в течение всего зимнего времени наблюдаются сильные и устойчивые ветры, процессы механического переноса и определяемое им распределение снега на территориях речных бассейнов выражены особенно сильно.

В северной прибрежной части п-ова, омываемой водами Баренцева моря, преобладающими ветрами являются юго-западные. Штормовые ветры со скоростью более 25 м/сек не являются здесь исключением. На штиль приходится в среднем всего 2% от общего количества случаев в году. Сильные ветры, механически воздействуя на поверхность снежного покрова, переносят на большие расстояния и затем откладывают в различных понижениях местности значительные массы снега. При метеленосных ветрах снег, сдуваемый с возвышенных участков, заполняет овраги, балки, трещины-разломы и другие понижения рельефа. До начала весеннего таяния уплотнившийся снег представляет собой потенциальный запас будущего склонового стока талых вод. В различные годы, в зависимости от погодных условий зимы, степень снегонакопления в одних и тех же условиях рельефа бывает неодинакова.



Рис. Схематическая карта Кольского п-ова

Северная прибрежная зона Кольского п-ова отличается интенсивной расчлененностью рельефа. При этом наблюдается последовательное повышение платообразной поверхности и увеличение степени ее расчлененности в направлении с востока на запад.

Северо-восточная часть плато, где расположены бассейны рассматриваемых рек, характеризуется увалистой поверхностью с отдельными абсолютными высотами до 350 м. Плато расчленено многочисленными линейными и глыбовыми впадинами, на которых крупнейшая занята озером Енозеро Варзинского бассейна. Многочисленные расселины побережья заняты ручьями и озерами. В местах трещин-разломов располагаются ложка временных или постоянных рек и речек. Некоторые линейные разломы, в которых располагаются водотоки, имеют резкие каньонообразные очертания с высотами отвесных берегов до 100 м.

Как было указано выше, преобладающими источниками питания рек Кольского п-ова являются талые снеговые воды, формирующие весеннее половодье. Поэтому здесь величина годового стока реки в значительной мере определяется объемами этого половодья. Исследования показывают, что при увеличении доли участия весеннего стока в годовом возрастает и водоносность реки, выраженная в модуле стока весеннего или годового периодов. Наиболее определенно эта зависимость проявляется для относительно небольших водосборов Кольского п-ова, которые более подвержены локальным влияниям, чем крупные речные бассейны.

Основным фактором, определяющим объем весеннего половодья, является запас воды, содержащийся в накопленном за зиму снежном покрове. При этом большей расчлененности рельефа водосбора соответствует и большая вариация снегозапасов. Эта зависимость косвенно указывает не только на степень развития гидрографической сети данного водосбора, но и определяет величину водоотдачи в русло реки в период таяния снега. В связи с этим решающее значение в формировании речного стока имеют снегозапасы и характер микрорельефа, обуславливающие водоносность реки.

Зависимость годового стока от объема весеннего половодья, в связи с различной расчлененностью рельефа речных бассейнов, рассматривается нами в расчетах речного стока для небольших рек однородной физико-географической зоны: Варзины, Восточной Лицы, Харловки и Рынды (табл.).

В результате произведенных вычислений обнаруживается последовательное и закономерное возрастание величин весеннего половодья отдельных рек по отношению к полному годовому стоку в направлении с востока на запад (от р. Варзины к р. Рынде) в соответствии с увеличением расчлененности рельефа. По средним данным за 1948—1955 гг., увеличение размеров половодья этих рек, по сравнению с половодьем реки Варзины, составляло: для р. Восточной Лицы — 4,4%, р. Харловки — 7,8% и для р. Рынды — 9,9%. В очень малоснежную зиму 1949/50 гг., характеризующую ослабленной ветровой деятельностью, зависимость между снегозапасами и величиной половодья отдельных рек выражена слабо, что свидетельствует о непосредственном влиянии силы ветра. В 1950 г. величина стока весеннего половодья для четырех рек колебалась в незначительных пределах между 52,5 и 55,5% от годового.

Обратное явление наблюдается для зимы 1954/55 гг., характеризующей обильными твердыми осадками и интенсивной ветровой деятельностью. Под влиянием этих погодных условий сток весеннего половодья указанных рек, по отношению к годовому, изменялся в 1955 г. от 58,3 до 71,1%, составляя суммарное увеличение половодий от р. Варзины до р. Рынды на 12,8%.

Произведенные вычисления дают основание полагать, что для небольших водосборов Кольского п-ова одним из существенных факторов, обуславливающих водоносность реки, является степень расчлененности рельефа водосбора и как функция ее — снегозапасы, формирующие весеннее половодье. Последние в конечном счете сказываются на величине годовой нормы стока реки. Как видно из таблицы, многолетний модуль стока для рассматриваемых нами рек последовательно возрастает с востока на запад, составляя для отдельных водосборных бассейнов 14,5, 15,3, 16,3 и 17,1 л/сек км². Нормы стока установлены Кольским филиалом АН СССР в результате камеральной обработки гидрологического материала и приведения стоковых величин к многолетнему ряду за 1932—1956 гг.

В соответствии с увеличением нормы стока наблюдается и увеличение густоты гидрографической сети, косвенно характеризующей расчлененность отдельных водосборов. По данным каталога рек и озер Кольского п-ова, составленного Кольским филиалом АН СССР, густота речной сети бассейна реки Варзины составляет 0,34, р. Восточной Лицы — 0,39, р. Харловки — 0,40 и р. Рынды — 0,49.

Таблица

Сравнительная гидрологическая характеристика рек Варзины, Восточной Лицы, Харловки и Рынды

Показатели			Варзина	Восточная Лица	Харловка	Рында
Расположение гидростворов, расстояние от устья (км)			4,0	3,0	2,0	1,0
Площадь водосбора (км²)			1091,0	1872,4	2016,3	1013,5
Густота речной сети			0,34	0,39	0,40	0,49
Коэффициент озерности			21,7	10,8	8,4	10,5
Средний многолетний	расход воды (м³/сек)	15,8	28,7	32,8	17,4	
	модуль стока (л/сек км²)	14,5	15,3	16,3	17,1	
	слой стока (мм)	457	482	513	539	
Средние показатели стока за 1948—1955 гг.	годовой	расход воды (м³/сек)	16,0	29,0	33,0	17,4
		суммарный объем стока (млн. м³)	504,530	915,205	1051,274	547,159
		модуль стока (л/сек км²)	14,7	15,5	16,4	17,1
	весеннее половодье	расход воды (м³/сек)	40,2	78,6	96,6	51,3
		модуль стока (л/сек км²)	36,8	42,0	47,9	50,4
		начало интенсивного подъема	6.V	6.V	5.V	5.V
		расхода воды	26.VII	26.VII	24.VII	25.VII
		конец спада	81	81	80	81
		продолжительность (дни)	81	81	80	81
		объем суммарного стока (млн. м³)	281,032	550,355	667,882	359,119
	меженный период	расход воды (м³/сек)	9,11	14,9	15,6	7,66
		модуль стока (л/сек км²)	8,35	7,96	7,74	7,52
		продолжительность (дни)	284	284	285	284
		объем суммарного стока (млн. м³)	223,498	364,850	383,392	188,010
Сток весеннего половодья (% от годового)	средн. за 1948—1955 гг.	55,7	60,1	63,5	65,6	
	за 1950 г.	52,5	55,2	54,8	54,2	
	за 1955 г.	58,3	69,1	70,2	71,1	

При одинаковой, в среднем, многолетней продолжительности весеннего половодья в 81 день (1948—1955 гг.) модули стока меженного периода рассматриваемых рек мало отличаются друг от друга по своей величине, составляя от 8,35 до 7,52 л/сек км². Между тем, модули стока для периода весеннего половодья изменяются в значительных пределах — от 36,8 до 50,4 л/сек км². Это обстоятельство косвенно указывает на однородность климатических условий в районе бассейнов этих рек и одновременно подтверждает наши высказывания и расчеты о существенном влиянии вышеизложенных локальных факторов стока на формирование весеннего половодья.

Отдел гидрологии и гидроэнергетики
Кольского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
31/III 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Балашов К. Н. Гидрологическая характеристика рек Восточной Лицы и Харловки. В сб. «Водноэнергетические ресурсы Кольского полуострова. Вып. 1. Реки Восточная Лица и Харловка». Изд. АН СССР, М.—Л., 1958.
2. Балашов К. Н. Гидрологическая характеристика реки Поной. В сб. «Водноэнергетические ресурсы Кольского полуострова. Вып. 2. Река Поной». Изд. АН СССР, М.—Л., 1958.
3. Балашов К. Н. Гидрологическая характеристика реки Варзины. В сб. «Водноэнергетические ресурсы Кольского полуострова. Вып. 3. Реки Варзина и Дроздовка». В печати, 1958.

И. В. ВИНУКUROVA

О КРИВЫХ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ СУТОЧНЫХ РАСХОДОВ РЕК КАРЕЛИИ

Кривые обеспеченности суточных расходов рек имеют большое значение для характеристики внутригодового распределения их стока. Они особенно важны для подсчетов энергоресурсов рек.

В этой работе дается математическое выражение средним кривым обеспеченности суточных расходов рек Карелии и делается попытка связать параметры формулы с физико-географическими факторами стока. Изменение параметров уравнения кривых обеспеченности дает возможность судить о влиянии деятельности человека на сток реки.

Были использованы материалы по стоку одиннадцати рек бассейнов Белого и Балтийского морей. Отбирались реки, имеющие ряд наблюдений, не менее семи лет (табл. 1).

Река Олонка в табл. 1 отсутствует. Два створа этой реки (Торос-озеро и Чимилицы) имеют ряд наблюдений по десять лет. Однако эти сведения нельзя было использовать для данной работы, так как присутствие значительного числа плотин, хотя и небольших по своим размерам, искажает естественный характер распределения стока реки в году. Необходимо указать, что в гидрологических ежегодниках это обстоятельство не отмечено совершенно.

Были построены кривые обеспеченности для всех отобранных рек. При анализе совмещенного графика кривых (рис. 1) оказалось, что все кривые пересекаются в районе 20—25% обеспеченности. Существует мнение, что эта точка пересечения соответствует, с некоторым приближением, значению среднегодового расхода. Возможно, что положение точки пересечения зависит от величины коэффициентов естественной зарегулированности рассматриваемых рек. Более надежный вывод можно будет сделать только после специальных исследований.

Как видно из внешнего вида кривых (рис. 1), искомую зависимость для рассматриваемых рек целесообразно выразить функцией следующего вида:

$$y = A_e^{-ax^n}$$

Данная функция имеет ряд преимуществ перед другими функциями. Она является табулированной, поэтому при определении внутригодового распределения стока с помощью кривых обеспеченности для неизученных рек не требуется производить специальных расчетов. Значения функции можно получить из таблиц в любом математическом справочнике.

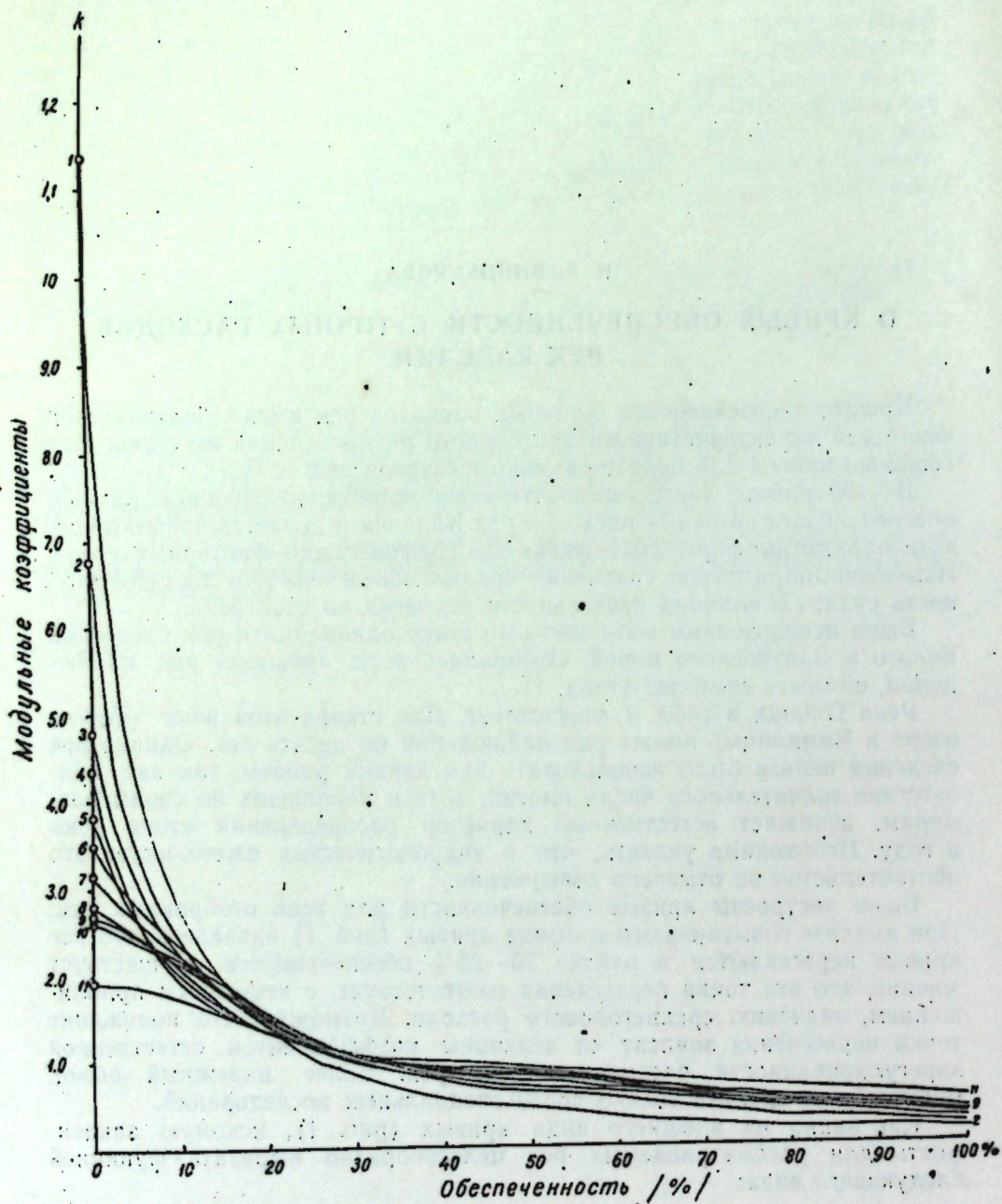


Рис. 1. Совмещенный график кривых обеспеченности рек Карелии.

1 — Шуя (беломорская); 2 — Сят; 3 — Поньгома; 4 — Кереть; 5 — Видлица; 6 — Сума; 7 — Чирка-Кемь; 8 — Кемь (Подужемье); 9 — Суна; 10 — Ковда (Кузьмин-Семежье); 11 — Ср. Лижма; 12 — Ковда (Лехми-Корва); 13 — Онда; 14 — Кемь (Юозеро).

Таблица 1

Река	Число лет наблюдений	Площадь бассейна	Длина реки (км)	Кэф. озёрности	Приведенный коэф. озёрн.	Норма стока	Кэф. естественной зарегулированности
Бассейн Балтийского моря							
Суна (Валазма)	7	3343	282	13,1	3,3	33,9	0,76
Ср. Лижма (Кяппе-сельга)	10	515	68	20,8	14	4,9	0,87
Видлица (Аннюла)	19	1160	70	8,8	27	12,2	0,85
Свят (Пряжа)	7	349	33	9,5	12	2,95	0,75
Бассейн Белого моря							
Ковда (Кузьмин-Семежье)	28	26 111	221	14,0	3,1	273	0,82
Кемь (Подужемье)	29	27 920	358	9,3	0,9	257	0,76
Кереть (ж.-д. мост)	13	2640	100	17,5	4,4	23,1	0,82
Чирка-Кемь (Андропова Гора)	8	2670	228	4,6	0,1	28,7	0,79
Шуя (Шуезеро)	13	938	80	7,0	0,7	8,0	0,68
Онда (Ругозеро)	7	504	190	9,7	1,8	5,91	
Сума (Сумский посад)	15	1980	158	13,4	4,7	16,5	0,78
Поньгома (Поньгома)	10	1440	103	11,1	1,0	13,5	0,80

Таблица 2

Река	Параметры формулы			Ошибки (%)	
	a	n	A	средне-квадр.	максимальная
Шуя	4,4	0,48	11,4	10	3
Свят	3,35	0,49	6,82	9	9
Поньгома	2,78	0,55	4,81	4	4
Кереть	2,51	0,60	4,33	27	16
Видлица	2,50	0,63	3,78	10	7
Сума	2,51	0,76	3,45	12	7
Чирка-Кемь	2,16	0,70	3,13	25	15
Кемь	2,12	0,84	2,76	10	6
Суна	2,10	0,94	2,68	14	18
Ковда	1,92	0,80	2,60	18	10
Ср. Лижма	1,33	0,86	1,92	9	8

Рассмотрим параметры формулы:

y — значения модульных коэффициентов, x — значения обеспеченности стока. Коэффициент A определяется при $x=0$, т. е. A является наибольшей ординатой, или, иными словами, выражается средним максимальным модульным коэффициентом данной реки за время наблюдения. Значения A (в модульных коэффициентах) для рассматриваемых рек колеблются в пределах от 11,7 (р. Шуя, Беломорская) до 1,92 (р. Ср. Лижма).

Показатель степени a определяется при $x=1$. Как видно из рис. 2, величина коэффициента a связана обратной зависимостью с величиной наименьшей ординаты, или минимальным модульным коэффициентом.

Это следует непосредственно из формулы, имеющей при $x=1$ вид $y=Ae^{-a}$ (рис. 2). Значения a для рассматриваемых рек колеблются от 0,14 (р. Шуя, Беломорская) до 0,52 (р. Суна).

Таким образом, эти два параметра (A и a) связаны с концами кривой, т. е. с наибольшей и наименьшей ее ординатами.

Степень кривизны кривой определяется величиной показателя n . Зная A и a , можно легко определить последний неизвестный параметр формулы (n).

Все три параметра формулы связаны между собой. Между параметром n и коэффициентом A , а также между n и показателем степени a существует следующая графическая зависимость (рис. 3а и б).

Были построены кривые обеспеченности по данной формуле для всех отобранных рек Карелии. Среднеквадратичные ошибки достигали 27%. Максимальная ошибка не превышала 18% (табл. 2).

Необходимо определить, как параметр n связан с физико-географическими факторами. Для этого рассматривалась зависимость параметра n от коэффициента озерности. На графике расположение точек оказалось таким, что по ним нельзя было провести одну кривую. Здесь явно намечалось семейство, состоящее из трех отдельных кривых (рис. 4). Подобное же семейство кривых было получено и при анализе связи между параметром n и длиной рек, причем эти кривые отличались от кривых рис. 4. Различие состояло в том, что каждая из кривых образовывалась иной совокупностью рек, чем это имело место в первом случае.

Будем рассматривать отдельно каждую группу рек, располагающуюся по кривым, на графике зависимости параметра n от коэффициента озерности. Можно заметить, что реки, лежащие на левой кривой

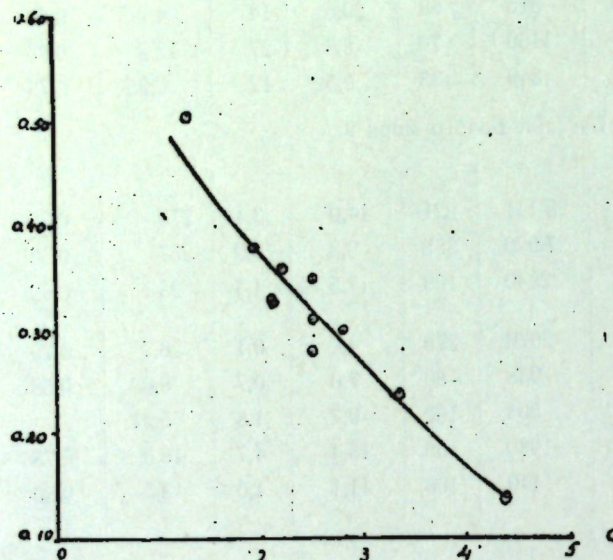


Рис. 2. Зависимость a от y при $x=1$.

(рис. 4), характеризуются различными значениями нормы стока, площади бассейна, коэффициента озерности. Такое различие наблюдается как внутри группы, так и между группами рек, характеризующимися разными кривыми. Таким образом, налицо были только многозначные зависимости n от коэффициента озерности и длины рек. Фактор, определяющий наличие семейства кривых, остался невыясненным.

Коэффициент озерности учитывает только относительную величину суммарной площади озер в бассейне, что является недостаточным для характеристики внутригодового распределения стока, так как один и тот же коэффициент озерности может соответствовать разному расположению озер в бассейне. Этот факт еще раз доказывает рис. 4. Можно полагать, что данное разделение на три отдельные кривые происходит в результате действия нескольких факторов, а именно: расположения озер в бассейне, объема регулирующей призмы озер, залесенности бассейна, его гидро-геологических условий и др. Учесть влияние таких факторов, как залесенность бассейна, его гидро-геологические свойства, не представляется возможным, так как отсутствуют необходимые данные по этим вопросам. Характер же распределения озер в бассейне можно учесть. Для этого был использован приведенный коэффициент озерности. Алексеев (1) для расчетов максимального стока предложил учитывать расположение озер в бассейне путем введения взвешенного процента озерности, имеющего следующую формулу:

$$P_{из} = P_{\bar{F}_2}^{F_1}$$

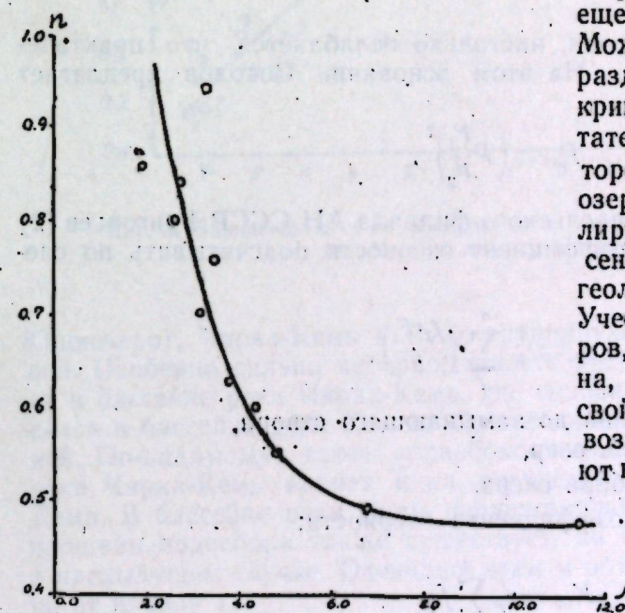
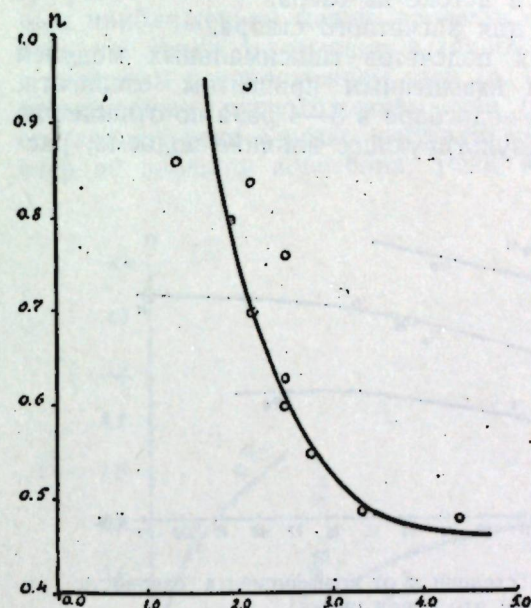


Рис. 3(а и б). Зависимость n от коэффициента A и показателя степени a

жил учитывать расположение озер в бассейне путем введения взвешенного процента озерности, имеющего следующую формулу:

где $P_{\text{оз}}$ — взвешенный процент озёрности бассейна,
 P — обычный коэффициент озёрности,
 F_1 — площадь водосбора в истоке из озера,
 F_2 — площадь водосбора для расчетного створа.

Соколов (3) считает, что для подсчетов максимальных модулей стока недостаточно пользоваться взвешенным процентом озёрности, так как «при увеличении площади водосбора в 3—4 раза по отношению к водосбору в истоке из озера результирующее влияние водоема, рас-

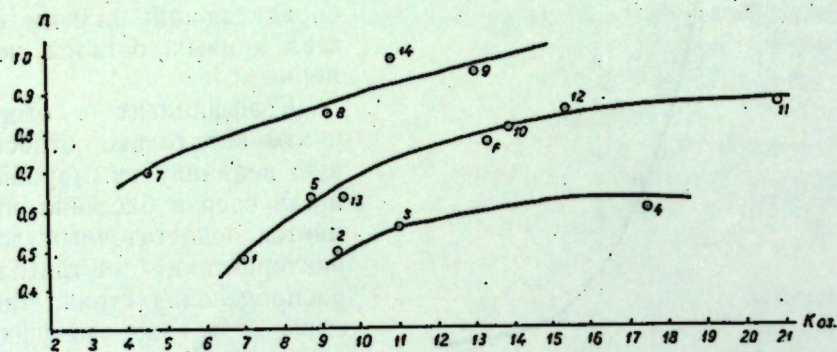


Рис. 4. Зависимость показателя степени n от коэффициента озёрности (обозначения те же, что и под рис. 1)

положенного в верховьях реки, настолько ослабляется, что практически может не учитываться». На этом основании Соколов предлагает следующую формулу:

$$P_{\text{оз}} = \left(P \frac{F_1}{F_2} \right)^2.$$

В секторе гидрологии Карельского филиала АН СССР Григорьев (2) предлагает приведенный коэффициент озёрности подсчитывать по следующей формуле:

$$b_{\text{оз. пр.}} = \frac{1}{F} \sum_i^n \left(\frac{f_i \cdot F_i}{F} \right),$$

где F — площадь бассейна до замыкающего створа,
 f_i — площадь зеркала озера,
 F_i — площадь водосбора озера.

Рассмотрим формулу коэффициента озёрности;

$$K_{\text{оз}} = \frac{1}{F} \sum_i^n f_i.$$

Очевидно, что $b_{\text{оз. пр.}}$ будет равен коэффициенту озёрности в том случае, когда расчет производится для створа, расположенного у истока из озера. В других случаях $b_{\text{оз. пр.}}$ будет всегда меньше $K_{\text{оз}}$.

Для всех отобранных рек были подсчитаны приведенные коэффициенты озёрности. График связи показателя степени n и приведенного коэффициента озёрности представляет собой семейство (рис. 5), со-

стоящее из двух кривых. При сравнении с рис. 4 видно, что произошло сближение точек средней правой кривых. Первые кривые на этих двух графиках остались без изменения. По сближенным точкам с некоторым приближением можно провести одну кривую. При анализе оказалось, что точки, тяготеющие к данной кривой, представляют собой реки с верховым расположением озера (р. Видлица, Шуя) и каскадным, или равномерным, расположением озера (р. Ковда). Обособленную группу составляют реки с резко выраженным неравномерным распределением озера по площади водосбора. Реки Кемь (два створа: Подужемье и

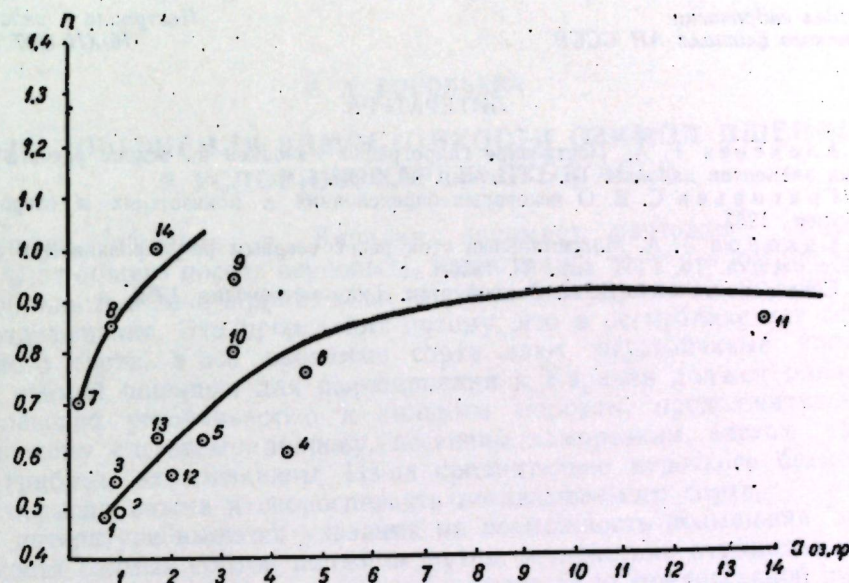


Рис. 5. Зависимость n от приведенного коэффициента озёрности (обозначения те же, что и под рис. 1)

Юшкозеро), Чирка-Кемь и Суна группируются вокруг отдельной кривой. Особенно сильно неравномерность расположения озера наблюдается в бассейне реки Чирка-Кемь, где основная масса озера (86%) находится в бассейне реки Каменной, являющейся левым притоком последней. По-видимому, такое «однобокое» расположение озера в бассейне реки Чирка-Кемь влияет и на распределение стока основной реки — Кемь. В бассейне реки Суны неравномерность распределения озера по площади водосбора также существует, но она выражена меньше, чем в предыдущем случае. Очевидно, этим и объясняется отскакивание точки от кривой 1.

Никакой графической связи между n и формулой Соколова $P_{\text{оз}} = \left(P \frac{F_1}{F_2} \right)^2$ обнаружено не было.

Таким образом, получены две кривые, точки по которым располагаются в зависимости от характера распределения озера в бассейне. Наблюдаемый разброс точек объясняется действием других факторов, которые остались неизвестными. Отсутствие этих данных не дает возможности уточнить полученную связь.

Пользуясь данными кривыми (рис. 5), можно определить n для прикидочных расчетов кривых обеспеченности неизученных рек Карелии по формуле $y = A e^{-ax^n}$.

Порядок расчета кривых обеспеченности неизученных рек следующий:

1. По приведенному коэффициенту озерности $b_{оз. пр.}$ определяется параметр n (рис. 5).

2. Пользуясь связями между n , параметрами A и a (рис. 3а и б), находим последние неизвестные.

Отдел гидрологии
Карельского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
16/XII 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г. А. Построение гидрографов паводков на основе расчета трех главных элементов паводка. Тр. ГГИ, вып. 43, 1954.
2. Григорьев С. В. О некоторых определениях и показателях в озераведении. Рукоп., 1957.
3. Соколов А. А. Максимальный сток рек с озерным регулированием и методика его расчета. Тр. ГГИ, вып. 50, 1955.
4. Соколовский Д. А. Речной сток. Гидрометеониздат, 1952.

Е. А. ВОРОБЬЕВА

ОПЫТ ПОВЫШЕНИЯ ЗИМОСТОЙКОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ КАРЕЛЬСКОЙ АССР

Озимая пшеница в Карелии занимает ничтожные площади (1,34% от общего посева зерновых), несмотря на то, что в южной части республики и в зоне Приладожья имеются благоприятные условия для ее возделывания. Это происходит потому, что в республике нет своего местного сорта, а все ввозимые сорта дают неустойчивые урожаи. Сорт озимой пшеницы для выращивания в Карелии должен обладать комплексной устойчивостью к сильным морозам, продолжительному и высокому снеговому покрову, весенним заморозкам, застою талых вод, грибным заболеваниями. Из-за сравнительно короткого безморозного периода важна и скороспелость возделываемого сорта.

В литературе имеются указания на возможность повышения зимостойкости озимых сортов пшеницы путем воздействия отрицательными температурами на проросшие семена в процессе их предпосевной яровизации (7, 9, 6, 13, 3, 4, 10, 2, 12).

Мы решили использовать этот прием с целью получить формы озимой пшеницы с высокой зимостойкостью, которые могли бы быть использованы как исходный материал для выведения сорта, пригодного для возделывания в Карельской АССР. Работа проводилась с 1953 по 1956 г. на агробиологической станции Института биологии Карельского филиала АН СССР под г. Петрозаводском.

Для опыта по повышению зимостойкости озимых пшениц были взяты следующие сорта: 1) Карело-Финская безостая местная, разновидности велютинум (завезена в Карелию финнами во время оккупации); 2) Боровичская (Передская), стандарт Ленинградской области; 3) Пшенично-пырейный гибрид 599; 4) Ленинградка и 5) Альбобурбум 9 селекции Пушкинских лабораторий ВИРа (последние два сорта получены из сорта Ина методом воздействия отрицательных температур на стадии яровизации). Весь семенной материал, за исключением Карело-Финской местной, был получен из Пушкинских лабораторий ВИРа. Семена Карело-Финской местной были получены от Прионежской районной инспекции по качеству семян.

Весной 1953 г. наклюнувшиеся семена всех пяти сортов озимой пшеницы подвергались различным вариантам предпосевной яровизации с воздействием отрицательных температур по следующей схеме:

№ варианта	Число дней яровизации				
	всего	в т. ч. при температуре			
		0°	-4°	-6°	-8°
I	70	70	—	—	—
II	35	35	—	—	—
III	60	35	15	10	—
IV	70	35	15	10	10
V	45	45	—	—	—
VI	70	45	15	10	—
VII	80	45	15	10	10

Семена всех подопытных сортов, яровизированные с применением отрицательных температур, были посеяны в поле 15 мая 1953 г. Каждый сортовариант высевался на делянке размером 3 м², метровыми рядками, с междурядием 12—13 см. Всего на делянку было посеяно от 575 до 700 зерен каждого сорта.

В качестве контроля были приняты: 1-й вариант — яровизация в течение 70 дней при температуре 0, -2° (яровизированный контроль), а также посев неяровизированными семенами (неяровизированный контроль).

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ХОДОМ ДОЯРОВИЗАЦИИ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Ряд исследователей (5, 11, 1, 8) указывают, что дояровизация озимой пшеницы может довольно легко проходить при отрицательных температурах, доходящих до 5—6°. В наших опытах семена, подвергавшиеся воздействию отрицательных температур, обладали очень низкой всхожестью, большинство их гибло. Быстрота появления всходов зависела от того, подвергались ли семена воздействию отрицательных температур или нет; быстрее взошли семена яровизированные, но не испытывавшие воздействия отрицательных температур.

В течение вегетационного периода наметились большие различия в развитии растений различных вариантов. Эти различия показаны в табл. 1.

Для Карело-Финской безостой и Боровичской нормальной яровизации при 0° в течение 35 и 45 дней было явно недостаточно, о чем говорит ничтожный процент выколосившихся растений и запоздание с началом колошения. Добавление к 35 и 45 дням нормальной яровизации отрицательных температур до -6° и -8° в течение 25—35 дней у Карело-Финской безостой несколько ускорило начало колошения в III варианте, но ничего не изменило в количестве выколосившихся растений; у Боровичской начало колошения, наоборот, оттянулось, но процент выколашивания несколько увеличился в тех вариантах, где нормальная яровизация продолжалась 45 дней. По нашему мнению, нельзя сказать, что на эти два сорта отрицательные температуры оказали заметное яровизирующее действие.

Таблица 1

Колошение контрольных и опытных растений весеннего яровизированного посева 1953 г.

Вариант	Продолжительность воздействия температуры в днях				Карело-Финская безостая		Боровичская		Ленинградка		Пшенично-пырейный гибрид 599	
	0°	-4°	-6°	-8°	Число дней от всходов до колошения	Выколашивание (%) на 1/X 1953 г.	Число дней от всходов до колошения	Выколашивание (%) на 1/X 1953 г.	Число дней от всходов до колошения	Выколашивание (%) на 1/X 1953 г.	Число дней от всходов до колошения	Выколашивание (%) на 1/X 1953 г.
Контроль — посев сухими семенами	—	—	—	—	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0
I	70	—	—	—	53	99,1	51	97,8	52	100,0	53	99,0
II	35	—	—	—	101	0,3	75	0,8	65	78,5	66	96,6
III	35	15	10	—	71	0,8	—	0,0	59	52,5	65	80,4
IV	35	15	10	10	—	0,0	—	0,0	75	20,0	—	0,0
V	45	—	—	—	65	22,6	54	5,5	60	97,8	60	97,7
VI	45	15	10	—	70	23,4	68	14,0	58	97,4	59	97,4
VII	45	15	10	10	66	22,6	78	10,0	—	0,0	—	—

Для менее морозостойких сортов — Ленинградка и ППГ-599 — и 45 дней яровизации при 0° оказалось почти достаточно для полного выколашивания, правда, сам процесс колошения сильно растянулся. Добавление отрицательных температур до -6° в течение 25 дней ничего не изменило в величине процента выколашивания и лишь на 1—2 дня ускорило начало колошения.

35 дней яровизации при 0° для Ленинградки было мало (78,5% выколосившихся растений). Добавление отрицательных температур до -6° в течение 25 дней ускорило начало колошения на 6 дней, но значительно снизило процент выколосившихся растений (с 78,5 до 52,5%). Добавление еще 10 дней яровизации при температуре -8° еще более снизило процент выколосившихся растений (с 52,5 до 20,0%) и на 10 дней задержало начало колошения по сравнению с недояровизацией — 35 дней при 0°.

Для ППГ-599 35 дней яровизации при 0° было почти достаточно для выколашивания (выколосилось 96,6% растений); добавление еще 25 дней яровизации при температуре до -6° снизило процент выколосившихся растений до 80,4. Получается впечатление, что по этим двум сортам добавление отрицательных температур не только не оказало яровизирующего действия, но даже в какой-то степени повлияло на уже прошедший процесс, затормаживая его проявление. По сорту Альбобурбум 9 было очень мало растений, чтобы о нем можно было сказать что-либо достоверное.

В течение вегетационного периода был произведен учет энергии выколашивания. С того момента, когда большинство растений 1 вариан-

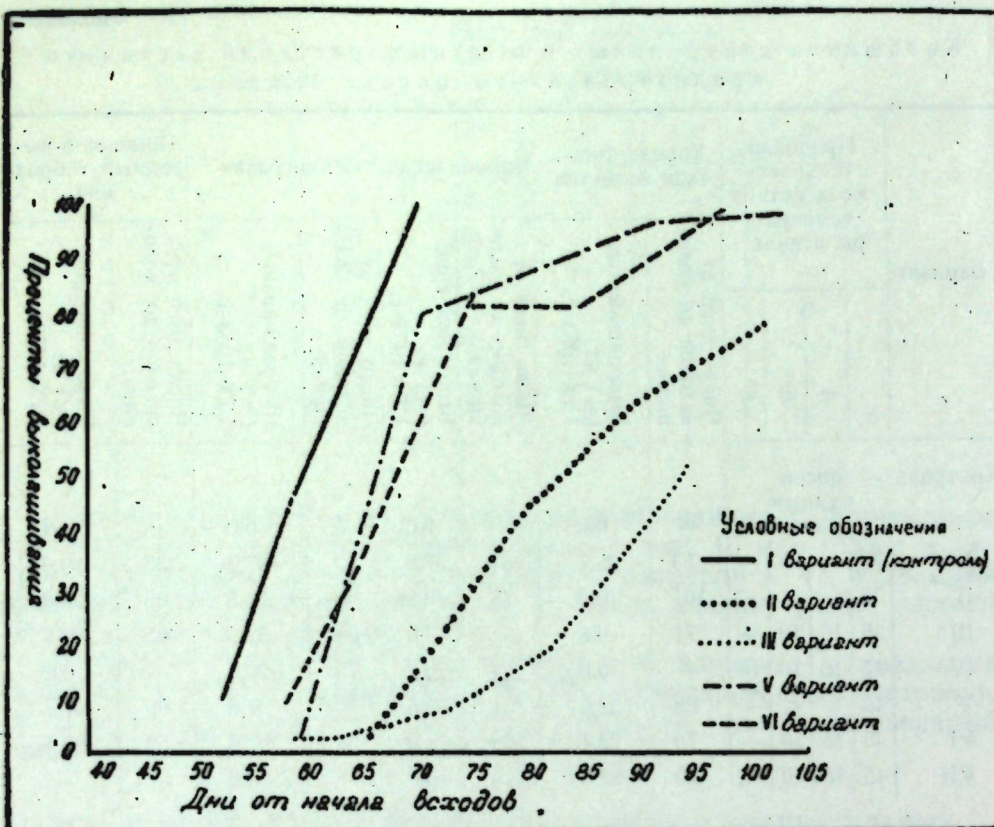


Рис. 1. Энергия выколашивания у опытных растений озимой пшеницы Ленинградки в 1953 г.

та (70 дней нормальной яровизации) было в трубке, через каждые 10 дней по всем вариантам производились подсчеты количества растений, находящихся в данный момент в трубке, трубке и выколосившихся. Такие подсчеты производились вплоть до 1 сентября. По сортам Ленинградка и ППГ-599 был получен наиболее полный материал, поэтому появилась возможность представить его графически. В виде графика представлено также колошение Карело-Финской местной безостой, сильно отличающейся от первых двух сортов. На графиках по вертикали показан процент выколосившихся растений, а по горизонтали — число дней от начала всходов до колошения (рис. 1, 2, 3):

* * *

Ко времени озимого посева в 1953 г. растения опытных вариантов выколосились лишь частично и не все из выколосившихся дали семена. Все семена, полученные с растений опытных вариантов, едва дошли до молочной спелости. Поэтому, в силу необходимости, озимый посев в 1953 г. был произведен очень щуплыми семенами и не со всех опытных вариантов.

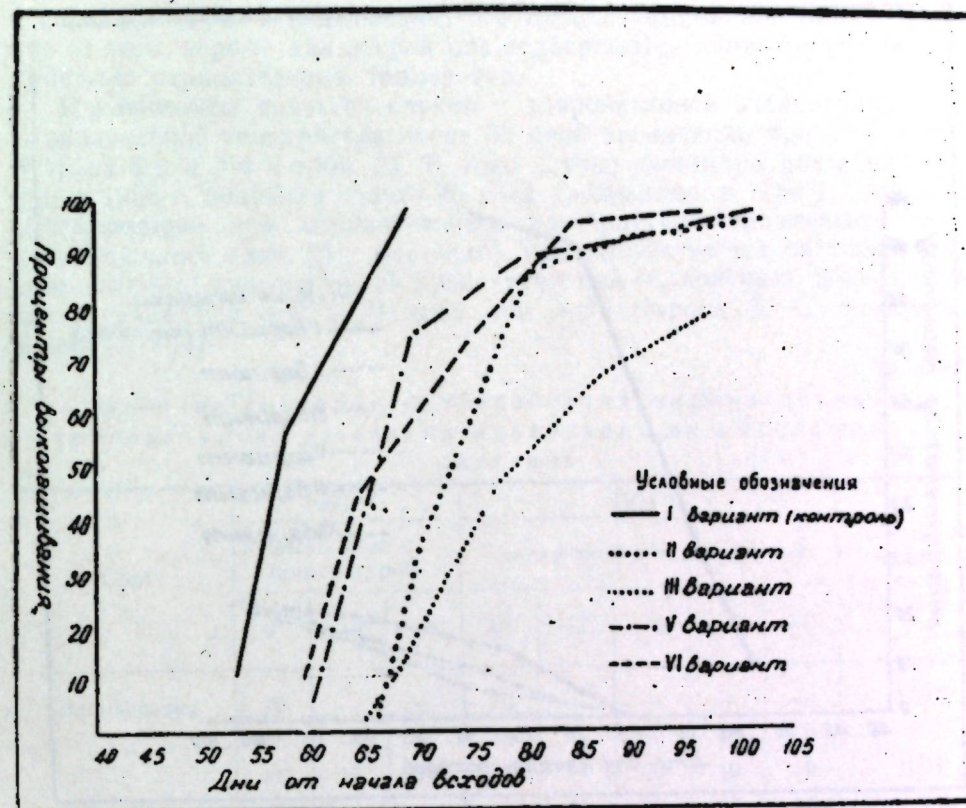


Рис. 2. Энергия выколашивания у опытных растений озимой пшеницы ППГ-599 в 1953 г.

Все невыколосившиеся растения вариантов на участке весеннего посева с применением отрицательных температур были оставлены зимовать. Зима 1953/54 гг. почти не повредила озимых посевов, за исключением отдельных участков, где растения погибли от выпревания. В частности, погибли почти целиком от выпревания растения неаровизированного контроля. В августе 1954 г. был убран урожай как с деленок, посеянных осенью 1953 г., так и с растений, не выколосившихся в 1953 г. и оставленных зимовать, причем у этих последних урожай был убран отдельно по растениям.

ВТОРИЧНАЯ ЯРОВИЗАЦИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Весной 1954 г. часть семян, которые удалось собрать с растений отдельных вариантов в 1953 г., вновь была подвергнута воздействию отрицательных температур по следующей схеме: VIII вариант: 35 дн. $0^{\circ} + 20$ дн. $-4^{\circ} + 10$ дн. $-6^{\circ} + 10$ дн. -8° . IX вариант: 35 дн. $-2^{\circ} + 20$ дн. $-4^{\circ} + 10$ дн. $-6^{\circ} + 10$ дн. -8° .

Семена предварительно намачивались в теплой воде до набухания и наклеивания, затем, независимо от варианта, наклюнувшиеся семена были положены в тающий снег на 0° на 2—4 дня для того, чтобы

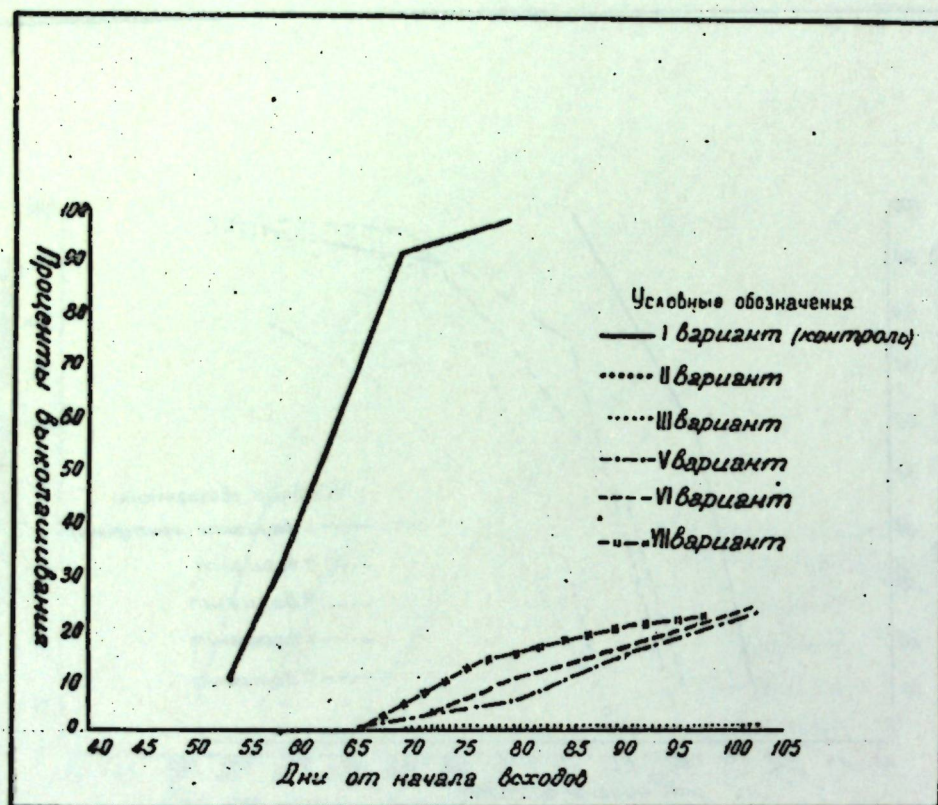


Рис. 3. Энергия выколашивания у опытных растений озимой пшеницы Карело-Финская местная в 1953 г.

начался процесс яровизации. Вслед за этим семена IX варианта были переложены в холодильник на $T^{\circ} -2^{\circ}$. Дальше яровизация продолжалась по схеме, приведенной выше. Контрольные семена выдерживались при температуре 0° в течение 70 дней.

Нужно отметить, что использованные для этого опыта семена убивались, едва достигнув молочной спелости, поэтому всхожесть их была очень низкая, а промораживание еще более снизило ее. В результате в опыте оказалось очень мало растений. Яровизированные семена были высеяны 20 мая 1954 г.

С момента начала колошения контрольного посева количество растений по всем сортовым вариантам (находящимся в травке, трубке и выколосившимся) подсчитывалась через каждые 10 дней.

Последний подсчет был произведен 5 сентября 1954 г., в табл. 2 представлены результаты выколашивания в процентах по вариантам на 5/IX 1954 г. двух сортов — Ленинградки и ППГ-599.

В литературе имеются указания на то, что потомство растений, которые проходили процесс дояровизации при отрицательных температурах, воспринимает отрицательные температуры на стадии яровизации более активно и способно проходить яровизацию при этих температурах легче и быстрее, чем это было свойственно предыдущему поколению. В наших опытах это не нашло полного подтверждения.

Данные табл. 2 показывают, что процент выколашивания не зависит от того, первый или второй раз подвергаются данные растения воздействию отрицательных температур.

Исключением является случай с дояровизацией Ленинградки при отрицательной температуре после 35 дней яровизации при 0° в 1954 г. (строка 2-я и 3-я в табл. 2). В этом случае потомство растений, которые в 1953 г. получили только 45 дней яровизации, в 1954 г. проходило дояровизацию при отрицательных температурах значительно хуже (выколосилось лишь 25% растений), чем потомство тех растений, которые в 1953 г., кроме 45 дней яровизации при 0° , получили дополнительно 15 дней при -4° и 10 дней при -6° (строка 3, % выколашивания — 100).

Таблица 2

Влияние повторного воздействия отрицательными температурами на стадии яровизации на выколашивание растений

Сорт	1953 г.			1954 г.					% выколо- сившихся растений на 5/IX 1954 г.
	число дней с температурой			число дней с температурой					
	0°	-4°	-6°	0°	-2°	-4°	-6°	-8°	
Ленинградка	70	—	—	70	—	—	—	—	100,0
"	45	—	—	35	—	20	10	10	25,0
"	45	15	10	35	—	20	10	10	100,0
"	45	—	—	—	35	20	10	10	3,5
"	45	15	10	—	35	20	10	10	0,0
ППГ-599	70	—	—	70	—	—	—	—	100,0
"	45	—	—	35	—	20	10	10	88,9
"	45	15	10	35	—	20	10	10	83,3
"	45	—	—	—	35	20	10	10	16,7
"	45	15	10	—	35	20	10	10	10,3

Общим для обоих сортов явилось и то, что там, где в 1954 г. была яровизация при 0° в течение 35 дней, процент выколашивания был выше. Там же, где яровизация начиналась почти сразу с температуры -2° (несвойственной для яровизации) процент выколашивания был намного ниже или колошения совсем не было. Растения, подвергнутые воздействию отрицательных температур в предыдущем поколении, не стали лучше воспринимать эти температуры в последующем поколении, если предварительная яровизация при оптимальных температурах давалась всего 2—3 дня.

Тот факт, что растения при дояровизации отрицательными температурами воспринимают их с большим трудом и что иногда происходит как бы снятие части уже пройденного процесса, говорит в таких случаях не только о происходящей яровизации, но и вынужденном изменении наследственности в сторону потребности в более низких температурах на стадии яровизации.

ПОЛУЧЕНИЕ ФОРМ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ПОВЫШЕННОЙ ЗИМОСТОЙКОСТЬЮ

За сравнительно короткий период времени нам удалось получить и испытать на морозо- и зимостойкость отдельные семьи озимой пшеницы только в вариантах с однократным воздействием отрицательных температур. В августе 1954 г. нами было высеяно 102 такие семьи. Их зимостойкость учитывалась в поле простым подсчетом сохранившихся растений после зимовки. В 1955 г. из них выделилось повышенной зимостойкостью и продуктивностью всего 12 семей, принадлежащих к четырем сортам: Ленинградка, Карело-Финская безостая, Альборубрум 9 и Боровичская. Семьи этих четырех сортов представляли потомства растений, яровизировавшихся в 1953 г. с применением отрицательных температур и невыколосившихся в год посева. В этом наши данные согласуются с выводами Зарубайло и Кислюка (4). Как считают указанные авторы, у таких растений, не выколосившихся в год посева, наследственность в большей степени сдвигается в сторону потребности низких температур на стадии яровизации и большей приспособляемости к ним в процессе зимовки. В этом их особая ценность.

В табл. 3 показана сравнительная зимостойкость потомств растений, подвергавшихся воздействию отрицательных температур на стадии яровизации перед посевом весной 1953 г. и не выколосившихся в год посева. В таблице лучшие семьи объединены по вариантам яровизации.

Таблица 3

1954/55 гг.

Сорт	Вариант в 1953 г.	Превышение зимостойкости подопытных растений (%)	
		над контро- лем	над стандар- том
Ленинградка	III	16,52	3,52
"	IV	20,85	7,79
Карело-Финская местная	III	2,49	2,49*
безостая	IV	5,63	5,63*
"	VI	4,03	4,03*
Альборубрум 9	III	6,55	6,17
"	VII	10,32	5,69
Боровичская	III	5,33	11,24
"	VI	9,66	3,11
"	VII	16,20	9,65

* Цифры в двух колонках одинаковы, так как для этой пшеницы стандарт был одновременно и контролем.

Зима 1955/56 гг., исключительно тяжелая для зимовки озимой пшеницы (продолжительные морозы до -44° , снеговой покров держался свыше 6 мес., высота его в начале зимы была недостаточной, чтобы убе-

речь озимые от сильных морозов в $30-32^{\circ}$), позволила провести дальнейший отбор по зимостойкости среди описанных выше семей. После браковки из 12 семей, высеянных в 1955 г., осталось всего 4 семьи: два — сорта Ленинградка, одна — Альборубрум 9 и одна — Карело-Финская местная. Эти семьи дали урожай в абсолютном выражении невысокий, но значительно превышающий урожай исходных сортов и стандарта (Карело-Финская местная). В 1956 г. семена этих четырех семей были высеяны на делянках размером 5 м^2 и сравнивались только со стандартным сортом. Дополнительно была высеяна семья № 4 сорта Ленинградка, II варианта (недояровизация), выделявшаяся своими продуктивными качествами. Урожайность отдельных потомств озимой пшеницы в 1957 г. показана в табл. 4.

Таблица 4

Сорт озимой пшеницы	№ варианта и семьи	Урожай- ность 5 м^2 (г на 5 м^2)	Превышение над стандартным сортом		Вес 1000 зерен (г)
			(г)	(%)	
Ленинградка	в III с. 1	1504	-51	—	54,2
"	в III с. 2	2447	872	56,0	49,4
"	во II с. 4	1875	320	20,5	54,2
Карело-Финская местная	стандарт	1555	—	—	34,7
"	в III с. 7	1314	-241	—	34,1
Альборубрум 9	в III с. 3	1680	125	8,0	44,6

Ниже приводится краткая характеристика отобранных семей сортов озимой пшеницы.

Ленинградка. Семья № 1/III (отобрана из варианта III). Растения с едиными (в среднем 9 см) колосьями, часто заметно уплотненными на верхушке. Солома невысокая (в среднем 100 см) неполегающая. Зерно очень крупное. В 1957 г. эта семья по урожайности не превосходила стандартный сорт. По зимостойкости превышает исходную Ленинградку и немного — стандарт; созревает на 3 дня раньше стандарта и на 4 — раньше исходной Ленинградки.

Семья № 2/III (отобрана из варианта III). Растения с короткой прочной соломой (в среднем 97 см) и коротким плотным колосом; среднее число зерен в главном колосе — 56,5. По зимостойкости превышает исходную Ленинградку и несколько — стандарт. Созревает на 4 дня раньше исходного сорта.

Семья № 4/II (отобрана из варианта II). Растения имеют крупные булавовидные плотные красивые колосья; средняя озерненность главных колосьев — 56,6. По зимостойкости несколько превышает исходный и не превышает стандартный сорт. Созревает одновременно со стандартным сортом.

Карело-Финская местная. Семья № 7/III (отобрана из варианта III). В 1955 и 1956 гг. по зимостойкости, урожайности и весу 1000 зерен превышала исходный сорт. В 1957 г. урожайность этой семьи оказалась ниже исходного, а вес 1000 зерен — равным исходному сорту.

Альборубрум 9. Семья № 3/III (отобрана из варианта III) имеет крупные хорошо озерненные колосья (среднее число зерен в главном колосе — 53,9), крупное зерно, превышает по урожайности исходный сорт и стандарт.

ВЫВОДЫ

1. Применение отрицательных температур до -6° во второй половине стадии яровизации не оказало заметного яровизирующего действия на сорта озимой пшеницы — Карело-Финскую местную безостую и Боровичскую.

2. У сорта Ленинградка и ППГ-599 применение отрицательных температур в конце стадии яровизации влияет в какой-то степени на уже прошедший процесс яровизации, затормаживая его проявление, что выражается в снижении процента выколосившихся растений по сравнению с небольшой недояровизацией (45 дн. 0°).

3. При наблюдении за растениями, которые вторично на стадии яровизации подвергались воздействию отрицательных температур, выявлено, что растения, подвергнутые в предыдущем поколении воздействию отрицательных температур, не стали лучше воспринимать эти температуры в последующем поколении, если предварительная яровизация при оптимальных температурах давалась всего 2—3 дня.

Если предварительная яровизация проводилась при температуре 0° , то у сорта Ленинградка растения, яровизирующиеся вторично с применением отрицательных температур, дали более высокий процент выколашивания, чем растения, яровизирующиеся в первый раз. Но поскольку у второго сорта ППГ-599 это не наблюдалось, то на основании единичного случая сделать вывод о лучшем восприятии отрицательных температур при вторичной яровизации не было возможности.

4. Наблюдаемое явление, когда растения при дояровизации отрицательными температурами воспринимают их с большим трудом и иногда происходит как бы снятие части уже пройденного процесса, говорит о том, что в таких случаях происходит не только яровизация, но и наследственное изменение физиологических свойств растений.

5. Наличие таких изменений позволило отобрать среди подопытных растений, подвергавшихся воздействию отрицательных температур на стадии яровизации, несколько семей, отличающихся повышенной зимостойкостью и продуктивностью по сравнению с их исходными сортами и стандартом.

Институт биологии
Карельского филиала
АН СССР

Поступила в редакцию
20/II 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян А. А. Наследование приобретаемых организмами свойств. Агробиология, № 6, 1948.
2. Даньшин Т. Е. Изменение пшеницы под влиянием условий прохождения стадии яровизации. Агробиология, № 6, 1953.
3. Зарубайло Т. Я., Кислюк М. М. Изменчивость озимой пшеницы в результате прохождения стадии яровизации в условиях, отклоняющихся от нормы. Селекция и семеноводство, № 10, 1948.
4. Зарубайло Т. Я., Кислюк М. М. Яровизация при отрицательных температурах как метод воспитания зимостойкости. Селекция и семеноводство, № 8, 1951.

5. Кульчицкая З. А. О роли отрицательных температур в развитии растений, ДАН, VII, № 5, 1945.

6. Литвинов Л. С. О некоторых путях повышения морозостойкости растений. В кн.: «Тезисы докладов совещаний по физиологии растений 28/I—3/II 1940 г.» М.—Л., 1940.

7. Лысенко Т. Д. Переделка природы растений. С.-х. ГИЗ, 1937.

8. Недешева Г. Н. Влияние отрицательных температур на стадии яровизации на наследственность растений. Тр. Ин-та генетики АН СССР, № 19, 1952.

9. Панченко Н. П. Зимостойкость и переделка сортов озимой пшеницы. Вестник социалистического растениеводства, № 1, 1940.

10. Поруцкий Г. В. О яровизационной активности низких температур. ДАН, LXVII, № 3, 1949.

11. Разумов В. И., Олейникова Т. В., Феофанова Н. Т. Яровизация озимых злаков при отрицательных температурах. ДАН, т. 60, 1948.

12. Семкина П. Ф. Повышение зимостойкости растений озимой пшеницы методами направленного воспитания. Земледелие, № 12, 1954.

13. Шиманский Н. К. Повышение морозостойкости озимых пшениц. Селекция и семеноводство, № 6, 1947.

В. А. ЗАЙКОВА

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ КАРЕЛИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПОДСЕВА СЕМЯН ТРАВ

Намеченная XX съездом КПСС программа дальнейшего развития производительных сил страны предусматривает крутой подъем сельскохозяйственного производства.

Укрепление и дальнейшее развитие ведущей отрасли сельского хозяйства Карельской АССР — животноводства полностью зависит от создания прочной кормовой базы.

До настоящего времени основным источником сена и пастбищного корма в республике являются естественные кормовые угодья. Но вследствие низкой хозяйственной производительности (8—9 ц/га) они не в состоянии удовлетворить потребности развивающегося животноводства.

Значительный удельный вес в республике имеют болота и заболоченные луга. Поэтому решение кормовой проблемы должно идти по пути коренной мелиорации последних и создания на их месте травостоев долговечных сеяных сенокосов и пастбищ. Однако на некоторой части луговой площади при высоком уровне стояния грунтовых вод и завалуненности почвы это не всегда может быть осуществлено. Кроме того окультуривание торфяно-болотных почв очень трудоемкий и длительный путь. Поэтому одновременно с постепенным освоением заболоченных земель необходимо проводить работу по рациональному использованию и улучшению наиболее дренированных луговых участков и лесных расчисток.

Комплекс мероприятий по поверхностному улучшению лугов (без нарушения дернины) для лесной зоны разработан довольно подробно, но в большинстве случаев без указания конкретных фитоценозов и с учетом, главным образом, агротехнического эффекта. Отдельные приемы такого улучшения, разработанные для ряда областей страны, необходимо проверить в специфических условиях Карелии. Одновременно надо более углубленно разрешить вопросы, связанные с изменением ценоза в результате воздействия на среду обитания.

Настоящая работа является попыткой выявить изменения, происходящие в видовом составе, структуре и урожайности некоторых фитоценозов суходольных лугов Карелии, под влиянием минеральных удобрений и подсева семян трав, ценных в кормовом отношении.

Для опытов были выбраны участки наиболее широко распростра-

ненных ассоциаций суходольных лугов южной Карелии: 1) разнотравно-обыкновенно-полевицовой; 2) клеверно-разнотравно-смешаннозлаковой (лугоовсянничной); 3) лютиково-мелкоосоково-мелкозлаковой. Для краткости в дальнейшем будем их называть по преобладанию видов или групп растений: обыкновенно-полевицовой, клеверно-лугоовсянничной и мелкоосоково-мелкозлаковой.

Все участки расположены в плакорных условиях на коренном берегу реки Суны. По происхождению — это залежи различного возраста. Почвы — дерново-подзолистые суглинистые (только на участке мелкоосоково-мелкозлаковой ассоциации наблюдается слабая оглеенность, а на участке обыкновенно-полевицовой — суглинки более легкие).

Самой молодой залежью (6 лет) является участок обыкновенно-полевицовой ассоциации. Травяной покров ее — редкий, невысокий, в среднем 40—45 см. Покров почвы 60—70%. В травостое доминирует полевица обыкновенная (сор₂). Бобовые отсутствуют. Задернение слабое, травостой несомкнутый, замоховелость небольшая (30—40% покрытия).

Участок клеверно-лугоовсянничной ассоциации (залежь 15—20 лет) имеет довольно густой травостой, в среднем до 50—70 см в высоту, сомкнутый, с заметно выраженной ярусностью. Покров почвы 70—80%. В травостое преобладают следующие виды: овсяница луговая (сор₁), щучка дернистая, душистый колосок, полевица обыкновенная, клевер красный, лютик едкий (сп₃). Задернение плотное, замоховелость незначительная (20—50%). Присутствие в травостое некоторых ценных в кормовом отношении растений объясняется тем, что данный участок удобрялся и подсеялся до наших опытов в 1949 г.

Участок мелкоосоково-мелкозлаковой ассоциации является 20—22-летней залежью с редким и низким (30—40 см в высоту) травостоем и слабо выраженной ярусностью. Покров почвы 70%. Доминируют следующие виды растений: осока бледноватая (сор₁), щучка дернистая, полевица обыкновенная (сп₃), осока заячья, душистый колосок, лютик едкий (сп₂). В небольшом количестве присутствуют бобовые. Луг представляет собой временно избыточно увлажняемый суходол, сильно замоховелый (70—90%). Задерненность почвы ослаблена сплошным моховым покровом.

Опыты и наблюдения проводились по общепринятой методике стационарных исследований (1, 2). Изменения в растительности изучались в течение двух вегетационных сезонов (с 25 мая по 30 сентября 1955—1956 гг.), при двух типах срезания травостоя — сенокосном и пастбищном. При сенокосном типе травостой срезался один раз в период цветения доминирующих видов (за исключением участка лугоовсянничной ассоциации, где срезалась и отава), при пастбищном — дважды, по мере отрастания травостоя до 15—20 см.

В качестве улучшения на фоне известки были внесены минеральные удобрения с подсевом семян трав и с предварительным боронованием. Известка вносилась весной (25—30 мая 1955 г.) из расчета 4 и 6 т/га. Суперфосфат и хлористый калий были внесены весной (25—30 мая 1955 г.) и осенью (20—25 сентября того же года) по 3 ц/га, т. е. по нормам, необходимым для создания оптимальных условий для роста и развития луговых растений (3). Сульфатаммоний вносился ежегодно из того же расчета, но дробно: одна половина дозы — весной, вторая — после первого укоса. Семена ценных кормовых трав (клевер красный, клевер гибридный, овсяница луговая, тимopheевка луговая, ежа сборная,

костер безостый, лисохвост луговой, мятлик болотный) подсеивались в виде смеси весной 1955 г. из расчета 30 кг/га. Всхожесть подсеивавшихся семян равнялась 75—96%.

На каждом участке было выделено два варианта опыта площадью от 18 до 48 м² (удобрение, удобрение+подсев) и к ним контроль на такой же площади. Детальные наблюдения за изменением высоты и обилия отдельных видов растений велись на каждом варианте на точно зафиксированных площадках, равных 1 м². На этих же квадратах, на 200 см², подсчитывалось количество побегов. Учет урожая проводился в трехкратной повторности на площади в 1 м². В настоящей статье результаты исследований приводятся по данным второго опытного года с учетом показателей первого.

Для более глубокого понимания изменений, происходящих в растительном покрове под влиянием удобрений, проанализированы изменения свойств почвы.

После внесения удобрений и извести уже на второй год заметно улучшились агрохимические свойства почвы. Наиболее резкие изменения произошли в двух верхних горизонтах: дерновом (0—2 см) и гумусовом (2—12 см). Кислотность почв в дерновом горизонте уменьшилась на 1,15—1,8 (без удобр. рН—4,65—5; удобр. рН—6,2—6,8). Содержание гумуса в этом же горизонте увеличилось на 0,41—1,24, достигнув 2,43—6,42%. Понижение кислотности наблюдалось до глубины 50 см, увеличение гумуса — до 12 см. Содержание подвижных форм фосфора и калия увеличилось также в основном до глубины 12 см.

В результате улучшения агрохимических свойств почвы произошли следующие изменения в травяном покрове.

Участок обыкновенно-полевицевой ассоциации

В варианте с удобрением, но без подсева появились (правда, пока в незначительном количестве) ценные в кормовом отношении виды злаков, отсутствующие на контроле. Это тимopheевка луговая, овсяница красная, пырей ползучий. Редкий, несколько мозаичного сложения травостой сменился густым, с диффузным распределением растений. Доминант фитоценоза полевица обыкновенная и содоминант душистый колосок, достигнув высоты 75 см, стали приближаться к ярусу верховых злаков. Некоторые виды разнотравья (тысячелистник обыкновенный и черноголовка обыкновенная), находившиеся на контроле на положении приповерхностных растений, на удобренных делянках достигли высоты растений третьей величины (20—30 см). Количество побегов на единицу площади (табл. 1) увеличилось более чем в 2 раза (контр.—118, удобр.—289).

Таблица 1

Количество побегов на различных участках ассоциаций и вариантах опыта (в единицах на 200 см²)

Название участков ассоциаций	Контроль	NPK+Ca	NPK+Ca+подсев
Обыкновенно-полевицевая	118	289	180
Клеверно-лугоовсяничная	202	236	236
Мелкоосоково-мелкозлаковая	146	164	220

Анализ участия отдельных видов в сложении травостоя этого варианта показал различную реакцию растений на удобрение. Рыхлодерновинный злак полевица обыкновенная увеличил весовое обилие почти в 2 раза (контр. 46,5%, удобр. 80,3%)¹. Следующие виды растений уменьшили весовое обилие более чем в 10 раз.

	Контр. %	Удобр. %
Душистый колосок	27,1	2,7
Тысячелистник обыкновенный	6,9	0,1
Иван-чай узколистный	8,5	0,2

Совершенно исчезли из травостоя побеги вереска обыкновенного. Уменьшение и исчезновение указанных видов, очевидно, объясняется их меньшей конкурентной способностью по сравнению с полевицей обыкновенной.

В травостое удобренного варианта участие группы злаков увеличилось на 8,5%. Соответственно уменьшилось содержание разнотравья.

Урожай ценоза при скашивании по сенокосному типу повысился в 1955 г. на 100% (с 10,97 ц/га до 21,95 ц/га), в 1956 — на 195% (с 9,95 ц/га до 29,2 ц/га). Общий урожай от двух скашиваний по пастбищному типу повысился в 1955 г. на 240% (с 8,67 ц/га до 29,34 ц/га), а в 1956 (табл. 2) — только на 120% (с 9,48 ц/га до 21,0 ц/га).

Таким образом, вследствие улучшения режима питания и аэрации почвы несколько улучшился ботанический состав, увеличились высота, густота и урожайность травостоя. Двукратное срезание травостоя по пастбищному типу уже на следующий год заметно снизило эффективность удобрений.

В варианте с удобрением и подсевом на участке, который раньше не содержал бобовых, произошли следующие изменения. Весовое содержание подсеянных клеверов на второй год опыта равнялось 20,3% (1 укос по сенокосному типу). При пастбищном срезе оно составило 51,9% при первом скашивании и 62,7% — при втором. Большая освещаемость поверхности при двукратном срезании травостоя по пастбищному типу способствовала лучшему развитию клеверов. Из подсеянных видов злаков отмечено появление в травостое не встречающихся раньше тимopheевки луговой, овсяницы луговой и ежи сборной (в десятых долях % по весу).

Число побегов в варианте с подсевом было значительно меньше (180), чем на удобренном варианте без подсева (289). Это объясняется развитием крупных кустов клеверов с небольшим количеством побегов на одну особь, которые частично вытеснили побеги полевицы. Внедрение подсеянных клеверов в основном произошло за счет уменьшения в травостое полевицы обыкновенной.

Урожай сена в том и другом варианте (табл. 2) при однократном сенокосном скашивании был почти одинаковым, а при двукратном пастбищном в 1956 г. — в варианте с подсевом выше на 61% (уд. 21,0 ц/га, уд. с подс. — 33,79 ц/га).

¹ Здесь и в дальнейшем весовое обилие отдельных видов и групп растений дано в % от общей массы урожая.

Таблица 2

Изменения урожайности различных фитоценозов под влиянием минеральных удобрений и подсева семян трав

		Сенокосный тип срезания						Пастбищный тип срезания ¹					
		1955			1956			1955			1956		
		контр.	NPK+Ca	увелич. по срав- нен. с контр.	NPK+Ca+подсев	увелич. по срав- нен. с NPK+Ca	контр.	NPK+Ca	увелич. по срав- нен. с контр.	NPK+Ca+подсев	увелич. по срав- нен. с NPK+Ca	контр.	NPK+Ca
ц/га	10,97	21,95	10,98	19,68	—	—	9,95	29,2	19,25	30,87	1,67	8,67	29,34
%	100	200	100	—	—	5	100	295	195	—	—	100	340
корм. ед.	484	1144	—	1040	—	1612	440	1508	—	1612	—	396	1508
Участок обыкновенно-полевцевой ассоциации													
ц/га	34,69	42,31	7,62	34,54	—	—	18,14	31,04	12,9	35,24	4,2	28,9	27,86
%	100	120	20	—	—	14	100	170	70	—	—	100	97
корм. ед.	1540	2184	—	1820	—	1820	792	1612	—	1820	—	1276	1456
Участок клеверно-лугоовсянной ассоциации ²													
ц/га	16,8	25,34	8,54	24,15	—	—	11,94	20,65	8,51	26,65	6,0	17,04	22,0
%	100	150	50	—	—	29	100	171	71	—	—	100	129
корм. ед.	748	1300	—	1248	—	1404	526	1092	—	1404	—	748	1144
Участок мелкоосоково-мелкозлаковой ассоциации													
ц/га	16,8	25,34	8,54	24,15	—	—	11,94	20,65	8,51	26,65	6,0	17,04	22,0
%	100	150	50	—	—	29	100	171	71	—	—	100	129
корм. ед.	748	1300	—	1248	—	1404	526	1092	—	1404	—	748	1144

¹ В таблице указан общий урожай от двух скашиваний.

² В указанной ассоциации при сенокосном типе, кроме основного укоса, учитывался урожай отава.

Развитию и внедрению подсеянных клеверов способствовали разреженность травостоя участка полевицевой ассоциации, слабое задернение и незначительная замоховелость почвы, а также хорошее усвоение растениями удобрений на легких почвах. Подсев злаков в нашем краткосрочном опыте практически результатов не дал, хотя единичные всходы их появились.

Участок клеверно-лугоовсянной ассоциации

Травостой варианта с удобрением по сравнению с контролем отличался большим обилием злаков, диффузным распределением растений и более четко выраженным ярусом верховых злаков. Внесение удобрений существенно изменило рост в высоту овсяницы луговой и тимopheевки луговой. Находясь на контроле в угнетенном состоянии и приближаясь по высоте ко второму ярусу, в варианте с удобрением эти растения образовали ясно выраженный первый ярус до 100 см высоты.

В связи со значительной первоначальной плотностью травостоя изучаемого участка общее количество побегов при удобрении увеличилось не на много: контр. 202, удобр. 236 (табл. 1). Увеличение растительной массы здесь шло в основном за счет облиствленности и высоты растений.

Отдельные компоненты ценоза по-разному реагировали на внесение удобрений. Особенно отзывчивыми оказались рыхлодерновинные (тимopheевка луговая и полевица обыкновенная) и корневищные злаки (мятлик луговой). Весовое обилие их увеличивалось от 2,5 до 8 раз. Влагодлюбивая овсяница луговая в условиях недостаточной влажности первой половины вегетационного сезона 1956 г. реагировала на внесение удобрений слабее, чем указанные выше злаки, ее содержание повысилось только в 1,5 раза. Участие в травостое душистого колоска и овсяницы красной почти не изменилось. Содержание клевера красного уменьшилось в 9 раз, а лютика едкого и осоки бледноватой — в 3 раза. Последние оказались менее конкурентноспособными в условиях увеличившегося затенения нижних ярусов.

В травостое заметно увеличилось участие группы злаков (на 20—50%) и уменьшилось участие групп бобовых, осоковых и разнотравья.

Урожай надземной массы травостоя при сенокосном типе срезания увеличился в 1955 г. только на 20%, а в 1956 — на 70%, а при пастбищном только в 1956 г. — на 60%. Общий урожай от двух укосов по сенокосному типу в 1956 г. (31,04 ц/га) был значительно выше урожая двух укосов пастбищного типа срезания (24,35 ц/га), т. е. верховые злаки реагировали отрицательно на ранний срок срезания (табл. 2).

Эколого-биологический анализ, проведенный по массе отдельных компонентов, показал увеличение рыхлодерновинных растений авто-трофного типа питания за счет уменьшения длинностержневых бобовых. Это связано с обогащением питательными веществами, главным образом, азотом верхних горизонтов почвы, где преимущественно расположены корневые системы злаков.

В травостое варианта с удобрением и подсевом на участке клеверно-лугоовсянной ассоциации, несмотря на хорошее развитие имеющихся ценных кормовых злаков, появился отсутствующий на контроле подсеянный клевер гибридный. При сенокосном типе срезания в первом укосе он составил 5%, во втором — 11,5%, при первом пастбищном скашивании — 4,5%, при втором — 5,7%. Увеличение (на 3—12%) клевера красного, который содержался в травостое до подсева, произошло за счет подсева и развития зачатков, находившихся в почве

до него. Подсеянные виды злаков, не содержащиеся в травостое раньше, не были обнаружены.

Групповой анализ травостоя показал уменьшение обилия злаков (на 2—26%) и разнотравья (на 1—5%) за счет увеличения массы бобовых (на 8—25%), которые имелись в травостое до подсева, а также появились после него.

Урожай надземной массы травостоя этого варианта опыта был выше урожая варианта с удобрением, но без подсева семян только в 1956 г. на 5—14% (табл. 2). В нем увеличилась масса растений мезофитов на 11,8% за счет уменьшения психро-(душистый колосок) оксило-мезофитов (лютик едкий).

Приведенные данные по участку лугоовсяничной ассоциации позволяют сделать вывод о том, что на лугах с хорошим задернением и ценными кормовыми растениями, удобрения способствуют лучшему развитию последних, повышают урожай и качество травостоя. Подсев семян злаков и даже клеверов (на 2-й год) опыта недостаточно эффективен.

Участок мелкоосоково-мелкозлаковой ассоциации

Травостой варианта с удобрением отличался от контроля преобладанием злаковой основы, большей сомкнутостью надземных побегов и начинающимся формированием яруса верховых злаков. В большей степени, чем у других растений, увеличился рост в высоту у овсяницы луговой, тимopheевки луговой и мятлика лугового (на 10—20 см). Число побегов увеличилось незначительно (табл. 1). Внесение удобрений стимулировало, главным образом, рост в высоту, облиствление побегов и их плодоношение.

Степень участия отдельных видов в травостое изменилась следующим образом. Большинство злаков увеличили обилие и урожайность (овсяница луговая и душистый колосок в 5, тимopheевка луговая в 2, мятлик луговой и щучка дернистая в 1,5 раза). Бобовые — клевер красный и чина луговая, наоборот, уменьшили обилие и урожайность более чем в 10 раз. Из разнотравья в два раза уменьшилось содержание лютика едкого.

Как и в двух предыдущих фитоценозах на внесение удобрений наиболее заметно реагировали ценные в кормовом отношении рыхлокустовые и длиннокорневищные злаки. Увеличение душистого колоска и щучки дернистой, по-видимому, связано с некоторой неоднородностью травостоя и большим обилием их до внесения удобрений. Уменьшение клевера красного, чины луговой и лютика едкого, очевидно, объясняется недостатком света под густым пологом хорошо развившихся злаков.

Соотношение в травостое разных групп растений изменилось в сторону увеличения злаков (на 30—40%) и уменьшения бобовых (15—25%) и разнотравья (17—25%).

Увеличение урожая за счет удобрений при сенокосном типе срезания равнялось в 1955 г. 50%, а в 1956 — 71%, при пастбищном — соответственно 29% и 42% (табл. 2).

В травостое удобренного варианта с подсевом наблюдались незначительные изменения. Из растений, входящих в состав подсеянной травосмеси, но отсутствовавших в естественном травостое, появился только клевер гибридный в количестве 0,6—0,9%. Урожай надземной массы в опыте с подсевом был только в 1956 г. на 17—29% больше, чем без подсева (табл. 2).

Анализ изменений, которые произошли с растительностью в опыте с удобрением, показал, что даже на слабооглеенной суглинистой почве сильно замоховелого луга поверхностное удобрение дает положительный эффект. Внесение удобрений сравнительно быстро стимулирует развитие даже сильно угнетенных зачатков ценных кормовых трав, улучшая качество травостоя и повышая его урожай.

Подсев как злаков, так и клеверов на участке мелкоосоково-мелкозлаковой ассоциации почти не имел положительного значения, так как сильное замоховение и плотные почвы препятствовали прорастанию семян и развитию этих растений.

Таким образом, внесение минеральных удобрений вызвало в рассматриваемых фитоценозах следующие изменения.

1. На слабозадерненных с незначительной замоховелостью молодых луговых участках (полевичник) внесение удобрений способствовало увеличению в 2—2,5 раза побегообразовательной способности растений. На задерненных и замоховелых участках со сложившимся травостоем увеличение надземной массы шло главным образом за счет роста в высоту и облиствления отдельных особей. Следовательно, на изучаемых лугах, достаточно обеспеченных влагой, конкуренция идет в основном из-за питательных веществ.

2. Как известно из литературы (4), а также выявилось и в наших исследованиях, растения, произрастающие в ценозах, по-разному реагируют на удобрения. Это зависит как от характера физической среды, так и от экологических, биологических и фитоценологических особенностей растений.

Состав эколого-биологических групп растений фитоценозов в наших опытах изменился в следующем направлении. В травостое увеличилось содержание (по весу) рыхлодерновинных растений (на 5—40%) за счет уменьшения плотнокустовых (на 16%), длинностержневых (на 18—35%) и кистекорневых (на 8%). Микотрофы частично (на 17—30%) уступили место автотрофным растениям. Усилилась мезофитизация травостоя (на 8—25%), уменьшилось количество растений, плохо поедаемых животными (на 8%), и совсем исчезли непоедаемые.

3. Соотношение агроботанических групп травостоя изменилось в сторону увеличения злаков (на 8,5—50%) и уменьшения бобовых, осоковых и разнотравья.

4. Урожайность фитоценозов повысилась при сенокосном типе срезания на 70—195%, при пастбищном — на 42—120%.

5. Меньшая прибавка урожая при двукратном срезании (пастбищный тип) по сравнению с одноукосным использованием травостоя (сенокосный тип) указывает на то, что двукратное срезание сильно подавляет рост и развитие растений, снижая этим положительное влияние удобрений.

Опыты с подсевом семян на фоне удобрения и извести показали следующее.

1. Развившиеся из семян клевера (клевер красный и клевер гибридный) в наибольшем количестве (до 62,7%) появились на менее задернованном и замоховелом участке обыкновенно-полевичевой ассоциации.

2. Результаты подсева злаков на второй год опыта оказались практически незначительными. Так, овсяница луговая, тимopheевка луговая, ежа сборная появились лишь в десятых долях % по весу. Лисохвост луговой, мятлик болотный и костер безостый не были обнаружены в травостое, хотя их семена подсеивались.

3. Урожайность травостоев удобренных участков с подсевом семян трав в различных фитоценозах была выше удобренных без подсева на 5—78%.

На основании изменений, происшедших в составе, структуре и урожайности участка обыкновенно-полевиковой ассоциации можно сказать, что под влиянием удобрений и подсева семян клеверов существенно меняется состояние ценоза.

В итоге следует отметить, что меры поверхностного улучшения (боронование, известкование, удобрение и подсев), примененные на исследованных типах суходольных лугов Карелии, уже в течение 1—2 лет дали положительный агротехнический эффект. Однако, чтобы сохранить полученные результаты в дальнейшем, необходимо систематическое повторение отдельных приемов такого улучшения.

Ниже мы помещаем простейший экономический расчет, иллюстрирующий эффект от внесения извести, удобрений и подсева семян трав на участке обыкновенно-полевиковой ассоциации. При этом необходимо учесть, что последствие извести длится 6—10 лет, а минеральных удобрений и подсева семян трав — 3—4 года.

Единовременные затраты на улучшение луга в первый опытный год составили — 414 руб. на гектар (удобрения — 174 руб., известь — 120 руб., боронование и внесение удобрений и извести — 120 руб.). Следовательно, если распределить эту сумму на четыре года, то затраты на один год будут равны примерно 100 руб. Во второй год затраты составили 294 руб. на гектар (174 руб. удобрения и 120 руб. боронование и внесение удобрений). Соответственно, учитывая их действие в течение четырех лет, затраты на один год составят около 75 руб. Прибавка урожая в первый год равнялась 10 ц/га. Если взять среднюю себестоимость 1 центнера сена в 1957 г. по совхозам республики, равную 25 руб., то сумма прибавки с га составит 250 руб. (25×10); вычтя из этой суммы затраты на один год, получим прибыль с 1 га, равную 150 руб. ($250 - 100$). На второй год в связи с увеличением прибавки (19 ц/га) прибыль будет равна 300 руб. с одного гектара ($19 \times 25 = 475$; $475 - (100 + 75) = 300$).

При подсеве трав, при стоимости семян около 80 руб. ($310 : 4$) на один год, прибыль на второй год подсева равнялась 270 руб. на гектар ($25 \times 21 = 525$; $525 - (100 + 75 + 80) = 270$). На третий и четвертый годы после внесения удобрений и подсева семян трав прибавка урожая будет несколько меньше, а в связи с этим уменьшится и прибыль.

Институт леса Карельского
филиала АН СССР

Поступила в редакцию
24/II 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Краткое руководство для геоботанических исследований. АН СССР, 1952.
2. Ларин И. В. Опытные работы на сенокосах и пастбищах. М.—Л., 1935.
3. Ларин И. В., Матвеева Е. П., Сырокомская И. В. Динамика развития луговой растительности Калининградской области. Тр. БИНа, геоботаника, вып. 10, 1956.
4. Работнов Т. А. О влиянии минеральных удобрений на растительность субальпийских лугов. Бот. журн. т. XXXIII, № 5, 1948.
5. Шенников А. П. Луговедение, ЛГУ, 1941.
6. Шенников А. П. Основные установки при организации стационарных геоботанических исследований. Докл. на совещ. по стационар. геоб. иссл. 22—25 дек. 1951 г. АН СССР, М.—Л., 1954.

В. А. БУХМАН

К ВОПРОСУ ПРЕВРАЩЕНИЯ ФОРМ АЗОТА В ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ КАРЕЛИИ

Проблема создания прочной кормовой базы для животноводства в Карелии может быть успешно решена при широком вовлечении в культуру больших площадей торфяно-болотных почв. Эти почвы обладают более высоким потенциальным плодородием по сравнению с минеральными малогумусными подзолистыми почвами республики.

По валовому содержанию азота торфяные почвы низинных болот стоят близко к черноземным (1, 2), а в некоторых случаях даже превосходят их (5). Но несмотря на это, после осушения и освоения низинных болот запасы азота остаются мало доступными для возделываемых культурных растений. Это объясняется тем, что окультуривание и повышение плодородия торфяно-болотных почв ведется без достаточного знания закономерностей и специфики превращения форм азота в условиях Севера.

Сказанное выше подчеркивает неотложность изучения сезонной динамики форм азота в целинных почвах в различные по метеорологическим условиям годы, а также изменения этой динамики на освоенных торфяных почвах под влиянием некоторых агротехнических приемов. Такие исследования должны обеспечить научное обоснование разработки и внедрения эффективных мероприятий, которые способствовали бы мобилизации запасов азота почвы.

Данных систематического изучения динамики форм азота в торфяных почвах Карелии в литературе не обнаружено. Настоящая статья — результат экспериментальных исследований, проведенных автором.

Наши исследования динамики форм азота проведены на торфяных почвах низинного болота (д. Вилга, одно из отделений совхоза им. Зайцева).

Исследованный массив подстилается озерно-ледниковыми илами и глинами, являющимися водоупорами. Он питается хорошо минерализованными грунтовыми водами напорного и ненапорного характера, вследствие чего преобладающая часть массива находится на евтрофной стадии развития.

Верхние слои состоят из травяно-осоковых и осоковых торфов со степенью разложения порядка 25—30%. Данные их химического анализа (табл. 1) показывают, что эти низинные, железистые болота богаты щелочно-земельными основаниями и фосфором и чрезвычайно бедны

калием, слабо кислые, насыщенные основаниями (свыше 75%), подстилаемые мощными древесными и древесно-осоковыми торфами.

Таблица 1

Характеристика химических свойств почвы опытного участка „Вилга“

Глубина выемки образца	Золь- ность (%)	В % на абсолютно сухую почву										
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	N	C	C:N	pH
0—10	47,54	3,64	—	37,74	4,41	0,40	0,03	1,75	1,78	31,07	17,4	4,58
20—50	9,09	0,78	0,10	5,62	2,45	0,31	0,02	0,49	3,67	68,2	18,6	5,28
50—80	7,62	0,82	0,08	4,94	2,18	0,29	0,03	0,56	3,51	62,8	17,9	—

Исследования проводились на осушенном целинном и осваиваемом участках закрытым дренажем (норма осушения 25 и 40 м).

Стационарные исследования динамики форм азота в торфяной почве переходного болота осуществлялись на болотном массиве «Угольное», расположенном в мелкой депрессии водораздела р. Лососинки и Онежского озера. Здесь торф древесно-пушицевый и сфагново-пушицевый мезотрофного типа. Степень разложения 18—20%. Подстилающая порода — завалуненная пылевато-песчаная морена. Осушение проведено открытыми канавами (40 м между осушителями).

По своим химическим свойствам почва переходного болота характеризуется высокой кислотностью, малой насыщенностью основаниями, низкочольна и бедна содержанием фосфора и калия (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика химических свойств торфяной почвы переходного болота

Глубина выемки образца	Зольность (%)	В % на абсолютно сухое вещество торфа pH											v
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	N	C	C:N	KCl вы- тяжки	
0—25	4,80	2,40	0,76	0,54	0,43	0,09	0,05	0,17	1,22	46,7	24,3	3,32	22,24
30—40	4,07	1,92	0,64	0,56	0,46	0,10	0,14	2,08	1,59	22,9	22,08	3,49	25,04
55—65	4,22	1,96	0,58	0,49	0,57	0,09	0,05	0,15	1,89	44,8	22,7	3,86	26,1

Изучение динамики форм азота проводилось на целинной и освоенной части под многолетними травами и на паровых площадках. На целинной и освоенной части вариантами являлись контроль без удобрений, NPK и PK+навоз на известкованном фоне. В свежееотобранных образцах¹ определялись азот аммиачный, нитратный и гидролизующий на холоде в 0,5 NH₂SO₄, а в сухих (весеннего, летнего и осеннего от-

¹ Определение легкогидролизуемого азота в свежееотобранных образцах обусловлено изменением показателей его содержания после высушивания почвы.

бора) — общий азот. Отбор проб на анализ проводился в течение двух лет (1956 г. и 1957 г.).

Метеорологические условия этих лет были различными. Так, в 1956 г. май был холодным и влажным, начало летнего сезона (июнь, первая декада июля) — сухим и теплым. Вторая половина лета и начало осени были влажными и прохладными.

В 1957 г. отмечалось быстрое нарастание тепла до середины третьей декады мая, а в конце месяца резко похолодало. Холодная и влажная погода сохранялась до начала июля. Среднесуточная температура этого периода была ниже нормы на 3—5°. Со второй декады июля до начала сентября было жарко и сухо. В сентябре отмечена несколько повышенная среднесуточная температура и обилие осадков (около двух месячных норм).

Нитратный азот. Исследования целинных и бывших в культуре торфяно-болотных почв Карелии показали, что у преобладающей их части процесс нитрификации и нитраты в них не обнаруживаются. Микробиологические исследования таких почв показали полное отсутствие или ничтожное содержание нитрифицирующих бактерий. Это обусловлено неблагоприятными гидротермическими условиями Севера, повышенной кислотностью и недостатком элементов минерального питания в этих почвах. Исключением явились торфяно-перегонные, хорошо окультуренные участки низинного болота поймы р. Лососинки и приусадебные участки совхоза им. Зайцева. На этих участках процесс нитрификации имел место в течение июля и августа в теплом и сухом 1954 г.

Из сказанного следует, что здесь процессы минерализации сложных азотсодержащих органических соединений протекают, в основном, до стадии аммонификации.

Аммиачная форма азота. Как видно из табл. 3, накопление аммиачного азота и процессы аммонификации протекают неодинаково в различные по метеорологическим условиям годы и периоды. При этом отмечены некоторые закономерности. Например, в летний период при улучшении водно-воздушных условий и повышении температуры верхних горизонтов торфяных почв содержание в них аммиачного азота снижается. Это происходит вследствие повышения жизнедеятельности растений и микрофлоры и биологического поглощения ими азота. В периоды с пониженными температурными условиями содержание аммиачного азота увеличивается. Такую закономерность подтвердили исследования сезонной динамики микрофлоры, проведенные В. М. Данилевич. Они показали, что в этих почвах наибольшие общие количества микроорганизмов совпадают с наименьшим содержанием минерального азота.

Таким образом, можно считать, что значительная часть аммиачного азота поглощается микрофлорой.

Из этого также следует, что в периоды с более благоприятными водно-воздушными и термическими условиями процессы синтеза преобладают над процессами минерализации сложных органических соединений почвы, содержащих азот. В периоды с неблагоприятными термическими условиями процессы синтеза заторможены, а минерализация продолжается, хотя и пониженными темпами. Доказательством является наблюдаемое в течение ряда лет, даже на паровых участках, закономерное увеличение количества аммиачного азота ранней весной по сравнению с поздней осенью.

Динамика эмкичного азота в почвах низинного и переходного болот (в кг на 100 г абсолютно сухого торфа)

Наименование угодий и вариант опыта	1955 г.							1957 г.						
	24.V	25.VI	20.VII	21.VIII	17.IX	22.X	11.V	10.VI	10.VII	12.VIII	12.IX	15.X	Глубина (см)	
Б. Выг.	0-30	500	нет	60	249	128	слезы	155	60	117	140	617		656
	31-35	424	нет	79	370	210	.	3455	916	120	208	926	51	
	36-39	390	нет	425	885	245	.	332	239	361	260	слезы	3456	
	0-30	154	слезы	406	277	140	нет	174	1145	1032	756	нет	44	
	31-30	645	.	829	221	78	22	1235	848	119	67	650	530	
Осопение участок	31-30	924	нет	330	517	120	слезы	1357	186	137	134	650	792	
	0-30	492	нет	596	174	93	305	181	112	81	62	нет	673	
	31-30	1174	слезы	304	220	слезы	нет	215	97	926	67	слезы	1238	
Б. Угосение	0-35	157	275	230	145	слезы	нет	нет	1413	2155	слезы	796	1311	
	36-39	—	—	1275	152	слезы	нет	нет	3541	2478	слезы	183	1437	
	40-43	—	425	1263	136	слезы	нет	нет	5813	3030	слезы	4494	3208	
	0-35	2575	—	—	92	слезы	нет	нет	1721	3850	слезы	796	1312	
	36-39	1347	3629	672	95	слезы	нет	нет	2147	845	слезы	слезы	851	999
Контроль без угосения	40-43	—	2929	—	37	нет	нет	нет	2285	1251	слезы	слезы	5753	2066
	0-35	2483	1232	793	612	нет	нет	нет	1593	1119	слезы	634	1176	653
	36-45	—	3256	650	193	нет	нет	нет	1677	1479	слезы	слезы	1638	2224
	0-35	1331	—	731	75	нет	нет	нет	1450	1414	930	936	1606	713

Для того, чтобы усилить этот процесс, весьма важно выяснить, каким группам микроорганизмов он обязан в периоды низких температур. Это необходимо для обеспечения возделываемых растений азотом весной, в первый период их роста.

Несколько иначе выглядит кривая содержания аммиака в нижележащих горизонтах почвы. Здесь происходит вымывание аммиака из вышележащих горизонтов почвы, а вынос его корнями растений исключен. Поэтому часто отмечается обратная закономерность: в периоды наименьшего содержания аммиачного азота в верхних горизонтах отмечается относительное увеличение его в нижележащих горизонтах.

Легкогидролизуемый азот — азот, переходящий в раствор при гидролизе 0,5 NH_4SO_4 . Он может рассматриваться как непосредственный источник образования минеральных форм азота в течение ближайшего отрезка времени (4). Следовательно, по его количеству мы можем судить о величине эффективного плодородия данной почвы и ее обеспеченности усвояемыми формами азота.

Данные двухлетних исследований сезонной динамики легкогидролизуемого азота сведены в табл. 4. Из них видно, что в раствор переходят небольшие количества азота. Его содержание в течение летнего периода изменяется, хотя колебания менее значительны, чем у аммиачного. Динамика этой формы азота также обусловлена характером метеорологических условий сезона, микробиологической активностью почвы, нормой осушения и другими факторами. Отмечено, что в первые годы освоения низинного болота в верхних горизонтах почвы, на участке с нормой осушения в 25 м легкогидролизуемого азота больше, чем на участке с нормой осушения в 40 м. Значительное увеличение количества этой формы азота отмечено на почвах переходного болота в первый год внесения извести, особенно при сочетании извести с РК и навозом. По нашим подсчетам на таких участках в течение четырех лет использование многолетними травами азота самой почвой было в 1,5—2 раза выше, чем на участках без удобрения и биологического азотения.

Для выяснения влияния корневых остатков многолетних трав на превращение форм азота в почве проводились исследования на участках с удаленным травостоем и паровых после второго укоса трав. На полученных аналитических данных (табл. 4) видно, что в паре вскоре после подъема травяного пласта значительно увеличивается содержание легкогидролизуемого азота.

Данными микробиологического анализа установлен значительный количественный рост микрофлоры в паре. Следовательно, корневые остатки явились источником энергии и питания для нее.

Исследования почвы переходного болота показали, что слой, содержащий наибольшее количество корневых остатков семян многолетних трав, обладает внешней потенциальной способностью к нитратонакоплению. Однако в полевых условиях, под непашанным пластом усвояемых форм азота немного из-за слабого доступа воздуха в задержанный слой и в связи с усвоением его растениями.

Из сказанного следует, что чередование многолетних и однолетних растений на торфяных почвах будет способствовать повышению их эффективного плодородия.

Таблица 4

Динамика легкогидролизуемого азота в почвах низинного и переходного болот (в мг на 100 г)

Наименование угодий и вариант опыта	Таблица всего (г)	1956 г.					1957 г.				
		25/VI	21/VIII	17/IX	1/IV	10/VI	10/VII	12/VIII	12/IX	15/X	
Б. "Вилга"											
Целина	0-20	48	54	69	20	22	41	44	63	27	
То же	21-35	26	48	34	19	24	81	49	32	40	
То же	36-55	64	41	32	—	41	12	26	19	29	
Расстояние между дре-											
нами 25 м	0-20	55	67	51	55	75	116	43	54	20	
То же	21-30	73	42	—	52	63	58	44	22	38	
То же	31-50	51	86	28	80	64	45	14	21	14	
Между дренами 40 м	0-20	49	35	48	89	23	71	31	30	25	
То же	21-30	48	47	33	70	90	41	44	16	18	
Осушенный участок											
Б. "Угольное"											
Целина	5-25	42	37	33	34	56	19	69	47	15	
То же	26-45	24	49	29	29	78	48	66	29	75	
То же с удаленным травостоем	0-25	—	—	19	26	48	64	55	65	35	
Контроль без удобрений	0-25	45	39	52	14	71	42	53	10	16	
То же	26-45	20	—	32	35	—	31	48	13	9	
ИЗВЕСТЬ+РК+навоз	0-25	39	80	68	53	51	94	55	62	20	
То же	26-45	33	26	26	98	—	28	89	6	12	
То же	0-25	—	—	71	49	89	53	76	25	20	
То же (пар)											

Наши наблюдения показали, что при длительном паровании вспаханного травяного пласта сначала наблюдается увеличение легкогидролизуемого азота, а затем его становится меньше. Поэтому травяной пласт, поднятый и хорошо обработанный летом, весной должен быть засеян последующей культурой. Так будет лучше использован образовавшийся в нем легкодоступный азот.

Как указано выше, общие запасы азота в торфяных почвах весьма значительны. Так, например, в метровом слое почвы низинных и близких к ним переходных болот в среднем содержится 400—600 ц азота, что в 2—2,5 раза больше, чем в обыкновенном черноземе, в 4—6 раз больше, чем в дерново-подзолистой и в 7—10 раз больше, чем в подзолистой почве (5). Это показывает, что торфяные почвы обладают высоким потенциальным плодородием. Главная задача заключается в том, чтобы это плодородие сделать эффективным.

Общее содержание азота в этих почвах динамично. Однако эта динамика обусловлена не столько метеорологическими условиями, сколько типом почв, степенью их окультуренности и уплотненности, а также возделываемой культурой и рядом других факторов. Выяснено, что по мере окультуривания почвы содержание общего азота в ней постоянно повышается. Наиболее существенное повышение было отмечено на участке, где высевались многолетние травы. Это обусловлено большим разложением торфа и изменением его ботанического состава за счет корневых остатков многолетних трав, особенно клевера.

ВЫВОДЫ

Исследования, проведенные в полевых условиях на двух почвенных разностях, показали, что в торфяно-болотных почвах Карелии процессы минерализации азотсодержащих органических веществ протекают медленно. Поэтому при высоком общем содержании азота эти почвы бедны его усвояемыми формами.

Минерализация органических форм азота здесь протекает лишь до стадии аммиака. Процессы нитрификации либо совсем отсутствуют, либо весьма слабо выражены, даже в освоенных торфяных почвах. Этим они отличаются от таких же почв южной тайги, где одно только осушение обеспечивает интенсивную нитрификацию (3).

Известкование кислых торфяных почв, внесение РК и биологическое заражение их навозом, хорошо окультуренной минеральной почвой, АМБ обеспечивает увеличение усвояемого азота в 1,5—2 раза.

Свежие корневые остатки многолетних трав после подъема пласта способствуют повышению биохимической активности почвы и обогащению ее минеральным азотом.

Отмечено, что в периоды с наиболее благоприятными водно-воздушными и термическими условиями в верхних горизонтах почвы уменьшается количество минеральных и легкогидролизуемых форм азота. Это необходимо учесть при разработке системы удобрений, так как в это время происходит интенсивный рост растений и повышается их потребность в азоте.

Институт леса
Карельского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
10/1 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Бухман В. А., Лепин Л. Я., Розин В. А., Цыба М. М. Болота и их сельскохозяйственное использование. Госиздат КАСР, Петрозаводск, 1956.
2. Бухман В. А. Агрохимические свойства и плодородие торфяно-болотных почв и их изменение при освоении. Тр. Карельского филиала АН СССР, вып. 9, 1957.
3. Лукинович И. С. К вопросу о преобразовании природы торфяно-болотных почв БССР. Изв. АН БССР, № 6, 1951.
4. Турчин В. Ф. Агрохимические методы исследования почв. М., 1954.
5. Тюрин И. В. Почвообразовательный процесс, плодородие и проблема азота в почвоведении и земледелии. Почвоведение, № 3, 1954.

Е. В. ШЛЯКОВА

ВИДОВОЙ СОСТАВ ПОЛЕВЫХ СОРНЯКОВ

МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

О синантропной растительности Кольского п-ова впервые мы узнаем из описания Фельмана (6) (41 вид из общего числа 349). Кроме того, упоминания о рудеральных растениях имеются во многих других работах (7, 1, 10, 8, 9, 4, 2, 5). «Агротехнические указания для Мурманской области» (3) дают небольшой список видового состава обременительных полевых сорняков и меры борьбы с ними.

Начиная с 1950 г. наряду с разработкой мер борьбы с злостным сорняком *Stellaria media* (L.) Суг., мы занимались выявлением видового состава всех полевых сорняков в Мурманской области. С этой целью нами обследовано 16 хозяйств с учетом времени их возникновения и географического положения. В числе обследованных представлены хозяйства районов со старым, сравнительно давно сложившимся земледелием (Печенга, Кола, Тулома, Ена, Кандалакша, Ковда) и районов, в которых земледелие зародилось лишь в последние десятилетия (колхоз «Тундра» в Ловозере, подсобные хозяйства «Индустрия», «Заполярье», «Лечхоз» и колхоз «Заполярный труд» в районе г. Кировска, Полярная опытная станция ВИРа, подсобное хозяйство «Арктика» в районе поселка Кола и другие.

Ниже даем список полевых сорняков, встреченных в обследованных хозяйствах.

Семейство Equisetaceae

1. *Equisetum arvense* L. (a)¹
2. *Equisetum fluviatile* L. (a)
3. *Equisetum palustre* L. (a)
4. *Equisetum pratense* L. (a)
5. *Equisetum silvaticum* L. (a)

Семейство Juncaginaceae

6. *Triglochin palustre* L. (a)

¹ Буквой «а» обозначены аборигенные виды как засорители, в большинстве своем оставшиеся от естественной растительности данного участка.

Семейство Gramineae

7. *Agropyrum repens* (L.) P. B.
8. *Agrostis alba* L.
9. *Agrostis borealis* Hartm. (a)
10. *Agrostis canina* L. (a)
11. *Agrostis capillaris* L.
12. *Alopecurus geniculatus* L.
13. *Alopecurus pratensis* L.
14. *Anthoxanthum odoratum* L.
15. *Avena fatua* L.
16. *Bromus arvensis* L.
17. *Bromus secalinus* L.
18. *Calamagrostis lapponica* (Wahlb.) Hartm. (a)
19. *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) P. B. (a)
20. *Dactylis glomerata* L.
21. *Deschampsia caespitosa* (L.) P. B. (a)
22. *Digraphis arundinacea* (L.) Trin. (a)
23. *Festuca pratensis* Huds. (a)
24. *Festuca rubra* L.
25. *Phleum pratense* L.
26. *Poa alpigena* (Fr.) Lindm. (a)
27. *Poa angustifolia* L.
28. *Poa annua* L.
29. *Poa lapponica* Prokudin (a)
30. *Poa pratensis* L.
31. *Poa trivialis* L.

Семейство Juncaceae

32. *Juncus ambiguus* Guss.
33. *Juncus bufonius* L.
34. *Juncus Juzepczukii* V. Krecz. et Gontsch.
35. *Juncus nodulosus* Wahlb. (a)
36. *Juncus trifidus* L. (a)

Семейство Urticaceae

37. *Urtica urens* L.
38. *Urtica dioica* L.
39. *Urtica dioica* L. x *U. Sondénii* (Simm.) Avr.

Семейство Polygonaceae

40. *Fagopyrum sagittatum* Gilib.
41. *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.
42. *Polygonum aviculare* L.
43. *Polygonum convolvulus* L.
44. *Polygonum heterophyllum* Lindm.
45. *Polygonum tomentosum* Schrank
46. *Rumex acetosella* L.
47. *Rumex acetosa* L. (a)

48. *Rumex aquaticus* L. (a)
49. *Rumex crispus* L.
50. *Rumex fennicus* (Murb.) Murb.
51. *Rumex longifolius* DC.
52. *Rumex thyrsiflorus* Fingerh. (a)

Семейство Chenopodiaceae

53. *Atriplex nudicaulis* Bogusl. (a)
54. *Chenopodium album* L.
55. *Chenopodium viride* L.

Семейство Caryophyllaceae

56. *Agrostemma githago* L.
57. *Cerastium holosteoides* Fries
58. *Cerastium scandicum* (Gartner) Kuzen. (a)
59. *Coronaria flos-cuculi* (L.) A. Braun
60. *Melandrium album* (Mill.) Garcke
61. *Sagina procumbens* L.
62. *Silene cucubalis* Wib.
63. *Spergula arvensis* L.
64. *Spergula maxima* Weihe
65. *Spergula sativa* Boenn.
66. *Spergularia rubra* (L.) J. et C. Presl
67. *Stellaria crassifolia* Ehrh. (a)
68. *Stellaria graminea* L.
69. *Stellaria media* (L.) Cyr.

Семейство Ranunculaceae

70. *Ranunculus acer* L. (a)
71. *Ranunculus borealis* Trautv. (a)
72. *Ranunculus flammula* L.
73. *Ranunculus polyanthemus* L.
74. *Ranunculus propinquus* C. A. Mey. (a)
75. *Ranunculus repens* L. (a)
76. *Ranunculus sardous* Crantz
77. *Ranunculus scandinavicus* Orlova. (a)
78. *Ranunculus sceleratus* L.
79. *Thalictrum rariflorum* Fries (a)
80. *Trollius europaeus* L. (a)

Семейство Fumariaceae

81. *Fumaria officinalis* L.

Семейство Cruciferae

82. *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.
83. *Barbarea arcuata* (Opiz) Reichenb.
84. *Barbarea stricta* Andr.
85. *Brassica campestris* L.
86. *Bunias orientalis* L.
87. *Camelina pilosa* (DC.) N. Zinger
88. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.
89. *Descurainia Sophia* (L.) Prantl.

90. *Erysimum cheiranthoides* L.
91. *Neslia paniculata* (L.) Desv.
92. *Raphanus raphanistrum* L.
93. *Rorippa islandica* (Oeder) Borbas (a)
94. *Sinapis arvensis* L.
95. *Thlaspi arvense* L.

Семейство Rosaceae

96. *Alchimilla glomerulans* Bus. (a)
97. *Alchimilla Murbeckiana* Bus. (a)
98. *Alchimilla subcrenata* Bus.
99. *Comarum palustre* L. (a)
100. *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. (a)
101. *Geum rivale* L. (a)
102. *Potentilla argentea* L.
103. *Potentilla Egedii* Wormsk. (a)
104. *Potentilla erecta* (L.) Rausch (a)
105. *Potentilla intermedia* L.
106. *Potentilla norvegica* L.
107. *Rubus arcticus* L. (a)
108. *Sanguisorba polygama* Nyl. (a)

Семейство Leguminosae

109. *Lathyrus pratensis* L.
110. *Medicago lupulina* L.
111. *Melilotus officinalis* (L.) Lam.
112. *Trifolium arvense* L.
113. *Trifolium hybridum* L.
114. *Trifolium repens* L.
115. *Trifolium strepens* Crantz
116. *Vicia cracca* L.
117. *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray

Семейство Geraniaceae

118. *Erodium cicutarium* (L.) L'Herit.
119. *Geranium pratense* L.
120. *Geranium silvaticum* L. (a)

Семейство Violaceae

121. *Viola arvensis* Murr.
122. *Viola epipsila* Ledeb. (a)
123. *Viola tricolor* L.

Семейство Onagraceae

124. *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. (a)
125. *Epilobium palustre* L. (a)

Семейство Umbeliferae

126. *Anthriscus silvestris* (L.) Hoffm. (a)
127. *Carum carvi* L.
128. *Heracleum sibiricum* L.
129. *Pimpinella saxifraga* L.

Семейство Boraginaceae

130. *Anchusa officinalis* L.
131. *Myosotis arvensis* (L.) Hill
132. *Myosotis palustris* Lam. (a)

Семейство Labiatae

133. *Galeopsis bifida* Boenn.
134. *Galeopsis ladanum* L.
135. *Galeopsis speciosa* Mill.
136. *Galeopsis tetrahit* L.
137. *Glechoma hederacea* L.
138. *Stachis palustris* L.

Семейство Solanaceae

139. *Hyoscyamus niger* L.

Семейство Scrophulariaceae

140. *Euphrasia brevipila* Burnat et Gremli
141. *Euphrasia hirtella* Jord.
142. *Linaria vulgaris* Mill.
143. *Rhinanthus minor* L.
144. *Veronica chamaedrys* L.
145. *Veronica longifolia* L. (a)
146. *Veronica serpyllifolia* L.

Семейство Plantaginaceae

147. *Plantago lanceolata* L.
148. *Plantago major* L.
149. *Plantago media* L.

Семейство Rubiaceae

150. *Galium aparine* L.
151. *Galium boreale* L. (a)
152. *Galium mollugo* L.
153. *Galium uliginosum* L. (a)
154. *Galium verum* L.

Семейство Dipsacaceae

155. *Knautia arvensis* (L.) Coult.

Семейство Campanulaceae

156. *Campanula rotundifolia* L. (a)

Семейство Compositae

157. *Achillea millefolium* L. (a)
158. *Anthemis tinctoria* L.
159. *Artemisia absinthium* L.
160. *Artemisia Sieversiana* Willd.
161. *Artemisia vulgaris* L.
162. *Carduus crispus* L.
163. *Centaurea cyanus* L.
164. *Centaurea jacea* L.
165. *Cirsium arvense* (L.) Scop.
166. *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill (a)

167. *Hieracium laevigatum* Willd. (a)
168. *Hieracium* sp.
169. *Hieracium umbellatum* L.
170. *Lampsana communis* L.
171. *Leontodon autumnalis* L.
172. *Leucanthemum vulgare* Lam.
173. *Matricaria ambigua* Ledb. (a)
174. *Matricaria inodora* L.
175. *Matricaria matricarioides* (Less.) Porter
176. *Ptarmica vulgaris* DC.
177. *Senecio vulgaris* L.
178. *Solidago virgaurea* L. (a)
179. *Sonchus arvensis* L.
180. *Tanacetum vulgare* L.
181. *Taraxacum ceratophorum* Ledb.
182. *Taraxacum lapponicum* (a)
183. *Taraxacum officinale* Web.
184. *Tussilago farfara* L.

Следует отметить, что из 184 видов полевых сорняков 57 являются представителями местной флоры. К наиболее часто встречающимся и обременительным относятся *Equisetum silvaticum* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) P. B., *Ranunculus repens* L. Другие виды местной флоры встречаются значительно реже и, как правило, в небольшом количестве; по мере окультуривания вновь освоенных площадей они довольно быстро исчезают. Лишь в посевах многолетних трав на болотной почве из-за повышенного увлажнения в связи с нарушением мелиоративной сети, продолжительное время могут сохраниться *Comarum palustre* L., *Geum rivale* L., *Cirsium heterophyllum* L., *Hill*, *Potentilla erecta* (L.) Rausch, *Equisetum fluviale* L.

Из 127 видов заносных наиболее злостными являются *Stellaria media* (L.) Cyr., *Urtica urens* L., *Poa annua* L., *Agropyrum repens* (L.) P. B., *Rumex acetosella* L., *Chenopodium viride* L., *Spergula sativa* Boenn., *Erysimum cheiranthoides* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med., *Galeopsis bifida* Boenn., *Matricaria matricarioides* (Less.) Porter, *Galeopsis speciosa* Mill., *Sonchus arvensis* L. Всего 13 видов.

Как показывают данные Фельмана (6), большинство видов этой группы встречалось на Кольском п-ове в качестве рудеральных уже в начале XIX в., т. е. до периода широкой колонизации, начавшейся во второй половине столетия, причем первые шесть видов были широко распространены.

Таким образом, эту группу видов сорняков мы можем рассматривать как наиболее старую и вполне акклиматизировавшуюся на Кольском п-ове (в основном это виды космополитные, или широко распространенные).

Вторая группа видов — это сорняки, указанные для Кольского п-ова еще Фельманом, но не получившие широкого распространения в наши дни — *Linaria vulgaris* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Melandrium album* (Mill.) Garcke и другие. В основном это многолетние растения, не всегда плодоносящие.

Несмотря на то, что растения обеих этих групп проникли на территорию области давно, мы далеки от мнения, что они повторно не заносились и не заносятся в настоящее время.

Третья группа однолетних сорняков — это растения, заносимые ежегодно в большом количестве с посевным материалом. Они не всегда дают семена и не закрепляются на участках. В основном это группа временных сорняков (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn. *Fagopyrum sagittatum* Gilib., *Agrostemma githago* L. и др.).

Отмеченная Литвиновым (4) группа так называемых «железнодорожных» сорняков вряд ли может играть существенную роль в посевах в условиях Мурманской области. Из 54 таких сорняков большинство не встречено даже в посевах Полярной опытной станции, где были сделаны сборы Литвинова.

Полярно-альпийский
ботанический сад
Кольского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
21/IV 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекетов А. Н. Об Архангельской флоре. 1889.
2. Булавкина А. А. Материалы по растительности вдоль Мурманской железной дороги. Изв. Главного ботанического сада СССР, т. 26, вып. 2. 1927.
3. Ермолаева Н. И., Турнас П. А. (ред.). Агротехнические указания для Мурманской области. Мурманск, 1948.
4. Литвинов Д. И. О южных заносных растениях на северных станциях Мурманской железной дороги. Изв. АН СССР, сер. 7, № 1—2, 1926.
5. Цинзерлинг Ю. Д. Материалы по растительности северо-востока Кольского полуострова: Тр. совета по изучению природных ресурсов. СОПС. Сер. Кольская, вып. 10, М.—Л., 1935.
6. Fellman I. Index Plantarum phanerogamarum in territorio Kolaense lectarum. Bulletin de la Societe Imperiale des Naturalistes de Moscou, t. III, 1831.
7. Fellman N. I. Plantae vasculares in Lapponica orientali sponte nascentes. Helsingforsiae, 1864, 1869.
8. Regel K. Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola. Lapponia Varsugae. Kauhajoki, 1923.
9. Regel K. Die Vegetationsverhältnisse der Halbinsel Kola (Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola, Teil IV), 1935.
10. Saelan Th., Kihlman A. O., Hjelt H. J. Plantae vasculares. In: Herbarium Musei Fennicae. ed. 2, I. Helsingforsiae, 1889.

М. Н. ЛЕТОМЯКИ, Н. Ф. КОМШИЛОВ, Н. Г. ДЖУРИНСКАЯ

СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО ЩЕЛОКА

В двух предыдущих сообщениях (8, 9) мы сделали попытку разобратся в том многообразии органических веществ, которые возникают в результате разрушения древесины сосны под воздействием варочного щелока на сульфатцеллюлозных предприятиях. Было показано, что при варке древесины на сульфатную целлюлозу в черных щелоках содержится 66,9—67,1% органических веществ, из которых 33,4—35,3% приходится на лигнин и лигниноподобные вещества и 33,7—31,6% на остальные продукты разрушения целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина. О природе последних известно пока очень мало.

Сарнио и Густафсон (10), изучая разрушение углеводов в процессе сульфатной варки, нашли, что в черном щелоке вначале варки происходит накопление полисахаридов, а затем, вследствие возрастания процесса разрушения, содержание полисахаридов резко падает. В конце варки Сарнио и Густафсон не нашли ни полисахаридов, ни моносахаридов. Наши (8, 9) анализы (табл. 2) также показали, что в черных щелоках очень мало сахаров. Количество их не превышает 0,78—0,96% в пересчете на глюкозу и сухое вещество черного щелока. Столь же мало в черных щелоках и полисахаридов, количество которых колеблется от 0,28 до 0,92%.

Полисахариды, образовавшиеся в начале варки, Сарнио и Густафсон подвергли гидролизу, а гидролизат анализировали хроматографическим методом. Анализ показал, что в состав полисахаридов входят глюкоза, маннан, галактан, ксилан и арабан.

Для того, чтобы иметь представление о том, в каком количестве эти вещества были в основе органической части черного щелока, нами была составлена табл. 1. В ней приведен баланс состава древесины, поступившей на варку целлюлозы, и состава веществ, полученных в результате варки. Составы даны: древесины сосны — по анализам Комарова (6, 7) сульфатной целлюлозы и ее выход — 42—48% — по справочнику бумажника (15), органической части сульфатного мыла — на основании наших анализов. Так, в одном из образцов сульфатного мыла Сегежского комбината содержалось 56,6% веществ таллового масла и 3% лигнина. Выход таллового масла принят 50 кг от одной тонны целлюлозы (17). Остальные цифры (отмечены звездочкой) получены как разность между общим содержанием веществ в древесине и содержанием их в целлюлозе. При этом получилось, что выход органической части мыла составил 2,5%, а органической части черного щелока 49,5—55,5% от веса древесины.

Табл. 1 показывает, что продукты черного щелока гемицеллюлозного происхождения в основном должны образовываться из полисахаридов гекозного типа. Это прежде всего продукты разрушения целлюлозы, а затем маннана и галактана. Количество этих продуктов вычисляется не менее, как в 10,1—17,7%, а если учесть, что уроновых кислот и метилпентозанов в древесине сосны должно быть не менее 3,5%, то продуктов гекозного происхождения должно быть не менее 10,6—21,2% от веса древесины, или 1/4 от веществ, остающихся в черном щелоке после удаления из него лигнина. Количество продуктов пентозного происхождения вычисляется не более 3,8—4,2% от веса древесины.

Таблица 1

Баланс составных частей древесины при сульфатной варке

Статьи баланса	Щелочной (г)	Лигнин (г)	Пентозы: ксилан 4,2% араби 1,8%, гекозного типа 0,78, уроновые кислоты 2,50 (г)	Гекозные: маннан 5,5% галактан 1,5 (г)	Разрушение в горелке: углеводных 0,5, лигнинных веществ, сахара (г)	Разрушение в эфире: сахара, лигнин и воск (г)	Затрачено веществ (г)	Выход продуктов (г)
Получена техническая сульфатная целлюлоза жесткая белымая	40,0 37,7	3,7 0,7	2,8 2,4	1,1 0,8	—	0,1	0,3	48,0 42,0
Получено сульфатное мыло	—	0,1	—	—	—	2,4	—	2,5
Может быть получен сульфатный лигнин	0,1 1,1	22,7* 25,7*	—	—	—	0,9	—	23,7 27,7
Остается в черном щелоке после удаления лигнина	8,9* 10,2*	—	7,3* 7,7*	7,2* 7,5*	2,3	—	0,1	25,8* 27,8*
Поступает на сульфатную варку сосновая древесина	49,0	26,5	10,1	8,3	2,3	3,4	0,4	100,0

Если произвести сопоставление выходов продуктов сульфатной варки сосновой древесины, рассчитанных (табл. 1) и найденных опытным путем (2) (табл. 2), то становится очевидным, что разница между вычисленной и опытной величинами не превышает 1,5%. Так, например, вещества, главным образом, углеводного происхождения получено 24,87—26,21%, а вычислено 25,8—27,8%. Вещества лигнинного типа получено 24,63—29,29%, а вычислено соответственно 23,7—27,7%.

При сопоставлении опытных величин с вычисленными обращает внимание тот факт, что лигнин определяется больше, чем вычисляется. Создается впечатление, что некоторое количество веществ углеводного происхождения переходит в лигнинную фракцию. Причем для питкярентских образцов это количество больше, чем для сегежских.

Таблица 2

Состав органической части черного щелока

Наименование соединений органической части черного щелока	Сегежский комбинат		Питкярантский завод	
	% от веществ черного щелока	% от древесины сосны	% от веществ черного щелока	% от древесины сосны
I. Лигнин	33,41	24,63	35,30	29,29
в том числе растворимый в метаноле	25,21	18,58	22,84	18,95
нерастворимый в метаноле	8,20	6,05	12,46	10,34
II. Прочие вещества черного щелока	33,74	24,87	31,58	26,21
в том числе:				
целлюлоза	0,19	0,14	1,33	1,10
полисахариды	0,88	0,65	0,29	0,24
сахара	0,87	0,64	0,88	0,73
смолистые вещества	4,42	3,26	3,19	2,64
продукты, растворимые в серном эфире, сопутствующие смолистым веществам	0,84	0,62	1,25	1,04
	2,35	1,73	4,37	3,63
муравьиная кислота	1,30	0,96	0,36	0,30
уксусная кислота				
прочие продукты разрушения гемицеллюлоз и лигнина	22,89	16,87	19,91	16,53
Итого выход	67,15	49,5	66,88	55,5

и увеличивается, в основном, за счет лигнина, нерастворимого в метаноле. Об этом же свидетельствуют и данные, полученные другими исследователями.

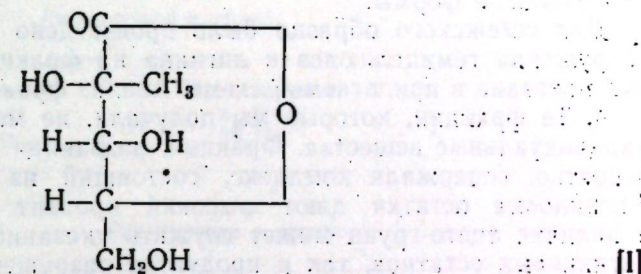
Прей, Валдьман и Штигельбруннер (18) изучали влияние гемицеллюлоз на выход щелочного лигнина и нашли, что выход спирторастворимой части лигнина не зависит от содержания гемицеллюлоз. Выход же нерастворимого в спирте лигнина уменьшается с понижением содержания гемицеллюлоз в древесине. Хроматограмма гидролизата, не растворимой в спирте фракции лигнина показывает присутствие больших количеств ксилана и глюкана.

Эти лигниноподобные вещества, возможно, возникают в результате взаимодействия лигнина с продуктами углеводного характера по типу фенол-формальдегидных реакций, через углерод — углеродную связь с выделением воды.

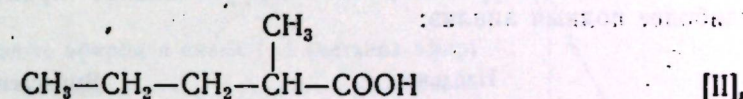
Для того, чтобы составить представление о том, какие изменения претерпевают полисахариды под воздействием щелочи варочного щелока, можно произвести сопоставление данных ряда исследований (12), имевших целью изучение воздействия едких щелочей на чистые препараты моносахаридов.

При воздействии едкой извести на глюкозу происходит перегруппировка ее атомов с исчезновением альдегидной группы, с образованием кислотного радикала и дальнейшей потерей молекулы воды.

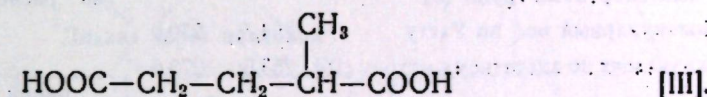
Соединение выделено в лактонной форме и названо «сахарином». Элементарный состав лактона отвечает формуле $[(\text{CH}_2\text{O})_6 - \text{H}_2\text{O}]$. Развернутая формула имеет следующий вид:



Разветвленное строение лактона и сахариновой кислоты доказывалось путем восстановления иодистым водородом в присутствии фосфора до 2 — метилпентановой кислоты:



а также путем окисления сахариновой кислоты до двухосновной кислоты, которая затем восстанавливалась иодистым водородом в присутствии фосфора до 2 — метилглутаровой кислоты:



При воздействии щелочей на другие сахара были получены сахариновые кислоты несколько иного строения с прямой и разветвленной цепью (12).

Переходя к обсуждению результатов наших анализов, можно отметить, что количество продуктов разрушения гемицеллюлоз и лигнина для черного щелока Сегежского комбината и Питкярантского завода оказалось одинаковым и равным 16,9 — 16,5% от веса сосновой древесины. По аналитическим данным эта смесь также оказалась близкой по составу. Различия в технологии почти не сказались на составе этой смеси, хотя первое предприятие выпускает жесткую целлюлозу, а второе — белимую и конденсаторную.

Анализ черного щелока показал, что количество продуктов, сохранивших структуру уроновых кислот, уменьшилось почти в два раза и составило 1,42 — 1,82% от веса древесины. Значительно уменьшилось количество продуктов, сохранивших структуру, присущую пентозанам. За вычетом уроновых кислот и при пересчете на пентозаны продуктов, способных давать фурфурол, находилось 0,90 — 1,83% от веса древесины.

На основании цифрового материала, приводимого в табл. 3, можно прийти к заключению, что часть черного щелока углеводного происхождения в основном состоит из продуктов распада полисахаридов со средним эквивалентным весом, равным 158,2. Близкий к этому эквивалентный вес имеет лактон сахариновой кислоты (162,14). Кроме того, имеются вещества более глубокого разрушения с ацето-группами на

концах молекул ($\text{CH}_3\text{—CO—}$), которые не превышают $\frac{1}{6}$ всего количества этих веществ. Последний вывод сделан на основании сопоставления количества ацето-групп и двойных связей, которые возникают для энольной формы.

Для сегожского образца было произведено разделение продуктов разрушения гемицеллюлоз и лигнина на фракции. Методика разделения показана в прилагаемой схеме. Анализ фракций приведен в табл. 4.

4. Те фракции, которые мы получили, не могут быть признаны за индивидуальные вещества. Фракция, названная нами лигниноподобной, вероятно, содержала комплекс, состоящий из лигниновых остатков. Лигниновые остатки дают высокий процент метоксильных групп, а наличие ацето-групп может служить указанием как на содержание лигниновых остатков, так и продуктов разрушения углеводов.

Наиболее индивидуализированной можно считать основную фракцию, составляющую 37,3% от продуктов разрушения гемицеллюлоз и лигнина или 6,3% от веса абсолютно сухой древесины.

Для основной фракции, имеющей углеводное происхождение, дан наиболее полный анализ:

Найдено:	Вычислено для $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_8$:	
% С	42,89; 42,64	42,51
% Н	7,13; 7,42	7,14
% ОН по Верлею—без учета третичных спиртовых групп (5)	13,10; 13,71	13,38
Молекулярный вес по Рау	254,7; 250,9	254,23
Эквивалент по ацетатному методу (16)	253,6; 273,6	254,23—раскрытие одной лактонной группы
Эквивалент при горячем титровании	158,46; 158,25; 177,22; 179,84	169,49—раскрытие всех лактонных и сложно-эфирных групп
% $\text{CH}_3\text{O—}$	2,22; 2,26	—
% $\text{CH}_3\text{—CO—}$	3,33; 2,88	—

На основании аналитических данных можно сделать предположение о том, что фракция углеводного происхождения является смесью, состоящей, в основном, из двух веществ: лактона I состава $[(\text{CH}_2\text{O})_6\text{—H}_2\text{O}]$, строение которого для глюкозного остатка показано выше, и сложного эфира IV состава $[(\text{CH}_2\text{O})_{12}\text{—H}_2\text{O}]$, строение которого можно представить различно. Мы его представляем так, как это показано в формуле:

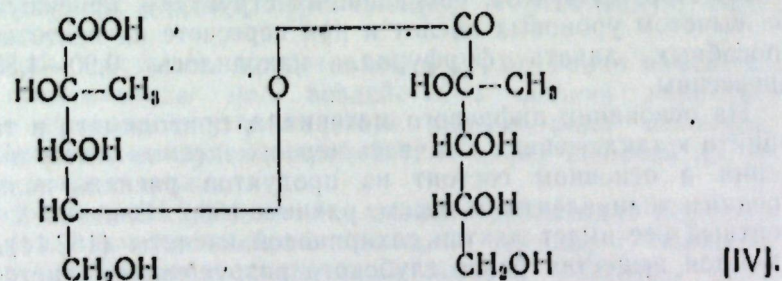


Схема анализа

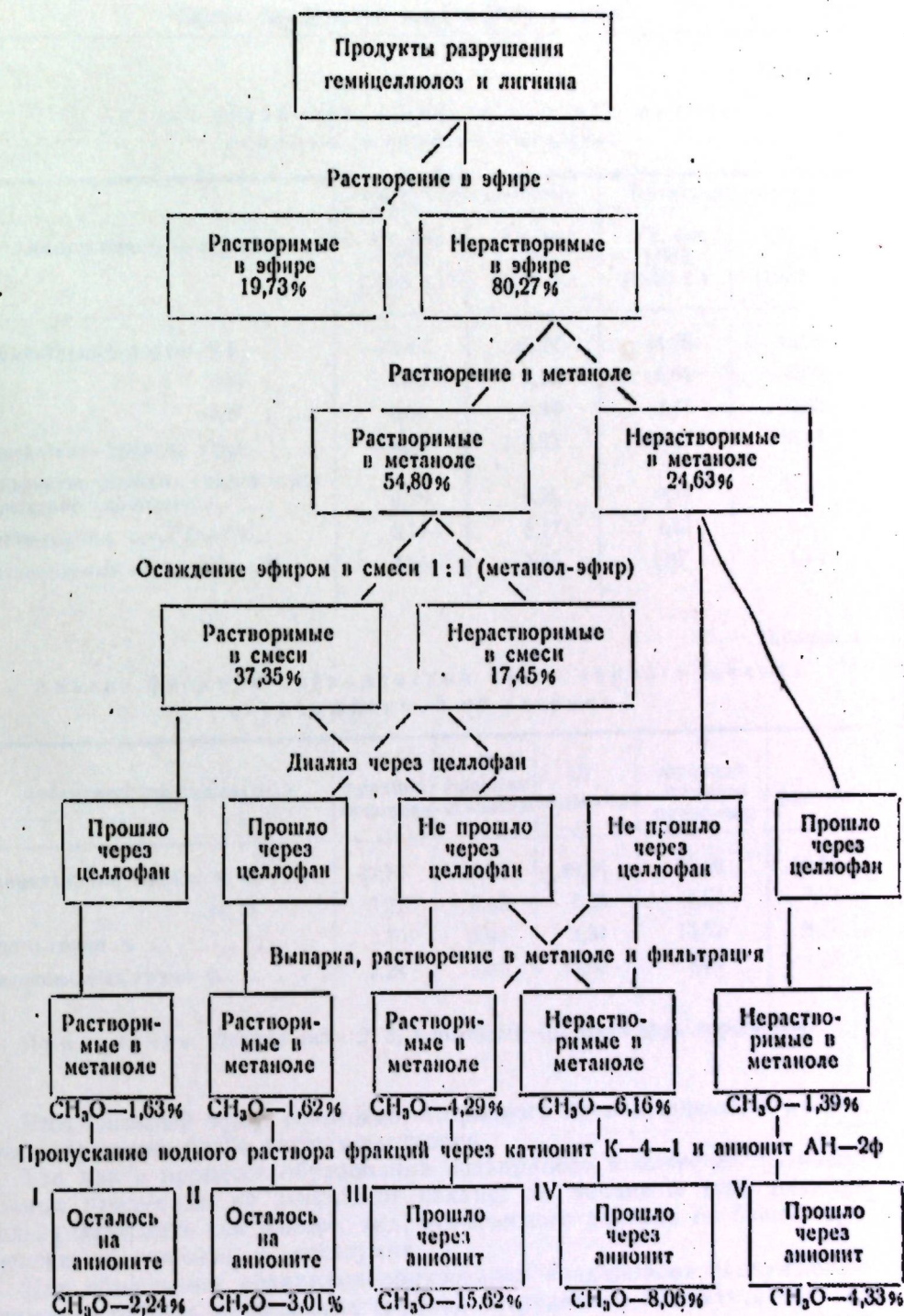


Таблица 3

Анализ органической части черного щелока,
освобожденной от лигнина

Аналитические показатели	Сегежский комбинат		Питкярантский завод	
	Уд. вес 1,270 (1955 г.)	Уд. вес 1,285 (1955 г.)	Уд. вес 1,080 (1950 г.)	Уд. вес 1,097 (1950 г.)
Элементарный анализ %C . . .	44,40	44,27	44,85	45,08
" " %H . . .	0,72	7,12	0,81	0,52
" " %N . . .	0,35	0,44	0,37	0,53
Эквивалент--горюче титр. . . .	158,35	178,53	147,00	140,13
Количество двойных связей отно- сительно эквивалента	0,28	0,25	0,24	0,27
Ацето-группы % --CO--CH_3 . .	5,11	5,17	4,23	5,54
Метоксильных гр. % --O--CH_3 . .	3,55	2,32	1,07	1,75

Таблица 4

Анализ фракций органической части черного щелока,
освобожденной от лигнина

Аналитические показатели	I фракция основная	II фракция основная	III фракция	IV фракция лигнино- подобных	V фракция
Элементарный анализ % C . . .	42,70	44,00	40,24	52,00	50,57
" " % H . . .	7,27	8,43	8,25	0,01	7,02
Ацето-группы %	3,10	5,92	8,31	19,52	8,77
Метоксильных групп %	2,24	3,01	15,62	8,00	4,33

Примечание. Данные табл. 2, 3, 4 являются средними двух определений.

Этот сложный эфир, возможно, вторичного происхождения и возник при упаривании слабо кислых растворов.

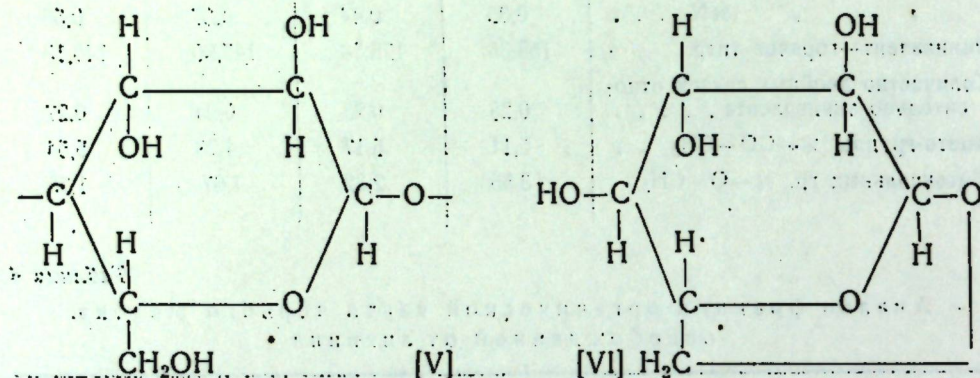
Так как в процессе образования «сахаринов» в качестве промежуточных продуктов, не возникают сахара, то механизм этой реакции нельзя объяснить как процесс гидролитического распада по схеме: целлюлоза $\Rightarrow$ глюкоза $\Rightarrow$ «сахарин».

Для объяснения механизма образования «сахаринов» заслуживают внимания работы, проводимые группой сотрудников Института органической химии АН СССР (4, 1, 2, 13, 14, 3). Вопрос касается получения из целлюлозы левоглюкозана.

Иванов, Голова и Пахомов (4) считают, что схема распада: целлюлоза $\Rightarrow$ глюкоза $\Rightarrow$ левоглюкозан неосостоятельна хотя бы потому, что легко гидролизующиеся целлюлозы (типа гидратцеллюлозы) дают низкий выход левоглюкозана. Кроме того, при термическом разложении

целлюлозы в присутствии воды выход левоглюкозана не увеличивается, а в присутствии глюкозы даже уменьшается. Было показано, что наибольший выход левоглюкозана (до 60%) получается при термическом распаде целлюлозы в вакууме. При этом использовалась целлюлоза уплотненной структуры (хлопковая).

Пахомов (13) высказывает предположение о радикальном механизме образования левоглюкозана по следующей схеме: целлюлоза → свободный бирадикал → левоглюкозан. Эти бирадикалы [V] могут быть получены при разрыве 1—4 глюкозидной связи. Бирадикал [V] в отличие от монорадикала не должен вызывать цепную реакцию, так как происходит взаимное насыщение свободных валентностей и возникает левоглюкозан [VI].



По имеющимся материалам нельзя утверждать, что схема: целлюлоза → свободный бирадикал → «сахарин» обоснована опытным материалом, но имеет определенные преимущества перед гидролитической схемой, упоминаемой в литературе.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что органическая часть черного щелока составляет приблизительно 50% от веса древесины. Примерно половину органической части черного щелока составляют лигнин и лигниноподобные вещества.

2. Дан анализ освобожденной от лигнина органической части черного щелока, составляющей 16,5—16,9% от веса древесины. Эта часть черного щелока углеводного происхождения содержит, главным образом, продукты разрушения гексозанов. Ее эквивалентный вес равен 158,2.

3. Произведена фракционировка части черного щелока углеводного происхождения. Наиболее индивидуализированной можно считать основную фракцию, составляющую 6,3% от веса древесины. Молекулярный вес веществ этой фракции равен 252,8. На основании аналитических данных можно сделать вывод о том, что она является в основном смесью двух веществ: лактона [I], состава $[(\text{CH}_2\text{O})_6 - \text{H}_2\text{O}]$ и сложного эфира [IV], состава $[(\text{CH}_2\text{O})_{12} - \text{H}_2\text{O}]$.

4. Считаем, что образование под воздействием варочной щелочи низкомолекулярных веществ из полисахаридов идет по схеме: целлюлоза → свободный бирадикал → «сахарин».

Лаборатория лесохимии
Карельского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
30/III 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Голова О. П., Пахомов А. М., Андриевская Е. А., Мерлис А. М. Изв. АН СССР, ОХН, № 3, 1957, стр. 389.
2. Голова О. П., Пахомов А. М., Андриевская Е. А. ДАН СССР, 112, № 3, 1957, стр. 430.
3. Голова О. П., Пахомов А. М., Андриевская Е. А. Изв. АН СССР, ОХН, № 12, 1957, стр. 1499.
4. Иванов В. И., Голова О. П., Пахомов А. М. Изв. АН СССР, ОХН, № 10, 1956, стр. 1267.
5. Киселев В. С. Руководство к практическим занятиям по технологии планкообразующих веществ. Госхимиздат, М.—Л., 1948, стр. 58.
6. Комаров Ф. П., Яковлев А. Бум. пром. № 3, 1932, стр. 13.
7. Комаров Ф. П. Руководство к лабораторным работам по химии древесины и целлюлозы. 1934, стр. 89.
8. Комшилов Н. Ф., Летонмяки М. Н. Бум. пром. № 3, 1955, стр. 5.
9. Летонмяки М. Н., Комшилов Н. Ф. Изв. Карельского и Кольского филиалов АН СССР, № 2, 1958, стр. 158.
10. Никитин В. М. Химия древесины и целлюлозы. Гослесбумиздат, М.—Л., 1951, стр. 73, 209, 350.
11. Никитин Н. И. Химия древесины. Гослестехиздат, Л., 1935, стр. 82.
12. Никитин Н. И. Химия древесины. Изд. АН СССР, 1951, стр. 184, 350, 541.
13. Пахомов А. М. Изв. АН СССР, ОХН, № 12, 1957, стр. 1497.
14. Пахомов А. М., Голова О. П., Николаева И. И. Изв. АН СССР, ОХН, № 4, 1957, стр. 521.
15. Справочник бумажника (технолога). Гослесбумиздат, М.—Л., т. I, 1955, стр. 411, 431.
16. Сысков К. И., Кухаренко Г. А. Заводская лаборатория. № 1, 1947, стр. 13.
17. Худовеков В. Д. Сульфатное мыло и талловое масло (получение и переработка). Гослесбумиздат, М.—Л., 1952, стр. 14.
18. Prey V., Waldmann E., Stiglbanner F. Monatsh Chem, 84, № 4, 1953. S. 824.
19. Sarnio J., Gustafsson Ch. Papperi ja puu, 35, № 3, 1953. S. 65, 78.

Н. Ф. КОМШИЛОВ, Н. К. РОГАЧЕВСКАЯ, М. А. АНБАЙНИС

К ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ НА СЫРОЕ СУЛЬФАТНОЕ МЫЛО И ТАЛЛОВОЕ МАСЛО

Большое число анализов сульфатного мыла и таллового масла, проведенных центральной лабораторией Сегежского сульфат-целлюлозного комбината, а также лабораторией лесохимии Карельского филиала АН СССР, позволяет сделать вывод о том, что методики временных технических условий (ВТУ) от 13/IV 1950 г. на сырое сульфатное мыло и ВТУ от 27/V 1950 г. на талловое масло предусматривают неоправданно продолжительное время для анализа. Если вести анализ согласно принятым ВТУ, то для определения суммы смоляных и жирных кислот, а также нейтральных веществ требуется около семи часов. Таким образом, анализ всегда задерживается дольше, чем это требуется для быстрого оформления документов при отгрузке товаров.

Время выполнения анализа можно значительно сократить. По ВТУ навеска мыла в 10 г обрабатывается 2 мл 20%-ной серной кислоты при нагревании на водяной бане в течение 2 час. 30 мин. Такое продолжительное нагревание ничем не оправдано, так как разложение щелочных и щелочноземельных мыл в водных разбавленных растворах протекает очень быстро даже без нагревания.

Необходимо также изменить вес навески. Большую навеску приходится долго выдерживать в сушильном шкафу, так как довольно толстый слой масла прочно удерживает в себе капельки воды и навеска долго сохнет.

Анализ сульфатного мыла рекомендуется проводить следующим образом: навеска мыла 2—3 г, взятая в стакане емкостью 150—200 мл с точностью до 0,01 г, растворяется при нагревании и помешивании в 50 мл воды; образовавшийся раствор охлаждается струей водопроводной воды до комнатной температуры и переносится в делительную воронку; из колбы обмываются остатки мыла водой и промывной раствор присоединяется к основному; в делительную воронку с раствором мыла добавляется 5 мл 20%-ной серной кислоты до сильно кислой реакции; туда же добавляется серный эфир, и смесь сильно встряхивается; после двух, максимум, трех экстракций из водного слоя, содержащего инкрусты, все органические вещества переходят в эфирный раствор; последний промывается водой для удаления следов неорганических солей и серной кислоты.

Если в эфирный раствор попадут взвешенные частички инкрустов, то их можно отделить фильтрованием через фильтр Шотта. После удаления

эфира и сушки навеска взвешивается. В заключение производится расчет суммы смоляных и жирных кислот и нейтральных веществ.

Анализ таллового масла нужно вести так: навеска масла 1—2 г растворяется в 100 мл серного эфира и промывается 1 мл 20%-ной серной кислоты, растворенной в 50 мл воды. Эта операция проводится для разложения следов солей органических кислот и удаления инкрустов. Далее водный слой промывается эфиром, а объединенные эфирные вытяжки — водой. После удаления эфира и сушки навеска взвешивается. Таким образом, потребуется для анализа сульфатного мыла 2 часа, а таллового масла — меньше двух часов.

Сравнительные данные по анализу сульфатного мыла и таллового масла, с использованием ВТУ и предложенной методики, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Сумма смоляных и жирных кислот и нейтральных веществ (%)	
	по ВТУ	по ускоренной методике с отмывкой инкрустов и серной кислоты
Сульфатное мыло	51,7	55,2
	50,0	53,9
Талловое масло	97,6	97,6
	97,6	97,6

Табл. 1 показывает, что при анализе сульфатного мыла по ВТУ при больших навесках, с инкрустами (при их отмывке) неизбежно теряется часть смоляных и жирных кислот.

В настоящее время потребители сульфатного мыла и таллового масла, увеличивая требование к качеству, все же не предъявляют требований на более детальный анализ, но тем не менее при правильной постановке работ можно за смену произвести раздельный анализ на наличие в мыле смоляных и жирных кислот, нейтральных веществ, инкрустов, воды и активной щелочи в пересчете на едкий натр.

Более подробный анализ рекомендуется проводить следующим образом: навеску мыла 2—3 г, после разбавления дистиллированной водой до 100 мл, обрабатывать в стакане (емкостью 150—200 мл) 20 мл 20%-ной серной кислоты при нагревании и помешивании. После охлаждения в стакан добавить серный эфир и смыванием содержимое стакана перенести во взвешенный фильтр Шотта. Под небольшим вакуумом происходит фильтрация раствора и промывка эфиром инкрустов. Инкрусты на фильтре Шотта взвесить.

После 2—3 экстракций эфиром все органические вещества из водного слоя переходят в эфирный раствор. После удаления эфира на дне взвешенной конической колбы остается талловое масло.

Полученное сухое талловое масло (в количестве 1 г.—0,5 г) для самоконтроля предлагается взвесить на технических весах с точностью до 0,01 г и далее растворить в 100 мл серного эфира. Эфирный раствор промыть три раза 25 мл 2%-ным раствором щелочи. Щелочные вытяжки

промыть 25 мл эфира. Эфирные растворы соединяются и, в свою очередь, промываются водой. Этими операциями талловое масло разделяется на две части: кислоты, которые в виде солей перешли в водный раствор, и нейтральные вещества, оставшиеся в эфирном растворе. Для того, чтобы узнать количество нейтральных веществ, эфир отгоняется, остаток сушится при 105°C и взвешивается.

Водный раствор солей подвергается дальнейшей обработке. Туда добавляется 5 мл 20%-ной серной кислоты (до сильно кислой реакции). Выделившиеся смоляные и жирные кислоты экстрагируются эфиром, эфир отгоняется, а остаток высушивается и взвешивается. Для того, чтобы отделить смоляные кислоты от жирных, производится этерификация их. Смесь растворяется в 5 мл сухого метилового спирта, а в раствор добавляется 5 мл этерификационной смеси, содержащей 1,3 г концентрированной серной кислоты в растворе сухого метилового спирта. Реакция проводится при температуре 65—70°C в течение 5 минут. По окончании этерификации смесь смоляных кислот и эфиров жирных кислот разбавляется 25 мл 10%-ным раствором поваренной соли и подвергается трехкратной экстракции 100 мл серного эфира. Эфирный раствор обрабатывается три раза 25 мл 2%-ного раствора щелочи. Щелочные вытяжки промываются 25 мл эфира. Эфирные растворы соединяются и, в свою очередь, промываются водой. В результате опять происходит разделение на две фракции.

Оставшиеся в растворе серного эфира эфиры жирных кислот освобождаются от растворителя, высушиваются и взвешиваются. Для определения количества жирных кислот навеска эфира умножается на коэффициент 0,95 ($\frac{\text{олеиновая кислота}}{\text{метиловый эфир олеи. кислоты}} = \frac{282,45}{296,47} = 0,95$).

Щелочной раствор солей смоляных кислот обрабатывается так же, как и все щелочные растворы, обработка которых описана выше, т. е. соли разрушаются подкислением серной кислотой, кислоты извлекаются серным эфиром, эфирный раствор промывается водой, серный эфир удаляется, навеска смоляных кислот высушивается и взвешивается.

Количество воды в мыле определяется в отдельной навеске по методу Дина и Старка. Количество едкого натра и натрия, связанного органикой, определяется титрованием.

При титровании навески мыла 0,1 Н серной кислотой, в присутствии индикатора фенолфталеина, обесцвечивание розовой окраски происходит при $\text{Ph} = 8$. В этих условиях оттитровывается весь едкий натр, $\frac{1}{2}$ сернистого натрия и $\frac{1}{2}$ соды. В данных условиях, учитывая незначительные количества соды, сернистого и едкого натра, всю смесь можно принимать за едкий натр.

При дальнейшем титровании, в присутствии индикатора метилоранжа, переход желтой окраски в розовую происходит при $\text{Ph} = 3$. В этих условиях оттитровываются остатки сернистого натрия и соды, а также весь натрий, связанный с различными органическими кислотами.

По результатам последнего титрования производится пересчет на натрий, связанный органикой. Не оттитровывается натрий, связанный муравьиной, уксусной и другими сильными кислотами (сульфат).

Приведенный нами анализ сегежского сульфатного мыла дан в табл. 2.

Для того, чтобы узнать истинное количество органических кислот, можно провести еще омыление нейтральных веществ спиртовой щелочью.

Таблица 2

Состав сульфатного мыла

Вещества	I опыт (%)	II опыт (%)	Среднее (%)
Вода	33,52	33,33	33,42
Смоляные кислоты	26,18	27,24	26,71
Жирные кислоты	22,88	23,17	23,03
Нейтральные вещества	6,81	6,91	6,96
Инкрусты	3,14	2,85	2,99
Едкий натр	2,04	1,81	1,93
Натрий в органических соединениях	4,75	4,11	4,43
Потери и сульфат	0,68	0,58	0,63
	100,00	100,00	100,00

Для обогатительных фабрик, потребляющих сульфатное мыло и талловое масло в качестве флотационных реагентов, следует разработать способ определения фенолов, которые могут находиться в сумме смоляных кислот. Кроме того, в дальнейшем, при анализе талловых масел, различных по составу, необходимо предусмотреть определенные количества веществ, нерастворимых в петролейном эфире (продуктов окисления кислородом воздуха). Такие соединения вызывают излишнее пенообразование при флотации минералов, и их присутствие выше установленных норм нежелательно.

Лаборатория лесохимии
Карельского филиала АН СССР
и центральная лаборатория
Сежежского целлюлозно-бумажного комбината

Поступила в редакцию
15/IV 1958

И. З. ПОЛУЙКО

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАПАСА ДРЕВЕСИНЫ НА КОРНЮ И ПРОДУКЦИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Планомерное удовлетворение нужд общества в лесоматериалах и других продуктах из древесины достигается, с одной стороны, рациональным использованием ее запасов, а с другой — лесоводственными мероприятиями по восстановлению лесов и повышению их производительности. Социалистическое лесное хозяйство не может быть беззаботным в отношении удовлетворения потребностей будущих поколений и должно учитывать многостороннее значение лесов в настоящем и будущем. Восстановление лесов и повышение их производительности имеет большое значение и при решении вопросов планомерного строительства и развития высокоорганизованных промышленных предприятий, использующих древесину.

Длительность периода выращивания древесины, как указано Марксом, «делает лесоразведение невыгодным для частных, а следовательно, для капиталистических предприятий» (1), является препятствием для восстановления лесов при капитализме. При социализме это не может являться препятствием лесовосстановлению и учитывается при решении вопросов всестороннего развития народного хозяйства.

Указанная особенность развития лесов определяет коренное отличие лесного хозяйства, например, от полеводства и совершенно разное экономическое значение урожая в сельском хозяйстве и прироста древесины в лесном. Урожай в полевых культурах точно определяет ресурсы для удовлетворения нужд общества в соответствующих продуктах. Ежегодный прирост древесины характеризует лишь производительность лесов, но не определяет ресурсов древесины, которые могут быть использованы в народном хозяйстве. В естественных лесах с большими запасами древесины в спелых и перестойных древостоях, какими являются эксплуатационные леса III группы, фактический годичный прирост при имеющемся отпаде либо незначительный, либо даже отрицательный. Здесь запасы древесины, пригодные к рубке, являются максимальными, обеспечивающими наиболее высокие размеры рубки леса. Наоборот, в лесах с использованными спелыми древостоями, в которых преобладают молодняки и средневозрастные древостой, годичный прирост может быть высоким, а возможности пользования лесом от рубок являются крайне ограниченными. Наличие ресурсов древесины отражает лишь возможности пользования лесом, но не реальное пользование. Для

последнего необходимы наличие потребности в древесине и реальные возможности ее удовлетворения (лесозаготовительные и лесоперерабатывающие предприятия).

В связи с этим концепции пользования лесом, основанные на исчислениях прироста древесины и удовлетворявшие при капитализме отдельным требованиям ведения расчетов извлечения рентного дохода от лесов, являются необоснованными и не отражающими действительных возможностей пользования лесом.

Возможности главного пользования лесом определяются, прежде всего, запасами древесины на корню, в древостоях, могущих обеспечить народное хозяйство лесоматериалами нужных размеров и качества, т. е. достигших возраста рубки. В связи с этим на основе общих положений, установленных Марксом, необходимо правильно учитывать экономическое значение запаса древесины на корню и отдельных его частей с устранением имеющихся до сего времени неясностей.

Особенностью лесов является их способность к восстановлению, воспроизводству, которая, как правильно отмечает Мотовилов (2), «отличает лесное хозяйство от других отраслей и требует плановой связи между использованием лесом и его восстановлением». Процесс воспроизводства лесов протекает, по выражению Маркса, с одной стороны, под «воздействием труда» («созидающей стоимости субстанции»), а с другой — «эффективно действующих агентов природы». («что ничего не стоит»): К рабочему времени, в течение которого лес подвергается воздействию труда, присоединяется время воздействия природных процессов. Общее время производства в лесном хозяйстве очень продолжительное.

Воздействие труда заключается не только в работах по лесовосстановлению, но и уходу, защите и сохранению леса, а также учету и устройству лесов. Все большее значение и размах в условиях расширенного социалистического воспроизводства приобретают работы по повышению производительности лесов (лесоосушительная мелиорация и т. д.). Эти работы, или только часть их, имеют место почти во всех группах и категориях лесов и осуществляются в той мере, в какой это вызывается требованиями развития производства и конкретными природными условиями воспроизводства лесов. По своим размерам рабочее время в лесном хозяйстве составляет небольшую часть общего времени производства. Отношение его к общему времени производства характеризует уровень развития лесного хозяйства по объекту. По данным, приведенным Мотовиловым (3), это отношение в разных категориях лесов СССР составляет от 0,4% в лесах III группы до 0,18% в сосновых искусственных лесах II группы.

Правильное установление ежегодных затрат живого и овеществленного труда по воспроизводству разных групп и категорий лесов в соответствии с нуждами развития народного хозяйства составляет одну из главных задач организации социалистического лесного хозяйства.

Воздействие труда, резко увеличивающееся в условиях социалистического производства, и получаемый продукт определяют лесное хозяйство как отрасль производства материальных благ. При рассмотрении вопросов производства Маркс относил лесное хозяйство (по его выражению «лесоводство») к отраслям материального производства.

Главным продуктом воспроизводства лесов является запас древесины на корню. Небольшая часть этого запаса ежегодно реализуется в отрасли производства лесоматериалов и других продуктов из древесины, а другая, более значительная, по условиям воспроизводства лесов

и при правильном хозяйстве должна находиться в виде запаса. «То, что называется здесь запасом, — определенное количество леса на корню или скота — в условном смысле находится в процессе производства (одновременно — в качестве средств труда и материала труда), соответственно естественным условиям его воспроизводства при правильном хозяйстве значительная часть его должна находиться в этой форме, в виде запаса» (1).

Готовой продукцией в лесном хозяйстве можно считать запас древесины в возрасте рубки, составляющий так называемый эксплуатационный фонд. Этим определяется значение установления возраста рубки в лесном хозяйстве.

Эксплуатационный фонд, характеризующий, с учетом запаса других возрастных групп, конкретные возможности пользования лесом по объекту, является основой для организации производств, использующих древесину. На него, как на готовую продукцию лесохозяйственного производства, следует относить все затраты труда по воспроизводству лесов.

Не касаясь методов выделения эксплуатационного фонда, следует отметить, что его размер зависит от возраста рубки и возрастной структуры лесов. Эта структура не одинакова в разных группах и категориях лесов. Например, в лесах III группы спелые и перестойные древостой обычно составляют до $\frac{3}{4}$ и выше от общего запаса древесины; в лесах II, в зависимости от прошлой рубки, могут преобладать молодняки и средневозрастные древостой, или может иметь место более равномерное распределение древостоев по возрастным категориям, но во всех случаях эксплуатационный фонд составляет меньшую часть от общего запаса. Следовательно, рассмотрение вопросов пользования лесом по его отдельным группам и категориям имеет принципиальное значение для учета не только многостороннего значения лесов, но и реальных возможностей главного пользования в конкретных лесах.

По условиям воспроизводства лесов для планомерного удовлетворения потребностей народного хозяйства древесиной на корню ежегодно должна реализоваться лишь часть запаса эксплуатационного фонда. Эта ежегодно реализуемая часть — годовая лесосека в натуральном и денежно-стоимостном выражении и может представлять собой в лесном хозяйстве валовую продукцию древесины на корню. Денежно-стоимостное выражение валовой продукции древесины на корню должно возмещать все ежегодные затраты живого и овеществленного труда по воспроизводству и повышению производительности лесов.

Особенностью лесохозяйственного производства является, следовательно, нахождение в форме запаса не только древостоев до возраста рубки, но и большей части запаса в возрасте рубки или готовой продукции. Поэтому валовая продукция древесины на корню, в отличие от других отраслей производства, может составлять лишь часть готовой продукции. Отсутствуют также полуфабрикаты, что определяет единичность валовой и товарной продукции древесины на корню.

По характеру определения запаса древесины различают таксационный запас, т. е. всю древесину на корню, и ликвидный запас, составляющий ее основную массу, которая может быть использована в народном хозяйстве. Ежегодно реализуемый ликвидный запас и может составлять валовую и товарную продукцию древесины на корню. Обоснованное установление этого запаса имеет, следовательно, большое принципиальное значение.

Размер реализации древесины на корню по объектам или валовая продукция может колебаться по годам. Однако в условиях социализма эти колебания не должны выходить за пределы размера среднегодового пользования, при котором производство может ею планомерно обеспечиваться. Этот размер главного пользования древесиной, характеризующий оптимальные возможности ежегодного расходования ее для планомерного удовлетворения потребностей народного хозяйства, называется расчетной лесосекой. Такая лесосека должна определяться как частное от деления запаса эксплуатационного фонда на срок его использования, или срок рубки леса, и выражаться простой формулой: $Rл = \frac{Эф}{n}$, где $Rл$ — расчетная лесосека; $Эф$ — эксплуатационный фонд и n — срок рубки леса.

Срок рубки леса должен характеризовать длительность использования эксплуатационного фонда. Это решающее значение срока рубки для установления расчетного размера главного пользования особенно важно в условиях перестойных лесов III группы. В них эксплуатационный фонд и возможности главной рубки резко меняются при любом размере ежегодной рубки, вследствие чего отдельные потребители могут планомерно обеспечиваться древесиной лишь определенный срок. Он зависит от характера производства, использующего древесину. Это время и должно быть сроком рубки леса.

Возможности главного пользования лесом, как уже отмечено выше, это еще не само пользование, и расчетная лесосека, отражающая эти возможности, не может являться валовой продукцией древесины на корню. Такой продукцией может быть фактический размер ежегодной рубки леса.

Фактическое пользование лесом в среднем за год, в зависимости от потребности в древесине и возможностей использования запасов отдельного объекта, может быть меньше расчетной лесосеки или примерно равной ей. Значительное превышение фактического среднегодового пользования лесом над расчетной лесосекой является показателем истощительных рубок, при которых нарушены возможности правильной организации производства, использующего древесину для планомерного удовлетворения нужд народного хозяйства. Отношение фактического пользования в среднем за год к расчетной лесосеке характеризует уровень использования лесного фонда как источника получения древесины. Это отношение также важно при решении вопросов возмещения ежегодных затрат на воспроизводство лесов среднегодовым размером реализации древесины на корню.

В валовую продукцию древесины на корню не может включаться древесина от рубок ухода за лесом, поскольку они предназначены для формирования будущего эксплуатационного фонда, и затраты труда на них должны возмещаться от древесины рубок главного пользования. Эффективность рубок ухода должна определяться не размером попутно получаемой древесины, а полученным результатом по улучшению будущего древостоя.

Возмещение ежегодных затрат живого и овеществленного труда стоимостью древесины на корню или валовой продукции древесины на корню, включение этой продукции в совокупный общественный продукт является основой для установления эффективности затрат труда по воспроизводству лесов и действительного хозрасчета в лесхозах. Это важно также при решении вопросов пропорционального развития отдельных

отраслей хозяйства, образования и распределения отдельных фондов в связи с быстрым ростом применения машин в социалистическом лесном хозяйстве.

В настоящее время в СССР не устанавливается стоимость древесины на корню. Действующие таксы на отпускаемый на корню лес предусматривают не возмещение затрат по воспроизводству лесов, а изъятие от лесозаготовителей дифференциальной ренты I. Они устанавливаются как лесной доход, получаемый от использования лесозаготовителями лесных участков с более короткими расстояниями транспортировки древесины к пунктам ее сбыта. В условиях социалистического хозяйства, когда основная древесина на корню реализуется из гослесов государственным лесозаготовительным предприятием, установление такого дохода не имеет никакого экономического значения.

С другой стороны, в связи с тем, что стоимость древесины на корню не устанавливается, затраты труда и средств производства в лесном хозяйстве полностью возмещаются из государственного бюджета, что нельзя считать экономически обоснованным в эксплуатационных лесах. Этим положением обусловлено и отсутствие в лесхозах хозрасчета — важнейшего метода экономического ведения хозяйства на социалистических предприятиях, основанного на использовании закона стоимости. При отсутствии стоимости древесины на корню в лесхозах нет основы для соизмерения затрат с полученным результатом и определения возможностей покрытия их собственными доходами. Между тем, с ростом лесовосстановительных, лесомелиоративных и других лесохозяйственных работ, созданием и развитием механизированных лесхозов, введение хозрасчета в них стало исключительно актуальным. Об этом свидетельствует и дискуссия о переводе лесхозов на хозрасчет, развернувшаяся на страницах журнала «Лесное хозяйство» в 1956—1957 гг.

Таково кратко экономическое значение запаса древесины на корню и отдельных его частей — эксплуатационного фонда и годичного пользования. Оно показывает, что, наряду с центральными вопросами установления размера годичного главного пользования лесом, актуальной является также разработка экономически обоснованных методов установления размера ежегодных затрат на воспроизводство лесов и стоимости древесины на корню по группам и категориям лесов. При этом следует отметить, что предлагаемое здесь установление стоимости древесины на корню по ежегодным затратам труда на воспроизводство лесов коренным образом отличается от «стоимости древесины на корню по затратам», которая рекомендовалась дореволюционным лесоустройством. Здесь стоимость древесины на корню должна точно отражать размер затрат труда по расширенному воспроизводству лесов и используется для решения вопросов возмещения этих затрат. В рекомендованном дореволюционным лесоустройством определении стоимости древесины на корню сами затраты труда составляли лишь небольшую часть стоимости. Большую часть составлял учетный процент к затратам или «вложенному капиталу», начисляемый в геометрической прогрессии, начиная от срока производства затрат до конца оборота рубки. Следовательно, исчисленная таким образом стоимость отражала не затраты для их возмещения, а затраты вместе с рентой, выраженные в крайне вульгарной форме, не отвечающей действительному положению даже при капитализме.

Определение готовой, валовой и товарной продукции в лесном хозяйстве дается, например, профессором Папанеком и Папанковой (Чехо-

словакия). Это определение, однако, крайне искусственное, мало отражающее существо указанных выше категорий. Они считают валовой продукцией — прирост, товарной — реализованную продукцию, а готовой — расчетную лесосеку или, по их выражению, этак. Такое определение предполагает: а) годичный прирост точно выражает размер древесины на корню, который нормально может быть реализован; б) к реализации одинаково пригодна любая древесина в любом возрасте и форме, создаваемой приростом; в) назначение расчетной лесосеки, следовательно, не обеспечение планомерного удовлетворения народного хозяйства древесиной, а регулирование размера прироста. Все это нельзя считать обоснованным.

Прежде всего, это заколдованный круг: размер пользования древесиной определяется приростом, а прирост определяется размером пользования. Во-вторых, средний прирост (исчисляемый практически из запаса) в какой-то мере может определять возможность длительного пользования лесом лишь в лесах с равномерным распределением площадей и запасов по возрастам (в так называемом «нормальном лесе») и где следует применять выборочные рубки, в отдельных случаях; по-видимому, распространенные в условиях Чехословацкой республики. В основных же эксплуатационных лесах и в особенности III группы, средний прирост, как уже указано выше, не может характеризовать возможности пользования лесом и представлять собой валовую продукцию лесохозяйственного производства. В-третьих, средний прирост характеризует лишь фактически сложившуюся производительность лесов за период их роста и только количественно безотносительно к характеру получаемой древесины, очень важному при решении вопросов как пользования лесом, так и лесоводственных мероприятий. При пользовании лесом по приросту также стирается грань между главным использованием и рубками ухода за лесом, имеющими совершенно разное экономическое значение. Наконец, размер пользования является лишь одним (и не главным) фактором, влияющим на повышение производительности лесов. Установление этого размера по приросту не обязательно обеспечивает повышение производительности лесов, что отмечает и проф. Папанеком и Папанковой, и размер главного пользования не может являться регулятором прироста.

Все это определяет, что размер главного пользования лесом и показатели готовой, валовой и товарной продукции, важные для решения вопросов возмещения затрат по воспроизводству лесов, могут быть удовлетворительно установлены не на базе прироста, а на базе показателей по отдельным категориям запаса и срока рубки эксплуатационного фонда.

Сектор экономики
Карельского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
14/V 1958

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркс К. Капитал. Т. 2, 1950, стр. 241.
2. Мотовилов Г. П. Лесоводственные основы организации лесного хозяйства СССР. 1955, стр. 11.
3. Там же, стр. 10.
4. Папанек Ф., Папанкова Л. Вопросы определения расчетной лесосеки в западно-европейском лесоводстве. «Лесное хозяйство», № 3, 1957.

Г. М. КЕРТ

М-ОВЫЕ ИНФИНИТИВНЫЕ ФОРМЫ В ФИНСКОМ ЯЗЫКЕ

В финском языке имеется значительное число глагольных форм, которые принято называть инфинитивными. В настоящей статье рассматриваются так называемые «м-овые» инфинитивные формы, т. е. формы, при образовании которых к гласной основе глагола прибавляется суффикс *-ma* (*-mä*), а к нему примыкают соответствующие надежные суффиксы: иллатива (куда?) — удлинение последнего гласного плюс *-n* — иллативная форма — *sanoma-an* от глагола *sanoa* «сказать»; инессива (где?) *-ssa* (*-ssä*) — инессивная форма — *sanoma-ssa*; элатива (откуда?) *-sta* (*-stä*) — элативная форма *sanoma-sta*; конструктива — *n* — инструктивная форма — *sanoma-n*; абессива (без чего?) *-tta* (*-ttä*) — абессивная форма — *sanoma-tta*; адессива (как?) *-lla* (*-llä*) — адессивная форма — *sanoma-lla*.

Общим для всех м-овых инфинитивных форм является сочетание их с финитными (личными) глаголами. Однако круг финитных глаголов, сочетающихся с каждой м-овой инфинитивной формой, различен. Поэтому задачей нашей работы является определение круга глаголов, сочетающихся с определенной инфинитивной формой, выяснение специфики каждой формы и ее употребления в предложении, т. к. по нашему мнению, не вполне целесообразно все эти формы относить к инфинитивным, как это принято в грамматиках финского языка.

Нам не известны специальные работы иностранных ученых, в которых рассматривались бы эти формы с точки зрения специфики употребления каждой из них в предложении, а также подвергалась бы сомнению их традиционная классификация, предложенная в свое время Э. Сетяля.

В советской лингвистической литературе мысль о неправомерности отнесения форм на *-ma* (*-mä*) к категории инфинитивов впервые была высказана Бубрихом (2). Он квалифицирует эти формы как герундии.

ИЛЛАТИВНАЯ ФОРМА

Независимое употребление иллативной формы

Сюда относятся случаи, когда инфинитив выступает в роли сказуемого, например: *Minä harrastamaan naisasiaa, minä hakemaan häntä Unionista* (J. Aho). «Я (начал) заниматься женским вопросом, я (стал) искать ее в Союзе». Такими эллиптическими конструкциями обычно передается начало действия, т. к. в них отсутствуют глаголы начинания

в виде связки. Уже самый факт употребления м-ового инфинитива иллативной формы в независимом положении (вне сочетания с финитными глаголами как его основной функции) говорит об абстрагированности этого инфинитива, способности его передавать отвлеченное действие. Эти конструкции являются уже более поздними в языке.

Второй случай самостоятельного употребления м-ового инфинитива иллативной формы — выражение повеления, побуждения, призыва, например: *Ulos, Sulttaani, taloa vahtimaan!* «Прочь, Султан, охранять дом!».

На этом, собственно, и заканчиваются случаи независимого употребления иллативной формы м-ового инфинитива. Эта ограниченность может быть объяснена тем, что процесс абстрагирования или, точнее, сведения различных грамматических формантов в единую грамматическую форму еще не завершен. И в этой форме мы еще явственно отличаем момент «иллативности», т. е. выражение движения по направлению во что-либо.

Зависимое употребление иллативной формы

Более широко употребляется инфинитив иллативной формы в зависимом положении. Сюда относятся случаи его употребления при именах существительных, именах прилагательных, причастиях и, главным образом, финитных глаголах. Собственно, в последних сочетаниях, т. е. с финитными глаголами, и сформировалась данная грамматическая категория, будучи первоначально иллативной формой отглагольного имени.

I. При именах существительных

Употребление м-ового инфинитива иллативной формы при именах существительных не имеет широкого распространения. По своему значению существительные, при которых употребляется эта форма, несколько приближаются к прилагательным в значении «способный, годный и т. д.», например: *Olette kaikki mestareita* (ср. *taitava* «искусный») *kerskumaan ja muita pilkkaamaan*. «Все вы мастера хвастаться и над другими издеваться».

Инфинитив в данном сочетании представляет собою уже меньшую степень грамматической абстракции, т. е. в некоторых случаях мог бы с успехом быть заменен формой основного инфинитива (5). Например, можно сказать: *Minulla on kiire ostaa junalippu*. «Мне необходимо быстро купить железнодорожный билет», и в том же значении: *Minulla on kiire ostamaan junalippua*.

В случаях же типа *Tekisikin mieli olettamaan* «Хотелось бы предполагать» и *Tekisikin mieli olettaa* литературной нормой считается употребление при имени существительном основного инфинитива.

Способность м-ового инфинитива иллативной формы замещать основной инфинитив (в котором передается действие вообще, не осложненное дополнительными признаками) показывает усиление процесса абстракции инфинитива в этих сочетаниях, в отличие от сочетаний инфинитива с финитными глаголами, в которых семантика иллатива еще явственно ощущается (правда, не при всяком финитном глаголе).

II. При именах прилагательных

Прилагательные, сочетающиеся с *m*-овым инфинитивом иллативной формы, обозначают, в основном, готовность, желательность (нежелательность), годность, склонность, обязанность и т. д. производить действия, например: *valmis* «готовый», *taipuvainen* «склонный», *halukas* «желающий», *vapaa* «свободный», *utelias* «любопытный», *kelpaava* «годный», *sopiva* «подходящий, годный», *sovelias* «подходящий, приличный», *taipuisa* «гибкий, склонный», *paha* «плохой», *velvollinen* «обязанный» и т. д.

III. При финитных глаголах

Иллативная форма *m*-ового инфинитива сочетается далеко не со всеми финитными глаголами. Так, глаголы, выражающие конкретные физические действия, выполняемые человеком, как например, *peuloa* «вязать», *hakata* «рубить», *höylätä* «строгать» и т. д., не могут иметь после себя не только иллативной формы *m*-ового инфинитива, но и формы основного инфинитива. Не могут сочетаться с иллативной формой такие глаголы, как *elää* «жить», *seisoa* «стоять», *kiroilla* «ругаться», *ilkeä* «плакать» и т. д., обозначающие физические действия или состояния живых организмов.

Как правило, с иллативной формой сочетаются непереходные глаголы. Это находит свое подтверждение и в истории происхождения данной грамматической категории. В отличие от переходных глаголов, которые управляют аккузативом или партитивом, глаголы, сочетающиеся с иллативной формой *m*-ового инфинитива, управляют иллативом. Да и сам *m*-овый инфинитив иллативной формы является по происхождению отглагольным именем на *-ma* (*-mä*) в иллативе. Отсюда естественно, что глаголы, управляющие иллативом, а не аккузативом или партитивом, являются непереходными глаголами. Только позднее в сферу финитных глаголов, сочетающихся с иллативной формой, начинают проникать глаголы, сочетавшиеся вначале только с основным инфинитивом. Они могут быть и переходными (*tahtoa* «хотеть», см. ниже).

Поскольку в круг глаголов, сочетающихся с *m*-овым инфинитивом иллативной формы, входят глаголы со значением «приказания, повеления, просьбы, требования», т. е. глаголы, выражающие отношение к действию, и по своему значению приближающиеся к модальным, а также в связи с широкой распространенностью сочетаний с *m*-овым инфинитивом иллативной формы, в финском языке начинает наблюдаться некоторое функциональное смешение форм *t*-ового и *m*-ового инфинитивов. Глаголы, требовавшие основного инфинитива, начинают употребляться с *m*-овым инфинитивом иллативной формы (но не наоборот!). Интересно отметить, что глагол *alkaa* «начать», сочетающийся с основным инфинитивом, в разговорной речи зачастую употребляется с *m*-овым инфинитивом иллативной формы. Даже глагол *tahtoa* «хотеть», требующий после себя прямого дополнения и употребляющийся только с основным инфинитивом, может в некоторых конструкциях с прямым дополнением употребляться с *m*-овым инфинитивом иллативной формы, например: *Tahdon heidät mukaani lähtemään* (J. Aho) «Хочу их отправить с собой. (Хочу, чтобы они отправились со мной)». Этот факт говорит, если и не об определенном движении к унификации

однородных явлений и созданию единой грамматической формы, то во всяком случае, о намечающейся тенденции к этому.

Аналогичное явление отмечено в древнерусском языке, где первоначально существовали именные по своему происхождению формы — инфинитив и супин, которые употреблялись в сочетании с финитными глаголами. Позже, поскольку инфинитив и супин имели одинаковое употребление, инфинитив начал вытеснять супин. Этому способствовало еще и то обстоятельство, что между формой инфинитива и формой супина имелись лишь небольшие фонетические различия.

Ввиду широкой грамматической обобщенности сочетаний финитных глаголов с иллативной формой *m*-ового инфинитива, невозможно установить точные лексико-грамматические группы, по которым распределяются эти глаголы. Выделим все же наиболее общие по значению группы.

а) Глаголы, выражающие принуждение, приказание, просьбу, требование, например: *pakottaa* «принуждать, заставлять», *vaatia* «требовать», *yllyttää* «подстрекать», *panna* «заставлять» и т. д.

б) Глаголы, выражающие возможность, способность, попытку, годность, например: *kyetä* «мочь, быть в состоянии», *kelvata* «годиться, быть годным», *päästä* «мочь, быть в состоянии», *saada* «мочь, быть в состоянии» и т. д.

Следует отметить, что к этой группе относится очень мало глаголов, поскольку они являются модальными и вследствие этого не могли не наталкиваться на сопротивление модальных глаголов, сочетающихся с основным инфинитивом. Однако уже сам по себе факт сочетания этих глаголов с *m*-овым инфинитивом иллативной формы указывает на колоссальную устойчивость и возрастающую грамматическую обобщенность этих инфинитивов.

в) Глаголы, выражающие начало действия, например: *ruveta* «начинать», *ryhtyä* «приниматься» и т. д.

г) Глаголы, выражающие движение, изменение положения, например: *lähteä* «отправиться», *juosta* «бежать», *tulla* «прийти» и т. д.

Подобных примеров можно было бы привести много, так как значение иллатива гармонирует со значением сочетающегося с ним финитного глагола.

д) Глаголы с разнообразными лексическими значениями, например: *avata* «открывать», *heittää* «бросать», *hätistää* «прогонять», *ikävyystyä* «соскучиться», *ripustaa* «вешать», *purkskahtaa* «фыркнуть» и т. д.

Необходимость употребления *m*-ового инфинитива иллативной формы (как и вообще всякого инфинитива) обуславливается лексической значимостью сочетающегося с ним финитного глагола.

В этой связи интересно отметить случаи управления некоторыми глаголами *m*-овым инфинитивом иллативной формы. Так, глагол *jääda* «оставаться, остаться», согласно его современному значению никак не мог бы управлять иллативной формой *m*-ового инфинитива, так как он не обозначает движения или вообще изменения состояния. Так, Генетц (7) пишет: «в эстонском языке, который употребляет слово *jääma* кроме значения «оставаться», оно встречается еще в таких выражениях *silmad jäänd auki* «глаза провалились в глазницы»; *uued jäädad* «новые прибывающие»; *oma arust ära jääma* «сойти с ума»; *naene jäi maha* «женщина родила» (получила ребенка); *sest ei ole yhtegi välja jäänud* «из этого ничего не вышло» (наружу); *ta jäi haigeks* «он стал больным».

Таким образом, глагол *jääda* «остаться» в родственном языке еще и сейчас сохраняет побочным значение «стать», «измениться», «переместиться»: И, конечно, управлять иллативом этот глагол начал еще в то время, когда основным его значением было «стать, измениться, переместиться».

Несомненно, что и другие глаголы, управление которых иллативом при современном их лексическом значении кажется неправомерным, имели прежде другое (более активное) значение. Глагол *oppia* «учить-ся, научиться» первоначально означал «ходить смотреть, посещать» (5); глагол *ajatella* «думать, мыслить, размышлять» этимологизируется от глагола *ajaa* «ехать, гонять, вести» (5); глагол *ruvetä* «начать, начинать» первоначально означал «схватить, коснуться, достигать» (7). Впрочем, даже в современном финском языке некоторые глаголы имеют двойственное значение, например, *istua* — означает и «сидеть» (состояние) и «сесть» (действие), глагол *nukkua* — означает и «спать» и «заснуть», глагол *rohjeta* — означает «быть храбрым» и «осмелиться» и т. д.

Исторически сложившееся управление финитных глаголов иллативом имени впоследствии перешло в сочетаемость некоторой их части с *m*-овым инфинитивом иллативной формы. Таким образом, все глаголы, сочетающиеся с *m*-овым инфинитивом иллативной формы, могут свободно управлять иллативом имени. В то же время не все глаголы, управляющие иллативом имени существительного, могут сочетаться с *m*-овым инфинитивом иллативной формы. Это сужение круга глаголов, сочетающихся с иллативной формой *m*-ового инфинитива, по сравнению с кругом глаголов, управляющих иллативом имени, происходило вследствие того, что функциональное значение падежа иллатива при иллативной форме *m*-ового инфинитива значительно меньше, чем значение этого падежа при имени.

ЭЛАТИВНАЯ ФОРМА

Как сочетания *m*-ового инфинитива иллативной формы с финитными глаголами, так и сочетания *m*-ового инфинитива элативной формы в основном выражают либо отношение к действию (действие или состояние мыслятся как возможные, необходимые, требуемые), либо прекращение, запрещение действия. И та и другая формы выражают модальные отношения. Однако сочетаемость *m*-ового инфинитива элативной формы с финитными глаголами не так широка.

По своему лексическому значению глаголы, сочетающиеся с *m*-овым инфинитивом элативной формы, можно разбить на следующие группы:

а) глаголы, выражающие запрещение, например: *kieltää* «запрещать»;

б) глаголы, выражающие прекращение действия, например: *lakata* «переставать», *tauota* «прекращаться», *herjetä* «переставать»;

в) глаголы, выражающие предостережение, воздержание, уклонение от какого-либо действия, например: *vargoa* «остерегаться», *pidättäytyä* «воздерживаться», *viivytellä* «задерживать», *välttää* «избежать»;

г) глаголы с различной семантикой, как например: *ujostella* «стыдиться, стесняться», *uusia* «уставать, утомляться», *hillitä* «удерживать, унимать», *tulla* «приходить», *tavata* «встречать».

Личные (финитные) глаголы первоначально, т. е. до того, как образовалась элативная форма инфинитива, управляли элативом имени. Впоследствии, когда образовалась элативная форма инфинитива, от них

отделилась некоторая часть глаголов, которая стала сочетаться с элативной формой имени и управлять элативом имени.

Одновременно с этим происходил процесс сужения функционального значения элатива при элативной форме инфинитива. Функции элатива при имени значительно шире, чем в *m*-овом инфинитиве элативной формы, т. е. происходит сведение падежа и имени в единую грамматическую категорию — инфинитив. Однако этот процесс происходит не так ярко, как при *m*-овом инфинитиве иллативной формы.

Так как функциональное значение элатива при имени значительно шире, чем значение падежа при элативной форме *m*-ового инфинитива, то и круг глаголов, управляющих элативом имени, шире, чем круг глаголов, сочетающихся с элативной формой *m*-ового инфинитива.

ИНЕССИВНАЯ ФОРМА

Как и иллативная форма *m*-ового инфинитива, инессивная форма сочетается с определенными финитными глаголами. Однако эта сочетаемость чрезвычайно ограничена. Она охватывает лишь небольшой круг глаголов, причем они по своему лексическому значению очень однообразны. Эти глаголы выражают или состояние *olla* «быть», *istua* «сидеть», *seisoa* «стоять»; или движение *käydä* «ходить», *juosta* «бежать», *juoksennella* «бегать» и т. д. При чем сочетания финитных глаголов с *m*-овым инфинитивом инессивной формы, в отличие от форм вышеуказанных инфинитивов, передают продолжительное, а также второстепенное действие¹, например: *Hän tapasi insinöörin istumassa kirjoituspöydän ääressä*. «Он застал инженера сидящим (букв. «в сидении») за письменным столом».

ИНСТРУКТИВНАЯ ФОРМА

Инструктивная форма *m*-ового инфинитива сильно отличается от других инфинитивных форм. Во-первых, она сочетается всего лишь с безличным глаголом *pitää* «нужно, следует» (в диалектах встречается еще сочетание безличного глагола *täytyy* «следует, надо» с инструктивной формой *m*-ового инфинитива). Во-вторых, действующее лицо при этом сочетании всегда выражено генитивом имени или местоимения, например: *Noinhan killin tytön lakaiseman pitää* (A. Kivi). «Так послушной девочке нужно подметать».

Третьим важным отличием от предыдущих является способность этой формы выступать (при отсутствии действующего лица) в неопределенно-личной форме (пассиве).

Например:

Jo pitää lähettämän
Työ pitää tehtämän

«Уже нужно отправиться»
«Работу нужно сделать».

Очевидно, что этот инфинитив имел особые пути развития и только при формировании других *m*-овых инфинитивных форм вошел в систему этих форм.

¹ Даже в сочетаниях, где глагол *olla* выступает как вспомогательный и призван нести чисто грамматическую функцию (выражать время, число, наклонение), он не утрачивает окончательно самостоятельного лексического значения (ср. *minä katson* «я смотрю» и *minä olen katsomassa* «я смотрю», букв. «я пребываю и смотрю», «я пребываю в смотре»).

АБЕССИВНАЯ ФОРМА

Несколько особое положение среди *m*-овых образований занимает абессивная форма.

Финитные глаголы, сочетающиеся с рассмотренными ранее формами инфинитивов, так или иначе требовали (или в крайнем случае могли требовать) после себя инфинитивную форму. Так, при глаголах, выражающих идею движения, как например, *lähteä* «отправиться», *tulla* «приходить», *juosta* «бежать» и т. д. инфинитив может стоять, а может и не стоять. Другие глаголы, как например, *vaatia* «требовать», *ryhtyä* «браться», *kyetä* «быть в состоянии» и т. д. требуют инфинитив уже с большей настоятельностью. Здесь следует отметить, что глаголы, сочетающиеся с основным инфинитивом, вообще сильнее требуют инфинитив, чем остальные глаголы, которые сочетаются с другими формами инфинитива. И, наконец, имеются глаголы, как например, *käskä* «приказать», *yrityä* «пытаться» и т. д., которые либо с трудом могут употребляться без инфинитива, либо вообще не употребляются без него.

Все рассмотренные ранее случаи представляли собою грамматическое сочетание финитного глагола с инфинитивом, так как определенные финитные глаголы сочетались или «управляли» инфинитивом. Эти сочетания финитных глаголов с инфинитивами в большинстве случаев характеризовали отношение к действию (готов, хочу, начал, перестал, собрался, отказался, приказал и т. д.). В отличие от этого абессивная форма в сочетании с финитным глаголом не выражает этих отношений, а передает в основном способ совершения главного действия, т. е. выступает в позиции обстоятельства. Грамматически она не связана с финитным глаголом — сказуемым, поэтому может и отсутствовать, не нарушая основного костяка предложения (подлежащее — сказуемое).

Кроме того, все сочетания финитных глаголов с инфинитивами характеризуют усложненный, но единый акт действия. Абессивная же форма инфинитива при личном глаголе передает не усложненное действие, а действие добавочное к основному. Например: *Katsomattaan hän sen näkeel, kuulematta kuulee hän sen kohinan* (J. Aho) «Не глядя, он это видит, не слушая, слышит он этот шум».

Выступая в позиции обстоятельства, абессивная форма менее тесно связана с финитным глаголом; она не «управляется» определенным финитным глаголом, а примыкает к нему.

Таким образом, как по своей синтаксической функции, так и по значению абессивная форма не совпадает с ранее рассмотренными нами формами, а потому и не подходит под категорию инфинитивов. Учитывая, что абессивная форма выступает в функции обстоятельства образа действия, а также выражает действие дополнительное к основному, вполне правомерно отнести ее к категории деепричастия. Не выходя из системы глагола, деепричастие сохраняет видовые значения и способность глагольного управления, а также может получать после себя прямые дополнения.

АДЕССИВНАЯ ФОРМА

Адессивная форма, также как и абессивная форма *m*-ового деепричастия, выражает в основном способ совершения действия. Однако в отличие от абессивной формы *m*-ового деепричастия, которая выражает отрицательное действие или состояние, адессивная форма *m*-ового

деепричастия выражает способ, средство совершения действия без отрицания, например: *Naiset hankkivat leipänsä kutomalla verkkoja tai pujot-telemalla silakoita kalasavustamoissa taikka tekemällä töitä kunnan rikkaiden pelloilla* «Женщины зарабатывали хлеб, прядя (букв. «прядением») сети или нанизывая (букв. «нанизыванием») салаку в копильне; или работая (букв. «делая работу») на полях богатеев общины».

* * *

Анализ показал, что формы так называемого III-го инфинитива существенно отличаются друг от друга. Термин «инфинитив» оказался всего лишь собирательным, под который подводились совершенно различные по функции и значению грамматические формы. Классификация основывалась исключительно на принципе общности происхождения данной грамматической категории без учета ее значения и функции. Однако один исторический принцип классификации не отражает современного состояния языка. Об этом в свое время предупреждал Потембин (4): «Превратившись из падежа в особую грамматическую категорию, неопределенное наклонение вместе с падежом лишилось и других свойств имени: рода и числа».

Поэтому объяснение синтаксических особенностей неопределенного наклонения из его падежного значения может быть оправдано лишь для случаев, восходящих к тому времени, когда неопределенное наклонение было еще именем¹.

На основании исследования так называемых инфинитивов мы даем следующую классификацию:

1. Инфинитивные формы:

иллативная форма: *rupesi kertomaan* «начал рассказывать»;
элативная форма: *kieltäytyi kertomasta* «отказался рассказывать»;
инессивная форма: *oli kertomassa* «рассказывал» (букв. «был в рассказе»);
инструктивная форма: *hänen pitää kertoman* «он должен рассказать».

2. Деепричастные формы:

абессивная форма: *istui kertomatta* «сидел, не рассказывая»;
адессивная форма: *kertomalla* «рассказывал, рассказыванием».
Суффикс *-ta* (*-mä*), общий для *m*-овых инфинитивных форм и первоначально являвшийся суффиксом отглагольных имен существительных, в инфинитивных формах приобрел большую абстрактность, при выражении действия или состояния без отношения к действующему лицу.

Общим для всех *m*-овых форм является также то, что они, за исключением иллативной формы, не выступают в предложении обособленно, вне сочетания с финитными или вспомогательными глаголами. На этом, собственно, и кончается сходство *m*-овых инфинитивных форм. Далее начинаются серьезные различия.

¹ Ср. также: «В самом деле, история языка может дать объяснение фактам, но служить основой для классификации фактов живого языка она не в праве, т. к. при таком допущении исследователь принужден будет дойти, по крайней мере, до праиндоевропейских категорий». В. Малаховский. «Синтаксическое значение инфинитива в русском языке». Сб. тр. Иркутского ун-та, вып. 8, 1924.

Во-первых, инфинитивные формы имеют падежные суффиксы, отличные от суффиксов деепричастных форм. Падежные же суффиксы во всех этих образованиях несут значительную (если не основную) грамматическую нагрузку, вследствие чего эти образования нельзя назвать инфинитивами в чистом виде. М-овые образования с падежами, сочетающимися с глаголами движения, т. е. с иллативом и элативом, близки к инфинитивам, в то время как образования с падежами, обозначающими состояние, т. е. абессивом и адессивом, ближе к деепричастиям.

Во-вторых, инфинитивные формы, в отличие от деепричастных, сочетаются лишь с определенным кругом финитных глаголов. Круг же глаголов, сочетающихся с деепричастными формами, не может быть столь строго ограничен. Кроме того, глаголы, сочетающиеся с инфинитивными формами, характеризуются более сильным управлением, в то время как глаголы, сочетающиеся с деепричастными формами, могут иметь различное управление (большей частью слабое), т. е. деепричастные формы ни сочетаются, ни управляются финитными глаголами.

В-третьих, инфинитивные формы, в отличие от деепричастных, передают единый, хотя и усложненный акт действия, в то время как деепричастные формы передают действие дополнительное, сопутствующее основному.

В-четвертых, инфинитивные формы вместе с финитными глаголами большей частью выражают составное глагольное сказуемое, в то время как деепричастные формы выступают в функции обстоятельства образа действия. Нужно сказать, что вопрос о членах предложения, выраженных инфинитивными формами, в финском языке окончательно не решен и требует специального исследования.

Таким образом, между инфинитивными и деепричастными формами имеется принципиальное различие, которое не дает права отождествлять эти категории и объединять их общим наименованием «инфинитивы». Спорным может быть только вопрос о правомерности наименования инессивной, элативной и инструктивной форм *т-овых* образований инфинитивами. Здесь, очевидно, следует считаться с тем, что для них наименование «инфинитивы» стало традиционным, в то время как термин «герундии» (2) в финно-угорской лингвистической литературе употребляется довольно редко. Термин инфинитив и деепричастие в финно-угорской литературе встречается чаще (1, 3).

Однако, как бы мы ни называли разбираемые формы, для нас важно подчеркнуть специфическое различие иллативной, инессивной, элативной и инструктивной форм, с одной стороны, и абессивной и адессивной форм, с другой.

На основании изложенного мы даем следующее определение инфинитива в финском языке: инфинитив есть отглагольная категория, обозначающая действие или состояние безотносительно к действующему лицу, сочетающаяся с определенным кругом финитных глаголов (в чем и заключается его основная функция) и находящая выражение в словах, имеющих грамматические категории «вида» и управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балаш И. Венгерский язык. М., 1951, стр. 158—160.
2. Бубрих Д. В. Историческая морфология финского языка. Изд. АН СССР, М.—Л., 1955, стр. 74, 75.
3. Бубрих Д. В. Грамматика литературного коми языка. Л., 1949, стр. 118, 135—143.
4. Потехина А. Из записок по русской грамматике. I—II. Харьков, 1888, стр. 345.
5. Хакулинен Л. Развитие и структура финского языка. Изд. иностр. лит., М., 1955, стр. 78, 80—81.
6. Cannelin C. III:n infinitiivin illatiivi substantiivin määräyksenä. Virittäjä, 1927, стр. 145.
7. Hakulinen L. Koulujemme kielihistorian opetuksen etymologisesta puolesta. Virittäjä, 1927, стр. 219.
8. Genetz A. Minkätähden „jääda” sana vaatii tulosijoja? Virittäjä, 1900, стр. 27.

С. В. ГРИГОРЬЕВ

ЛЕТОПИСЬ МАТЕРИАЛОВ ПО ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ (КАРЕЛИЯ И КОЛЬСКИЙ П-ОВ)

География, экономическая география, геология, гидрография
(описания, словари XVIII — начала XIX вв.)

1. В 1957 г. исполнилось 230 лет со времени составления первого экономико-географического обзора и своеобразного справочника по России. Справочник представлял две книги и назывался «цветущее состояние Всероссийского государства, в каковое начал, привел и составил неизреченными трудами Петр Великий...» «Собрано трудами... бывшего в сенате оберсекретаря Ивана Кириллова из подлиннейших сенатских архивов в феврале месяце 1727 г...» Опубликовано проф. Московского ун-та М. П. Погодиным в Москве в 1831 г.

Карелии касается книга первая под длинным заголовком («Кн. первая, в которой описаны губернии и провинции, в них города, гарнизоны, артиллерия, канцелярии, конторы, управители с подчиненными, епархии, монастыри, церкви, число душ, расположенные полки и доходы, как оные ныне состоят, губернии Санкт-Петербургская, Московская, Смоленская, Киевская, Воронежская, Рижская, Ревельская»). О Карелии: в описании Выборгской провинции — о Кексгольме (Приозерск), Сердоболе (Сортавала); в описании Новгородской провинции — о г. Олонце, Олонецких заводах, пильных мельницах, Олонецкой верфи, минеральных (марциальных) водах.

2. В 1793 г. вышел в свет первый (по времени составления 1744 г. и последующие) «Лексикон российский, исторический, географический, политический и гражданский, сочиненный Василием Никитичем Татищевым», ч. I—III. Словарь не закончен (доведен до буквы «К» включительно), напечатан в Санкт-Петербурге, в типографии Горного училища. В нем имеется несколько статей о Карелии по гидрографии — р. Ананюкса (Янисъёки, из оз. Янис), р. Андома, оз. Водло и р. Водла, о городах — Корела (Кексгольм — Приозерск).

3. В 1773 г. при Московском ун-те напечатан первый (по времени публикации) «Географический лексикон Российского государства, или словарь...» (под длинным заглавием), «собранный города Вереи¹ воеводою Федором Полуниним». Предисловие Герарда Фридерика Мил-

лера. Словарь издан в одном томе (объемом 479 стр.) с приложением таблицы географических координат мест России.

Карелия и Кольский п-ов представлены статьями о таких городах и селах, как Кандалакша, Кемский городок (г. Кемь)¹, Керетское село, г. Олонец (и уезд), село Повенец, Сумский острог, заводы — Воецкий, Выговские (медные), Киворецкий, Кончезерский, Петровский, Тивдийский, Топорецкий, а также о водных объектах — Ладожском оз., Онеге или Онежском оз., р. Свирь. В приложении приведены географические координаты: на Кольском п-ове — Кандалакс (Кандалакша), Кола, Поной (село), Умба (село), в Карелии — Кемский острог (г. Кемь), Керет («Местечко»), Сумский острог (Сумский Посад).

4. В 1788 г. вышли первые четыре части тома Новиковского словаря под названием «Новый и полный географический словарь Российской империи или Лексикон... обширной Империи Российской...» (с длинным и подробным заголовком). Все издание вышло в 1789 г. в шести частях общим объемом более 2000 стр. в Москве, в университетской типографии у Н. И. Новикова. В составлении словаря большую роль играл Л. М. Максимович. Карелии и также Кольскому п-ову посвящено более 45 статей. В приложении к четвертому тому дано описание 7 ярмарок и торгов в Олонецкой провинции.

5. В 1788 г. в Петербурге, при Академии наук, вышел последний, седьмой том капитального экономико-географического труда. «Историческое описание Российской коммерции при всех портах и границах от древних времен до ныне настоящего и всех преимущественных узаконений при оной государя императора Петра Великого и... Екатерины Великия». Составлен М. Д. Чулковым (1743—1792). Труд представляет 21 книгу, общим объемом до 10 тыс. стр. В нем немало статей о Карелии (Олонецкой губ.).

6. В 1957 г. исполнилось 160 лет со дня выхода в свет книги «Дополнения к деяниям Петра Великого, т. XVIII и последний, содержащий в себе о состоянии России, в каковом сей великий государь оставил ее по себе». Книга написана Ив. Голиковым и опубликована в Москве. В разделе «Провинция Новгородская» отведено место г. Олонцу и его уезду.

7. В 1808 г. в Москве вышла в свет последняя, шестая часть (том) «Географического словаря Российского государства» А. М. Щекатова. Часть I (А—Г) вышла в 1801 г. Этот словарь имел объем 3600 стр. размером in — 2°. В этом словаре Карелии отведено более 100 статей. Большие статьи посвящены Архангельской, Выборгской, Олонецкой губерниям (города: Вытегра, Каргополь, Кемь или Кема (и уезд), Лодейное (или Лод. Поле), Олонец, слобода Паданск, Петрозаводск (подробно), Повенец, Пудога, или Пудожск (очень подробно), Сердоболь (Сортавала); из слобод — сел: Шуя, Шунгский пог., Тулоцкий пог., Сорока пог., Соломинская пустынь (Соломенное), Салминский пог., Рыборецкое село, Рускеальский, или Рускеальский пог. (с очень подробным описанием мраморов, его добычи), Кидель пог. (подробная статья и описание гранатов), село Коведа (Ковда), Керет, Кандалакша, Имбилахский пог. (г. Импилахти) с подробным геолог. описанием, 2 большие статьи о Даниловском и Выгорецком старообрядческом монастыре. Отмечены отдельными статьями озера и реки: р. Ананюкса (Янисъёки), реки Андома (большая ст.), Вичка, Водла, оз. Водло, реки

¹ Московской губернии.

¹ Все — в транскрипции словаря.— С. Г.

Вытегра, Кемь, Кеп (или Волокса) и водный путь на р. Онегу, оз. Кунто- (Куйто), Ладожское оз., Нево (или Ново), оз. Нотозеро (Кольский п-ов), Олонецкие целительные воды (марциальные), р. Олонка, Онежское оз. (Онега), р. Повенца, оз. Сандал, р. Свирь, р. Сиг (Сегежа) и оз. Сигозеро (Сегозеро), р. Сорока (Н. Выг), оз. Топ (Топозеро), оз. Янеш (Янисъярви). Ряд статей дан об островах и местах замечательных в геологическом или естественно-историческом отношении, рудниках (Ондомская Гора, Брусенский п-ов, Валаам, Дворецкий рудник, Ионенская мраморная ломка на Ладожском оз., Кош-Саари (о-в на Ладожском оз.), Кирун-Каллио-гора, Суйсарь о-в, Тивдийская мраморная ломка, Тулола о-в на Ладожском оз. (описание гранитов), Укзаломп о-в (об агатах), Ювень о-в — подробное описание мрамора (оба на Ладожском оз.)). Ряд статей посвящен Олонецким заводам: Туломозерскому, Туборецкому, Топорецкому, Тивдинскому, Кончезерскому, Киворецкому, Дворецкому руднику, Выговским заводам, Вохтозерскому заводу, Воецкому руднику, Вичковскому заводу.

В. И. РОБОНЕН

О ПРИМЕНЕНИИ ЗЕРКАЛ СКОЛЬЖЕНИЯ ДЛЯ РАСШИФРОВКИ ИЗОКЛИНАЛЬНЫХ СТРУКТУР

На основании известных в литературе методов изучения структур (1), в частности, соотношения миндалекаменных и массивных разностей эффузивов, а также складок волочения со слоистостью, нами была расшифрована структура части сланцево-эффузивной полосы района Парандово в восточной Карелии (рис. 1).

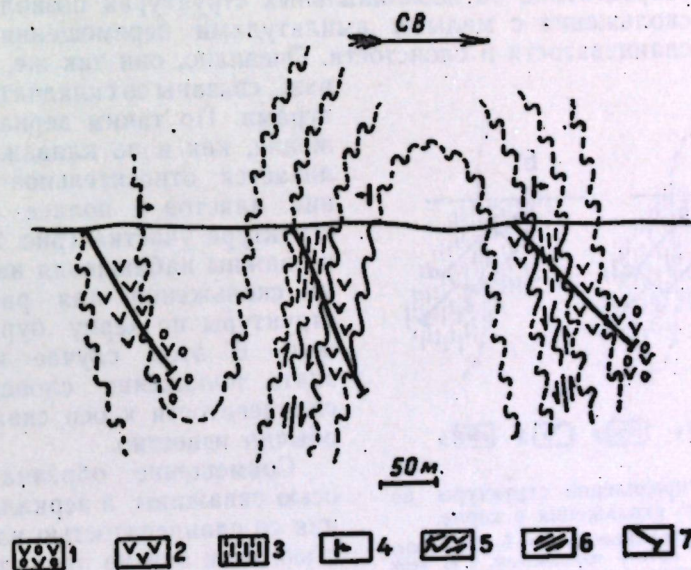


Рис. 1. Геологический разрез юго-западной части сланцево-эффузивной полосы.

1—миндалекаменный метабазит; 2—массивный метабазит; 3—амфиболо-биотито-карбонатный сланец; 4—направление кровли пластов, определенное по миндалекаменной текстуре; 5—складки волочения и направление относительного перемещения; 6—зеркала скольжения; 7—буровые скважины.

Проводившиеся при этом наблюдения показали, что кроме применяемых методов расшифровки геологических структур немых толщ докембрия, можно использовать также и зеркала скольжения.

Известно (1), что соотношение кливажа со слоистостью помогает выяснять геологическую структуру. Но часто, особенно в докембрийских образованиях, кливаж параллелен напластованию, что свидетельствует об изоклиальной складчатости (2). В этом случае можно от-

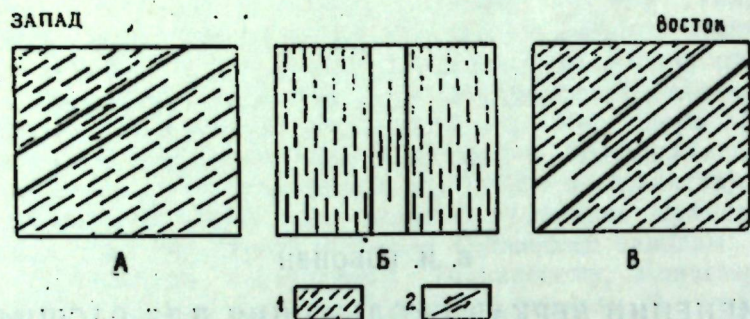


Рис. 2. Зеркала скольжения и их использование для расшифровки структур.

1—слоистость и сланцеватость; 2—зеркала скольжения и направление относительных перемещений пластов. А—синклиналь лежит к западу, антиклиналь—к востоку; Б—синклиналь—к востоку, антиклиналь—к западу; В—синклиналь—к востоку, антиклиналь—к западу и пласты опрокинуты.

личить крыло складки (кливаж и слоистость параллельны) от ее перегиба (кливаж и слоистость образуют значительный угол).

Более определенно об изоклиальных структурах позволяют судить зеркала скольжения с малыми амплитудами перемещения и параллельные сланцеватости и слоистости. Очевидно, они так же, как и кливаж, связаны со складчатыми структурами. По таким зеркалам скольжения, как и по кливажу, устанавливается относительное перемещение пластов и полнее выясняется структура участка (рис. 2). Особенно важны наблюдения над зеркалами скольжения для расшифровки структуры по керну буровых скважин. В этом случае необходимо знать положение слоистости или сланцеватости к оси скважины, что обычно известно.

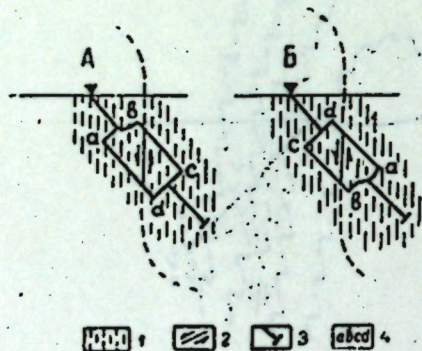


Рис. 3. Определение структуры по зеркалу скольжения в керне.

А—нормальное положение керна; Б—кern повернут на 180° против нормального, т. е. верх керна по скважине обращен вниз, а низ—вверх. 1—сланцеватость и слоистость; 2—зеркало скольжения и направление дифференциальных движений; 3—ось скважины; 4—кern.

чатости. При этом интересно отметить, что, как и со складками волочения, получается однозначный ответ независимо от того, известен верх и низ керна по скважине или нет (рис. 3), тогда как последнее необходимо знать при использовании миндалекаменной текстуры, ритмичной слоистости и других текстурных признаков в эффузивах и осадочных горных породах. Так, наблюдения над зеркалами скольжения в указан-

ном выше районе показали, что структура, выявленная при этом, совпала со структурой, расшифрованной на основании соотношения массивных и миндалекаменных разностей метадиабазов и складок волочения в сланцах (рис. 1).

Такое совпадение выводов, полученных разными путями, убеждает в возможности и, следовательно, целесообразности использования зеркал скольжения для выяснения положения пластов, а, значит, и расшифровки геологических структур.

Отдел региональной геологии
Карельского филиала АН СССР

Поступила в редакцию
1/XII 1957

ЛИТЕРАТУРА

1. Биллингс М. П. Структурная геология. Изд. ИЛ, М., 1949.
2. Сб. «Методическое руководство по геологическому картированию метаморфических комплексов». Под ред. В. А. Николаева. Госгеолтехиздат, М., 1957.

Ф. И. БЫДИН

О НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВЫПАДЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КАРЕЛИИ

Знание атмосферных осадков необходимо для многих целей. Между тем об их численной роли, распределении по территории и других особенностях мы знаем недостаточно. Этому мешал ряд обстоятельств, часть из которых в настоящее время отпала. Но все же и сейчас чрезвычайно мало обзоров на эту тему. Последние годы автор настоящего сообщения уделял специальное внимание вопросу о роли атмосферных осадков в гидрологии. Опубликован ряд статей. Однако в них не затрагивались вопросы неравномерности выпадения осадков по территории, хотя это никогда не вызывало сомнений. В ряде случаев была неясна численная роль этой неравномерности в гидрологических расчетах и прогнозах, причем всегда не хватало достаточного количества сведений для обстоятельного рассмотрения. И сейчас все еще отстает опубликование накопленного громадного фонда наблюдений атмосферных осадков в нашей стране, что имеет место и в Карелии. Но с помощью Петрозаводской гидрометеорологической обсерватории Гидрометслужбы СССР представляется возможным сравнительно детально рассмотреть атмосферные осадки по территории Карелии за 1956/57 гидрологический год (с ноября 1956 г. по октябрь 1957 г. включительно).

Краткое сообщение по этому вопросу и представляет предмет нашего сообщения.

Сотрудниками Карельского филиала АН СССР М. А. Степанищевой и Е. А. Минкиной по нашей методологической схеме были составлены ежемесячные и годовая карты распределения атмосферных осадков по территории Карелии. Эти карты будут систематически дополняться другими необходимыми сведениями и характеристиками, чтобы в результате получить полное представление о поступлении влаги из атмосферы. Это необходимо для решения многих теоретических и практических задач по использованию водных ресурсов республики. Например, при изучении баланса Онежского и Ладожского озер стало ясно, что точное знание атмосферных осадков, выпадающих на зеркало этих озер, имеет существенное значение, не говоря уже о том, что надо точно знать атмосферные осадки в водосборах этих водоемов. В самом деле, 1 мм атмосферных осадков на зеркало Онежского озера дает объем воды в 9,7 миллиона м³, а на зеркало Ладожского озера почти вдвое больше.

Когда же мы обращаемся к метеорологическим наблюдениям в районе этих озер, то находим, например, по береговым станциям Онежского озера следующие величины: 815 мм за гидрологический год по м. ст. Шокша и 596 мм по м. ст. на о-ве Василеисн. Разница составляет 219 мм или 2,12 км³ в объеме поступившей воды в Онежское озеро (если предпочесть какую-либо одну из этих станций для расчетов и прогнозов), что равносильно запасу воды в озере, или отсутствию его для выработки около 175 миллионов квт/ч на Свирских гидроэлектростанциях.

Следовательно, нельзя пользоваться данными одной или даже двух-трех метеорологических станций на Онежском озере, а надо иметь несколько надежных станций. При этом сейчас еще не вполне ясно, сколько надо таких станций и где их разместить.

На рис. изображено распределение годовых величин атмосферных осадков в районе Онежского озера за 1956/57 гидрологический год. К сожалению, нам пока не удалось собрать сведений об осадках южной части Онежского озера. Но и без них видна пестрота в распределении атмосферных осадков в районе озера. Если бы сведений было больше, то, возможно, пестрота цифр намного бы возросла. Особенно необходимы данные об атмосферных осадках непосредственно на самом озере, так как

здесь может быть свой особый режим погоды, никем в достаточной степени не описанный. Однако из очень ограниченных сведений известно, что на больших озерах и морских заливах очевидцы наблюдали ясную погоду, когда на суше шли дожди. Но этих сведений недостаточно, их нельзя использовать для цифровых расчетов.

Обратимся к распределению осадков по территории Карелии. Окажется, они распределялись так:

- в ноябре 1956 г. от 16 мм на севере до 81 мм на юге;
- в декабре 1956 г. от 16 мм на севере до 79 мм на юго-западе;
- в январе 1957 г. от 13 мм в центральной части до 77 мм на юге;
- в феврале 1957 г. от 32 мм на севере до 100 мм на юге;
- в марте 1957 г. от 1—2 мм на севере, востоке, в центральной и южной части до 19 мм на юго-западе;
- в апреле 1957 г. от 7 мм на севере до 58 мм на юге;
- в мае 1957 г. от 14 мм на севере до 97 мм в южной части;
- в июне 1957 г. от 27 мм на юге до 113 мм на юге;
- в июле 1957 г. от 22 мм на юге до 113 мм в центральной части;

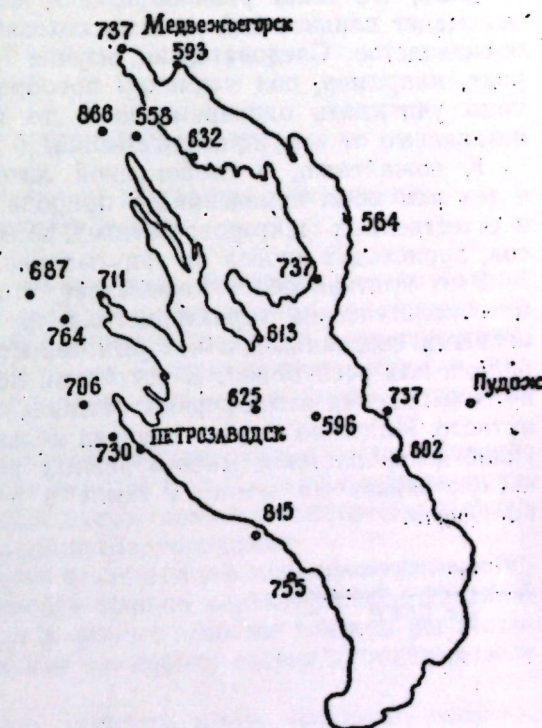


Рис. Величины атмосферных осадков в районе Онежского озера.

в августе 1957 г. от 18 мм на севере до 145 мм на юго-востоке;
в сентябре 1957 г. от 33 мм на севере до 160 мм на юго-востоке;
в октябре 1957 г. от 28 мм на севере до 160 мм на юге.

За весь гидрологический год (с ноября 1956 г. по октябрь 1957 г.) минимальное количество осадков 380 мм было на севере, а максимальное 869 мм в центральной части (около Медвежьегорска), а 832 мм на юго-востоке (в районе р. Водлы).

Ясно, что такое разнообразие в количестве атмосферных осадков оказывает влияние как на сельскохозяйственное, так и промышленное производство. Следовательно, изучая происходящие изменения в природе, например, под влиянием преобразующей деятельности человека, надо учитывать одновременно и те изменения, которые происходят независимо от этих преобразований.

К сожалению, в современной литературе встречаются суждения о тех или иных изменениях в природе без разделения искусственных и естественных факторов; поэтому, вместо разъяснения нужных вопросов, происходит иногда их запутывание.

Этот краткий обзор показывает, что пора детально разрабатывать метеорологические характеристики, не ограничиваясь слишком осредненными сведениями, в которых теряется специфика того или иного района или республики. В частности, необходимо знать роль ежесуточного выпадения атмосферных осадков, а иногда и почасового и минутного. Иначе во многих случаях нельзя расшифровать сложное сочетание и переплетение многообразных факторов, влияющих на биологическую жизнь на земле, в земле и в воде, на динамику различных процессов.

Отдел гидрологии
Карельского филиала
АН СССР

Поступила в редакцию
28/V 1958

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

НЕКОТОРЫЕ СПОРНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИИ ДОКЕМБРИЯ КОЛЬСКОГО П-ОВА

Упорный многолетний труд коллектива геологов Северо-Запада СССР нашел отражение в ряде сводных работ и карт, вышедших за последние годы. Однако решение многих вопросов стратиграфии, структуры и вулканизма докембрия на Кольском п-ове остается еще сомнительным и спорным. Некоторые из них мы и хотим затронуть в настоящей рецензии.

В пятом выпуске «Трудов института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР» опубликована интересная статья И. В. Гинзбург «Об одном примере генетической связи редкометалльных пегматитов с гранитными породами».

Мы работаем в районе, который освещается в названной статье. По нашим данным, автор дает не вполне точную характеристику материалов по рассматриваемому району. В связи с этим мы считаем необходимым высказать несколько замечаний по поводу статьи и поднимаемых в ней проблем.

Автор статьи сделал попытку решения очень важного вопроса, десятки лет стоящего перед геологами Кольского п-ова. Он поставил себе целью установление генетической связи редкометалльных пегматитов с определенным типом гранитов. При этом для обоснования высказываемых положений попутно затрагиваются вопросы стратиграфии докембрия и классификации гранитоидов всего Кольского п-ова. Таким образом, два последних вопроса как бы не являются главными в статье. Однако они настолько важны, что пройти мимо них нам не представляется возможным.

Начнем со стратиграфии. Автор считает, что древнейшими геологическими образованиями района являются разнообразные парагнейсы и кристаллические сланцы (имеются в виду породы свиты Колмозеро-Воронья, — В. Т. и Л. Г.)... Соотношения свиты метаморфических пород в целом и отдельных ее составляющих (парагнейсов и ортоамфиболитов) с развитыми в районе гранитоидами долго оставались невыясненными. «Нашими исследованиями (автора статьи, — В. Т. и Л. Г.), подтвержденными впоследствии данными геологической съемки, были обнаружены нормальные интрузивные контакты олигоклазовых гранитоидов с породами метаморфической свиты». Отсюда возраст олигоклазовых гранитоидов определяется автором как более молодой по отношению к возрасту метаморфической свиты (стр. 168).

Теперь обратимся к фактам, наблюдавшимся в рассматриваемом районе рядом геологов. Уже в 1952 г. в пределах свиты Колмозеро—Воронья были обнаружены конгломераты, сложенные галькой олигоклазовых гранито-гнейсов (Л. А. Кириченко, Е. Г. Минина, позже В. П. Зуева). Затем эти находки подтвердились. Для конгломератов было установлено их базальное положение (В. А. Токарев, 1956; И. Д. Батиева и И. В. Бельков, 1957) или расположение их в базальной толще свиты Колмозеро—Воронья.

Таким образом, всю свиту Колмозеро—Воронья, на основании полевых материалов и наблюдений указанных геологов за последние годы, можно считать, несомненно, более молодой, чем подстилающие ее олигоклазовые гранито-гнейсы.

По этому же вопросу значительно раньше высказывались А. А. Полканов, Н. Г. Судовиков и Л. Я. Харитонов, считавшие олигоклазовые граниты первой группы образования более древними, чем комплекс парагнейсов, кристаллических сланцев и амфиболитов, относимых ими к нижнему протерозою. Наши данные, как было отмечено выше, подтверждают правильность их взглядов, хорошо согласующихся с новыми материалами.

Таким образом, мы видим, что автор рассматриваемой статьи, по меньшей мере, неточно решает вопросы стратиграфии района, лежащие в основе многих его дальнейших выводов.

Вопрос о возрастных взаимоотношениях и взаимном воздействии различных гранитоидов района автором рассматривается не совсем в точном согласии с фактами. Этот вопрос тем более важен, что он связан с основной задачей рассматриваемой статьи — проблемой генезиса пегматитов зоны Колмозеро—Воронья. На стр. 169 этой статьи написано: «... наши последние наблюдения отвергают предположение об интенсивном воздействии микроклиновых гранитоидов на олигоклазовые, но не позволяют с точностью судить о возрасте первых...»

Далее автор выделяет четыре разновидности микроклиновых гранитов (стр. 172). Одна из них залегает в олигоклазовых гранитах и объединяется с ними в один комплекс. Две другие образуют как бы самостоятельный комплекс микроклиновых гранитов. Четвертая разновидность входит в комплекс щелочных гранитов.

В то же время, в составе комплекса микроклиновых гранитоидов различаются разнообразные плагио-микроклиновые гранитоиды, связанные переходами, а именно: плагиоклазовые кварцевые диориты и плагиограниты, микроклин-плагиоклазовые тоналиты и гранодиориты, плагиомикроклиновые адамеллиты и граносиениты, микроклиновые кварцевые сиениты, кварцевые монзониты и, наконец, микроклиновые, часто пегматоидные граниты и пегматиты (стр. 167).

Отметим, что в другой статье¹, опубликованной одновременно с рассматриваемой, упоминаются «юные лейкократовые» и «древние» микроклиновые гранитоиды. В статье Гинзбурга, кроме того, говорится еще и о каких-то «лейкократовых представителях, находящихся в олигоклазовых гранитах», ранее нигде не встречавшихся в классификации автора (стр. 169).

Если к сказанному прибавить, что комплекс олигоклазовых гранитоидов разделен на собственно олигоклазовые гранитоиды и микро-

¹ А. А. Чумаков, И. В. Гинзбург. Новая редкометальная геохимическая провинция на Кольском полуострове. ДАН, т. 114, вып. 2, 1957, стр. 402.

клиновые гранит-аплит-пегматиты (стр. 178), то станет ясно, что в результате такой классификации читатель совершенно теряет всякую ориентировку среди бесконечного количества выделенных комплексов, разновидностей и типов гранитоидов. При этом вопрос о взаимном воздействии одних гранитоидов на другие совершенно стирается и его решение становится почти неосуществимым. В изложении автора невозможно теперь понять, какие же именно граниты воздействуют друг на друга.

На основании изучения большого числа шлифов, только по петрографическим признакам, в статье выделен ряд гранитоидов. В материалах геологической съемки района, на которые ссылается автор (стр. 168), невозможно найти самостоятельно выделенные контуры указанных разновидностей и типов гранитоидов. Установлено, что все упомянутые гранитоиды часто образуют беспорядочное смешение, взаимное проникновение контуров, переходы от одного типа к другому, как об этом пишет и сам автор.

По-видимому, вопреки мнению автора статьи, для данной группы и типа пород, ультраметаморфизованных и переживших сложную и многократную контаминацию, такое выделение лишено смысла, может показаться искусственным и в общем противоречит геолого-структурным данным. В целом же вопрос о классификации гранитоидов района в статье запутан и не решен, несмотря на то, что автор утверждает обратное.

Не мешает напомнить о том, что существуют давно признанные и обоснованные большим фактическим материалом взгляды А. А. Полканова, Н. Г. Судовикова, Л. Я. Харитонova и др. о наличии на Кольском п-ове трех главных групп гранитоидов. Последние данные и работы Лаборатории геологии докембрия не дают еще достаточных оснований полностью отрицать эти прежние представления¹.

Переходим к вопросу об установлении автором кровной генетической связи редкометальных пегматитов района с определенным типом гранитоидов. Этот вопрос ставится автором оригинально, широко, но методически решается не совсем верно. Основанием для установления такой связи автору служит близость качественно-спектральных анализов и оптических свойств некоторых порообразующих и аксессуарных минералов. На стр. 180 сказано: «...по изменению оптики и спектрокопии этих мусковитов хорошо доказывается связь комплекса олигоклазовых гранитоидов с микроклиновыми гранитами, их аплитами и пегматитами постепенно возрастают показатели преломления и понижается угол оптических осей мусковитов...»

По наличию в сфене олова (качественные спектральные анализы) и уменьшению его содержания в этом минерале, по мере перехода от олигоклазовых гранитоидов к микроклиновым и далее к пегматитам делается вывод, «...что эта особенность свидетельствует о связи олигоклазовых гранитоидов с пегматитами» (стр. 184). Оказывается, что сфены других гранитных пород по всей сумме своих оптических и спектрометрических свойств настолько отличаются от сфенов в олигоклазовых гранитоидах, что содержащие их граниты не могут отнесены к материнским гранитам пегматитов.

¹ В. А. Николаев, К. А. Шуркин. О некоторых сторонах магматизма глубоко метаморфизованных (архейских) комплексов. Геол. изд., 1957, стр. 364—365.

Аналогичные выводы делаются по составу и оптическим свойствам апатита, циркона, граната, турмалина, эпидота и других минералов.

Необходимо обратить внимание, что ответственные выводы автора в сущности оказываются основанными всего лишь на качественных спектральных определениях (средние линии, следы, слабые линии и т. п.). В тексте нигде не приводятся данные количественных спектральных анализов. В то же время делаются выводы о геохимической эволюции пегматитов, о различии химизма гранитоидов района, о генетической связи с ними пегматитов и пр.

Автор рассматриваемой статьи пишет, что он приблизился к решению вопроса о генетической связи пегматитов с одним из комплексов гранитоидов. В качестве материнских гранитов для редкометалльных пегматитов им установлены обогащенные микроклином породы комплекса олигоклазовых гранитоидов (стр. 192). Такой вывод лишает поисковые работы на эти пегматиты всякой ориентировки, так как олигоклазовые гранитоиды широко распространены по всей территории Кольского п-ова.

Далее оказывается, что благодаря выполнению специальных исследований данное представление, развиваемое автором в течение ряда лет, к настоящему времени получило более обоснованную теоретическую аргументацию.

Высказанные нами выше замечания ясно показывают, насколько прав автор в этих строках. Тем более, что поисковые и разведочные работы позднейшего времени выявили ряд данных, опровергающих выводы автора рассматриваемой статьи.

В заключение надо отметить значительный труд, который И. В. Гинзбург вложила в исследования геологии гранитоидов. Однако неточности ее выводов по очень важным вопросам, имеющим и практическое значение, могут увести по ложному пути при работе над рядом проблем геологии Кольского п-ова.

В. А. Токарев, Л. Л. Гарифуллин.

О НЕПРАВИЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ КОСТОМУКШСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В КАРЕЛЬСКОЙ АССР

В статье К. Л. Пожарицкого «Пути увеличения эффективности геологоразведочных работ и борьба с излишествами в них», помещенной в порядке обсуждения в журнале «Советская геология», № 1, 1958 (орган Министерства геологии и охраны недр СССР), подвергнута заслуженной критике практика работы Министерства и Государственной комиссии по запасам (ГКЗ) и поднят ряд актуальных вопросов, давно ожидающих своего разрешения. Надо полагать, что геологическая общественность широко откликнется на затронутые темы и внесет ценный вклад в улучшение дальнейшей работы Министерства и ГКЗ.

Наряду с ценной критикой ряда положений, К. Л. Пожарицким затронут также вопрос о якобы ненужной разведке Костомукшского месторождения железистых кварцитов в Карельской АССР. Приводя разведку этого месторождения в качестве иллюстрации явно нецелесообразной работы, автор делает ошеломляющие выводы, не выдерживающие, по нашему мнению, никакой критики.

Известно, что месторождение в период его разведки было удалено от ближайшей станции Кочкома Кировской ж. д. на 278 км. Это рас-

стояние для столь крупного месторождения вообще не является непомерно большим. К значительно меньшему — Абаканскому месторождению недавно проведена более длинная железная дорога. В настоящее время, в связи со строительством Западно-Карельской ж. д., транспортные условия Костомукшского месторождения резко изменяются в лучшую сторону, так как конечная станция Юшкозеро второй очереди этой железной дороги будет находиться всего в 60 км (по прямой) от месторождения.

Что касается близости Костомукши к государственной границе, то это обстоятельство не является препятствием к организации добычи и обогащения руд. Как известно, важнейшие для СССР медно-никелевые месторождения Печенгского района непосредственно примыкают к границе, но это не мешает их разработке во все больших масштабах.

Нам совсем непонятно пренебрежительное отношение К. Л. Пожарицкого «к таким убогим рудам» Костомукшского месторождения, содержащим «всего 33,8%» железа. Надо не отставать от времени и помнить, что железистые кварциты — бывшие «руды завтрашнего дня» уже превратились в признанное сырье сегодняшнего дня. Как хорошо известно, однотипные железные руды с «таким убогим содержанием» широко используются не только за рубежом, но и в Советском Союзе. Так, на базе бедных железистых кварцитов построены и строятся горно-обогатительные комбинаты в южных районах страны; на северо-западе на такой же базе (Оленегорское месторождение в Мурманской области) работает Череповецкий металлургический завод, первенец металлургии Северо-Запада страны. При этом железные концентраты доставляются на завод на расстояние свыше 1500 км.

Столь большой пробег рудного сырья и обусловил изыскание сырьевой базы, более приближенной к месту потребления («за несколько тысяч километров», по К. Л. Пожарицкому), о чем имелись соответствующие правительственные постановления. Можно лишь высказать сожаление не о том, что Костомукшское месторождение разведано, а о том, что оно открыто и разведано слишком поздно.

Уместно заметить, что использование Костомукшских руд на Череповецком металлургическом заводе, при надлежащих транспортных связях, позволило бы сократить пробег концентратов с 1536 до 886 км и, в соответствии с действующими тарифами, сократить расходы по перевозке 1 т концентрата на 22 руб. 10 коп., т. е. больше, чем в два раза, и тем самым получить очень большой экономический эффект.

Нам хотелось бы, чтобы, сойдя с заоблачных высот, К. Л. Пожарицкий точнее указал, какие потребители «таких убогих руд» могли бы найтись «за несколько тысяч километров»? Как известно, Костомукшское месторождение не мыслилось и не мыслится в роли поставщика сырья для южной, Уральской или Сибирской металлургии, а имеет только скромное назначение снабжать железными концентратами молодую металлургию Северо-Запада СССР.

Очевидно, непонимание столь азбучных истин и приводит автора к нелепым выводам о нецелесообразности разведки «ненужных запасов непромышленных руд». Позволительно напомнить, что К. Л. Пожарицкий был в числе экспертов при утверждении запасов Костомукшского месторождения. Прогнозная оценка запасов этого месторождения, до

глубины 600—700 м им дана в цифрах порядка 1,0—1,5 млрд. т. Несомненно, что за первую из этих цифр можно ручаться.

В то же время при разведке как Костомукшского, так и ряда других аналогичных месторождений Карелии и Мурманской области, с нашей точки зрения, допущен шаблонный подход и увлечение голой геометризацией. Вопросы структуры, наряду с вещественным составом руды являющиеся основным критерием для прогнозной оценки месторождений этого типа, к сожалению, за редкими исключениями, совершенно игнорировались.

Поскольку вопрос о методике разведки месторождений железистых кварцитов северо-западных районов страны выходит за рамки настоящей статьи, мы позволим себе позднее вернуться к этой теме.

Что касается самого Костомукшского месторождения с его огромными запасами руды, то оно, по нашему мнению, может и должно на первых порах, при расширении Череповецкого завода, дополнить, а затем и полностью заменить далекую Кольскую сырьевую базу. По своим потенциальным возможностям Костомукша может быть поставщиком не только действующего Череповецкого, но и второго металлургического завода в районе Северо-Запада СССР, если такой будет целесообразно построить.

В заключение нам хотелось бы высказать мнение, что нынешняя высокая себестоимость чугуна на Череповецком металлургическом заводе может быть значительно снижена и приближена к себестоимости чугуна на заводах южной металлургии путем использования Костомукшских руд при их более глубоком обогащении, со снижением содержания кремнезема в концентрате до 5—6% с одновременным повышением содержания железа. Возможность такого обогащения доказана опытными работами, проведенными под руководством доктора технических наук Ф. Н. Белаша (Кольский филиал АН СССР) на аналогичных оленегорских рудах.

Приближенные расчеты показывают, что при рациональных транспортных связях Костомукши с Череповецким металлургическим заводом, глубоком обогащении руд себестоимость 1 т чугуна может быть снижена примерно на 100 руб. против нынешней и тем самым почти сравняется с себестоимостью чугуна, получаемого на заводах юга.

Если говорить о возможном строительстве нового металлургического завода в районе Анненского Моста, то он мог бы (при дополнительном строительстве железнодорожной линии Коноша-Волховстрой) иметь значительно лучшие экономические показатели, чем Череповецкий, в силу дальнейшего сокращения пробега железных концентратов до 691 км, что снижает стоимость провоза 1 т до 14 руб. 50 коп. или дополнительно на 6,7 руб. Несколько уменьшается и дальность пробега Воркутинского угля (на 163 км), с соответствующим снижением тарифа на 2,65 руб./т.

При этом необходимо иметь в виду и то обстоятельство, что новый завод мог бы получить готовый кокс частично с Череповецкого завода, при доставке его всего на расстояние 195 км, и тем самым значительно сократить количество дальнепривозного воркутинского сырого угля.

Немаловажными условиями для повышения экономической эффективности нового завода является возможность изыскания некоторых видов необходимого нерудного сырья в непосредственной близости от завода. К числу таких ископаемых относятся флюсовые известняки,

доломиты и огнеупорные глины. Заметно приближаются к месту потребления и диасовые кварциты.

По нашему мнению, изложенного вполне достаточно для доказательства необоснованности выводов К. Л. Пожарицкого, сделанных «при помощи экономического расчета», о нецелесообразности разведки Костомукшского месторождения. Больше того, столь безответственные скороспелые выводы уводят в сторону от дела, дезориентируют Карельский Совет народного хозяйства, в задачи которого входит освоение природных богатств республики, и, кроме вреда, ничего принести не могут.

Е. А. Гедовиус.

КРАТКИЙ ОБЗОР ПОСЛЕВОЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ИСТОРИИ ФИНЛЯНДИИ

Развитие добрососедских, дружеских отношений и сотрудничество Советского Союза и Финляндской республики после второй мировой войны благоприятно влияют на укрепление их культурных связей. За последнее время заметно усилился обмен финляндскими и советскими делегациями, укрепились личные контакты между деятелями культуры и науки, в том числе и между историками обоих государств. Значительно улучшился также обмен научной литературой. Все это, естественно, позволяет глубже изучить жизнь народа, ближе познакомиться с достижениями культурного развития и успехами науки другой страны, еще больше укреплять дружбу между соседями.

Цель данного обзора состоит в том, чтобы показать некоторые направления в развитии современной финляндской исторической науки, а также проблемы, над которыми работают финляндские историки.

Финляндские историки в основном объединяются вокруг Исторического общества, которое является главной организацией, координирующей их деятельность и оказывающей помощь в деле публикации научных трудов. Кроме Исторического общества здесь имеются и другие объединения историков. К ним относятся Объединение по изучению древних памятников Финляндии, Союз друзей истории, а также местные историко-краеведческие организации и различного рода комиссии по изучению истории отдельных районов, городов и т. д.

В Финляндии сравнительно хорошо поставлено издательское дело. Правящие круги страны охотно финансируют различные исследования по политической истории, экономике, отражающие и защищающие их идеологию. Поэтому основные научные труды финляндских буржуазных историков всегда находят издателей, хотя и издаются сравнительно небольшими тиражами. Достаточно отметить, что только Историческое общество Финляндии, существующее с конца XIX в., осуществляет в последние годы несколько серийных изданий. К этим изданиям, прежде всего, относятся «Исторический архив» (отдельные работы и статьи по истории Финляндии) и «Исторические исследования» (отдельные монографии). В этих сериях Историческим обществом с момента его основания издано сто томов. Кроме того осуществляется серийное издание источников по истории Финляндии.

Наряду с изданиями Исторического общества в Финляндии издается «Исторический журнал», выходящий четыре раза в год, где печатаются небольшие по объему научные статьи и сообщения, а также ре-

цензии и критические заметки о вышедших в свет исследованиях по истории. Этот журнал издается Историческим обществом и Союзом друзей истории. Главным редактором является профессор Я. Яккола. Исторические работы издаются и через Абоскую академию, финские университеты в Хельсинки и Турку и другие издательства страны.

Говоря о финляндской историографии послевоенного периода, следует прежде всего отметить, что в работах здешних историков основное внимание уделяется, как и до этого, изучению истории своей страны. Разрабатываются политические, экономические, социальные и другие проблемы финляндской истории. В выявлении источников и освещении отдельных вопросов финляндские ученые несомненно достигли некоторых положительных результатов.

Главное внимание в официальной исторической науке Финляндии уделяется, однако, изучению политической истории страны, изучению таких проблем, как Финляндия в составе Шведского государства, присоединение Финляндии к России, развитие финляндской государственности и т. д. При этом сравнительно много места продолжает уделяться изучению древней и средневековой истории.

В последний период вышли работы: ¹ «Развитие территории передвижения в Финляндии» Р. Аё (1), «Эрик Андерсон» А. Корхонена (2), «Заселение и районирование средневековой Южной Финляндии» А. Оя (3), «Политическое положение Финляндии во время Стена Стуре старшего» С. Суванто (4), «Политическое положение Финляндии на последнем этапе Унии северных стран, 1512—1523» Х. Похьёлан-Пирхонена (5) и др.

Общей чертой для большинства работ, посвященных изучению средневековья, является тенденция рассматривать историю Финляндии с реакционных позиций. Особенно ярко эта тенденция выражена в работах профессора Я. Яккола. В нескольких своих пространных исследованиях (в 1950 г. вышел первый том его новой монографии «Позднее средневековье Финляндии», 6) Я. Яккола сильно идеализирует историю Финляндии в составе Шведского государства, старается доказать «благоприятное» влияние западной культуры и политики на историческое развитие Финляндии, противопоставить так называемый средневековый «цивилизованный» Запад Востоку.

Если финляндское средневековье получило большое освещение в литературе, то политическая история XVIII и XIX вв. остается слабо изученной. Здесь можно упомянуть лишь о монографиях Осмонсало «Покорение Финляндии в 1808 году» (7) и Куяла «Оборона Остерботнии во время Великой Северной войны» (8). В обеих работах главное внимание уделено описанию военных событий.

Причину слабой изученности истории Финляндии XIX в. финляндские ученые, например, фон Бунсдорф (9), объясняют слабым знанием финляндскими историками русского языка, необходимого для изыскания материалов в генерал-губернаторском архиве.

Как уже было отмечено, в финляндской историографии много места отводится изучению истории финляндской государственности, а также вопросу независимости Финляндии. За последние годы по этим проблемам вышел целый ряд книг: «Обзор исторического развития государственной формы Финляндии» Бротеруса (10), «Перелом в государственной жизни Финляндии, 1905—1908» Тельё (11), двухтомный труд

¹ Названия работ в тексте даются в переводе.

«Вопрос о независимости Финляндии, 1917» Паасивирта (12), «Возникновение современной Финляндии» Инкиля (13) и др.

Кроме работ, посвященных отдельным вопросам политической истории страны, в разбираемый период издано несколько обобщающих и популярных книг по истории Финляндии. Так, в 1948 г. вышла «Хронология важнейших событий истории Финляндии» Маннинена (14), в 1951 г. «История Финляндии» Рутту (15). Из всех общих трудов последних лет по истории Финляндии выделяется объемистый двухтомный коллективный сводный труд «История Финляндии» (16), вышедший в 1949 г. под общей редакцией профессора Арви Корхонена. Книга охватывает исторические события Финляндии от древнейших времен до конца второй мировой войны.

Будучи коллективным трудом семнадцати финляндских буржуазных историков и обобщающим предшествующие работы, «История Финляндии» является выразителем позиции всей официальной финляндской историографии. Взгляды на историю Финляндии авторов всех вышеназванных работ, изданных как до, так и после появления «Истории Финляндии», в основном не расходятся с концепцией, данной в этой книге. Поэтому уместно здесь более подробно ознакомиться с ее содержанием.

В основу нового сводного труда были положены результаты, достигнутые финляндской буржуазной историографией, а также работы иностранных авторов, которые, по словам редактора «по новому освещали внешние связи Финляндии и вообще развитие положения Финляндии в сфере европейской культуры и политики» (том I, стр. 5). В этой связи следует отметить, что в списках использованной в труде литературы почти нет ни сочинений русских дореволюционных буржуазных ученых, ни работ советских историков, освещавших некоторые вопросы истории финского народа.

В сводном труде почти совершенно обходятся вопросы экономического развития страны, мало внимания уделяется показу истории финского народа. «История Финляндии» это прежде всего история шведских королей и полководцев, история шведского и отчасти финского дворянства, безгранично угнетавшего шведский и финский народы.

В первом томе «Истории Финляндии» период с древнейших времен и до присоединения Финляндии к России разделяется на одиннадцать этапов, каждый из которых рассматривается в отдельной главе. При этом следует отметить, что только в двух первых главах освещаются вопросы чисто финляндской истории, где авторы говорят о происхождении финно-угорских народов и о том, как сложился финский народ в доисторический период. Во всех других разделах книги основное внимание уделено шведским делам. История Финляндии освещается в тесной связи с историей Шведского государства. Авторы выставляют Финляндию в качестве равноправной части Швеции и называют последнюю по отношению к первой «матерью-землей». Связь Финляндии со своей «матерью-землей» показана настолько крепкой, что Швеция и Финляндия в книге получила общее название «Швеция-Финляндия» (Ruotsi-Suomi). Авторы первого тома, показывая Финляндию частью Шведского государства, его восточной провинцией (itämaa), занимаются описанием тех или иных заслуг Финляндии перед Швецией, восхвалением шведской политики по отношению к Финляндии, приведшей Финляндию в сферу общеевропейской культуры и якобы защитившей финнов от восточного, т. е. русского влияния. При этом авторы первого тома

«Истории Финляндии» стараются оправдать агрессивную политику Швеции по отношению к России, считая, что эта политика являлась якобы оборонительной. Например, шведская агрессия конца XVI и начала XVII вв. против России, по мнению авторов первого тома, имела целью обезопасить Финляндию и Швецию от русской угрозы. Однако конкретные факты нарушают такие утверждения. Сами авторы вынуждены признать, что внешняя политика и интервенция Швеции против России потребовали больших материальных и человеческих жертв, значительная доля из которых падала на население Финляндии. Все это вызывало недовольство среди финнов, чуть не приведшее к открытой борьбе против шведского господства. Однако факты недовольства финского населения политикой шведских феодалов здесь и в других местах упоминаются лишь мимоходом.

Второй том труда посвящен изучению истории Финляндии со времени присоединения ее к России и до конца второй мировой войны. В нем главное внимание также уделено политическим вопросам.

Авторы второго тома вхождение Финляндии в состав России в основном расценивают положительно. Ссылаясь на высказывания известного общественного деятеля Финляндии Снельмана, они указывают, что с присоединением к России Финляндия впервые получила свою государственность в форме автономии. Только в новом государственном объединении в составе России Финляндия получила возможность для своего национального развития (том II, стр. 165). Кроме того, она получила перспективы для быстрого экономического подъема, особенно в период царствования Александра II, т. е. в период буржуазных реформ. Однако, как указывают авторы, положение изменилось с конца XIX в., со времен бобриковщины, когда Финляндия все больше и больше стала ощущать ущемление своих политических прав и усиление национального гнета со стороны царской России. Авторы при этом не проводят различия между политикой царизма и позицией русского народа.

Много места в книге отведено описанию борьбы Финляндии за отделение от России, а также событиям второй мировой войны. Авторы в основном стремятся оправдать внешнюю политику империалистических кругов Финляндии этого периода, допускают грубые нападки на Советский Союз и искажают его политику по отношению к Финляндии.

Таким образом, на примере коллективного труда «История Финляндии» видно, что официальная финляндская буржуазная историография послевоенных лет, связанная с изучением политической истории своей страны, до последнего времени продолжала оставаться на старых реакционных позициях и служить интересам империалистических кругов Финляндии. Фон Бундсдорф, прогрессивный финляндский историк, в обзоре финляндской литературы отмечает, что «История Финляндии» написана неверно и имеется ввиду подготовить новый сводный труд (9). Следовательно, в финляндской исторической науке в настоящее время намечается некоторый отход от старых реакционных позиций.

В послевоенный период наряду с изучением политической истории финляндские историки много внимания уделяют изучению экономических вопросов. Надо отметить, что в этом деле они достигли значительных положительных результатов. Эти результаты заключаются, прежде всего, в изучении и систематизации обширного статистического и другого фактического материала, относящегося к отдельным отраслям экономики страны.

За последние годы, так же как и до этого, в Финляндии издано много книг по вопросам экономического развития страны. Достаточно сказать, что в стране трудно найти такую отрасль промышленности или отдельное промышленное предприятие, которые не имели бы работ, посвященных их истории. Однако большинство из них не представляет большой научной ценности.

Из общих монографических работ последних лет по истории экономического развития Финляндии прежде всего надо отметить работу Алхо «Возникновение и развитие промышленности Финляндии нового времени, 1860—1914» (17). Она посвящена изучению вопроса о развитии капиталистической промышленности Финляндии со времени ее возникновения и до первой мировой войны. По мнению автора, этот период является первым этапом индустриализации страны, во время которого совершились глубокие изменения в структуре народного хозяйства и общества Финляндии (стр. 11). В свою очередь, этот период в исследовании разделяется на два этапа: первый, с 1860 по 1890 г. — годы возникновения промышленности нового времени; второй с 1890 по 1914 г. — время большого промышленного подъема Финляндии. В книге дается довольно подробная история развития главных отраслей финляндской промышленности — металлургической, текстильной, лесопильной, бумажной и других. Автор отмечает, что в деле развития промышленности Финляндии и сбыта ее продукции чрезвычайно большую роль сыграл русский рынок (стр. 223).

Много фактического материала об экономической жизни Финляндии в период монополистического и монополистического капитализма, в том числе и в послевоенные годы, приводится в монографиях «Исследование об экономической конкуренции в жизни современного общества Финляндии» Салонена (18), «Экономическая жизнь Финляндии после второй мировой войны» Пиппинга (19) и некоторых других работах.

По истории развития отдельных отраслей промышленности Финляндии в послевоенные годы издано значительное число работ. После второй мировой войны вышли из печати два тома объемистой монографии Лайне «Горное дело, 1809—1884» (20), а также его работа «О деятельности рудников страны, 1885—1910» (21), в которых автор на основе изучения архивных источников дает подробную историю развития горной промышленности, историю организации горно-рудного дела, деятельности отдельных рудников и металлургических заводов в Финляндии, когда она входила в состав России.

О развитии лесной промышленности, главной отрасли народного хозяйства Финляндии, в последние годы появилось всего лишь две монографии: в 1945 г. книга Мейнандера «Сказ о вододействующей лесопилке» (22), посвященная изучению истории развития лесопиления и вододействующих лесопильных заводов Финляндии до середины XIX в., и в 1949 г. исследование Хеландера «История лесного хозяйства Финляндии» (23), где дается общая картина развития лесной промышленности страны.

Из числа работ, относящихся к истории других отраслей народного хозяйства, назовем следующие: «Стеклопильная промышленность Финляндии с 1681 года до настоящего времени» Аннола (24), «Столетняя история паровозного сообщения Сайменского бассейна» Карттунена (25), «Вопросы, касающиеся водных путей Восточной Финляндии» Пурамо (26), «Акционерное общество Кюми, 1872—1947» Ховинга (27).

Во всех вышеприведенных трудах финляндских буржуазных историков, посвященных изучению экономического развития страны, обходятся социальные вопросы, игнорируется изучение положения трудящихся и классовой борьбы.

Однако необходимо отметить, что в послевоенный период здесь стало больше уделяться внимания изучению социальных вопросов и истории финляндского рабочего движения, появился ряд исследований по этим вопросам.

В 1954 г. вышло в свет исследование Сийпи «Оседлость наемных рабочих» (28), в 1955 г. труд Пауккунена «Социальная деятельность промышленности после второй мировой войны» (29), «Проблема ночного труда в социальной политике Финляндии с 1860 годов до периода независимости» Туоминена (30). В частности, в последней из названных работ на основе изучения большого фактического материала, и, прежде всего, изучения статистики, дана картина тяжелого положения рабочих в ряде отраслей финляндской промышленности и угнетения трудящихся со стороны предпринимателей.

Говоря о работах, посвященных специальному изучению истории финляндского рабочего движения, следует отметить, что рабочее движение в основном рассматривается с реформистских позиций, авторы находятся под сильным влиянием идеологии правых социал-демократов. По существу история рабочего движения сводится к истории социал-демократической партии. Таким, например, является коллективный труд «Финляндское социал-демократическое рабочее движение, 1899—1949» (31).

Следует однако заметить, что после второй мировой войны с усилением демократического движения в стране делаются попытки более глубокого и объективного изучения истории рабочего движения в Финляндии. В этом плане представляет интерес трехтомное исследование Лайне «История политического рабочего движения Финляндии» (32). В монографии на основе изучения источников много внимания уделено вопросу о причинах возникновения рабочего движения Финляндии, а также изучению положения рабочего класса и первых шагов революционного движения. Значительное место автор отводит истории создания и деятельности финляндских рабочих союзов и рабочей партии, революционным событиям 1905—1907 гг. в стране, выявлению роли русского революционного рабочего движения в рабочем движении Финляндии. В работе рассматриваются вопросы, связанные с деятельностью финляндской социал-демократической партии и борьбой трудящихся масс Финляндии против царизма. Автор подчеркивает обострение борьбы между различными классами, которое привело к гражданской войне в 1918 г.

Заслуживает внимания популярный очерк известной прогрессивной политической деятельницы Финляндии Кильпи «История женского рабочего движения Финляндии» (33). В своей книге автор на основе архивных источников и воспоминаний участников революционного движения Финляндии изучает вопросы об участии женщин в рабочих союзах в период 1880—1890 гг., о создании женского рабочего союза и его деятельности, борьбе за политические права женщин. В книге уделяется также некоторое внимание участию женщин в финляндской рабочей революции 1918 г., изучению деятельности женщин в профсоюзном движении. Книга заканчивается главой, посвященной рассмотрению

вопроса об участии финских женщин в международных женских организациях и борьбе за мир.

В 1955 г. был издан юбилейный сборник статей и воспоминаний под редакцией Туоминена, Кильпи и других «1905 год — год всеобщей стачки» (34). В сборнике помещены статьи, освещающие основные вопросы, связанные с революционным движением в Финляндии в период первой русской революции. Книга заканчивается краткими воспоминаниями ветеранов революции. Этот сборник интересен, главным образом, тем, что в нем наряду с другими прогрессивными авторами участвуют коммунисты, определившие политическое направление сборника.

Несколько слов необходимо сказать о марксистской исторической науке в Финляндии. Распространению марксистско-ленинских идей способствует издание теоретического журнала финляндской коммунистической партии «*Kommunisti*». Однако в целом успехи марксистской исторической науки здесь пока еще не велики. Издано лишь несколько статей и популярных работ по отдельным вопросам революционного рабочего движения, положения трудящихся и т. п., значительными из которых, на наш взгляд, являются очерк Невалайна «Положение рабочего класса в Финляндии в 1909—1954» (35) и цикл лекций по истории рабочего движения Финляндии Хювэнена (36).

Знакомство с выше рассмотренной литературой позволяет сделать некоторые выводы. Послевоенная финляндская буржуазная литература, касающаяся политической истории страны, пока не стремится к объективному освещению исторических событий и пронизана реакционным, шовинистическим духом.

В финляндской историографии за последние годы достигнуты положительные результаты по накоплению фактического материала, относящегося к истории экономического развития, изучения развития отдельных отраслей народного хозяйства страны.

Под влиянием роста прогрессивных сил и усиления демократического движения после второй мировой войны в Финляндии оживился интерес к изучению социально-экономических проблем и истории классовой борьбы. В результате этого в финляндской литературе появился ряд научных работ прогрессивных авторов по истории социальных проблем и, прежде всего, по истории революционного рабочего движения Финляндии. Начата марксистская разработка отдельных вопросов истории Финляндии.

А. С. Жербин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ajo R. Liikennealueiden kehittyminen Suomessa. Helsinki, 1946.
2. Korhonen A. „Eerikki Antinpoika“. Porvoo—Helsinki, 1953.
3. Oja A. Keskiäikaisen „Etelä-Suomen“ asutus ja aluejaot. Helsinki, 1955.
4. Suvanto S. Suomen poliittinen asema Sten Stuurin vanhemman valtakautena, 1483—1497. Helsinki, 1952.
5. Pohjolan-Pirhonen H. Suomen poliittinen asema Pohjoismaiden unionin loppuvaiheissa, 1512—1523. Helsinki, 1953.
6. Jaakkola J. Suomen myöhäiskeskiaika. I, Unionin aikakausi. Helsinki, 1950.
7. Osmonsalo E. K. Suomen valloitus 1808. Porvoo, 1948.
8. Kujala L. Pohjanmaan puolustus Suuren Pohjansodan aikana. Helsinki, 1953.
9. Е. фон Бундсдорф. Об исторической науке в Финляндии. «Вопросы истории», № 3, 1957.
10. Brotherus K. R. Katsaus Suomen valtiollisen järjestysmuodon historialliseen kehitykseen. Porvoo—Helsinki, 1945 (второе издание осуществлено в 1948 году).

11. Teljo J. Suomen valtioelämän murros 1905—1908. Helsinki, 1948.
12. Paasivirta J. Suomen itsenäisyyskysymys, 1917; I. Maaliskuun vallankumouksesta valtiolakiin, II. Eduskunnan hajoituksesta itsenäisjulistukseen. Porvoo—Helsinki, 1947, 1949.
13. Inkilä A. Nyky-Suomen synty. Helsinki, 1952.
14. Manninen A. Suomen kansan ajantieto. Kronologinen luettelo Suomen historian tärkeimmistä tapahtumista. Porvoo—Helsinki, 1948.
15. Ruutu M. Suomen historia. Helsinki, 1951.
16. Suomen historian käsikirja. I—II. Toimittanut Arvi Korhonen. Porvoo—Helsinki, 1949.
17. Aho K. O. Suomen uuden aikaisen teollisuuden synty ja kehitys, 1860—1914. Helsinki, 1949.
18. Salonen A. M. Tutkimus taloudellisesta kilpailusta Suomen nykyisessä yhteiskuntaelämässä. Helsinki, 1955.
19. Pipping H. E. Suomen talouselämä toisen maailmansodan jälkeen. Helsinki, 1955.
20. Laine E. Suomen vuoritoimi, 1809—1884. I. Yleisesitys, II. Ruukit. Helsinki, 1948, 1950.
21. Laine E. Neljänneksivuosisista maamme kaivostoimintaa, 1885—1910. „Historiallinen arkisto”, 55, Helsinki, 1955.
22. Meinander N. Vesisahan tarina. Helsinki, 1945.
23. Helander A. B. Suomen metsätalouden historia. Porvoo—Helsinki, 1949.
24. Annala V. Suomen lasiteollisuus vuodesta 1681 nykyaikaan, I—II. Helsinki, 1948.
25. Karttunen K. J. Saimaan vesistön höyrylaivaliikenteen 100-vuotishistoria. Helsinki, 1945.
26. Puramo E. Itä-Suomen vesitieliikennykset 1800-luvulla. Helsinki, 1952.
27. Hoving V. Kymen osakeyhtiö, 1872—1947, I. Helsinki, 1947.
28. Siipi Y. Palkkatyöväen viihtyvyys. Sosiaalipoliittinen tutkimus tehdasteollisuuden ja rakennusteollisuuden miespuolisten palkkatyöntekijäin viihtyvyydestä asuinpaikkakunnillaan. Helsinki, 1954.
29. Paukkunen L. Teollisuuden sosiaalitoiminta toisen maailmansodan jälkeen. Helsinki, 1955.
30. Tuominen U. Yötyön ongelma Suomen sosiaalipoliitikassa 1860-luvulta itsenäisyyden ajan alkuun. „Historiallinen arkisto”, 55, Helsinki, 1955.
31. Suomen sosialidemokraattinen työväenliike, 1899—1949, kirjoittaneet V. Hakkila, H. L. Mäkinen, R. H. Oittinen j. t. Helsinki, 1949.
32. Laine Y. K. Suomen poliittisen työväenliikkeen historia, I—III. Helsinki, 1946.
33. Kilpi, Sylvi-Kyllikki. Suomen työläisliikkeen historia. Pori, 1953.
34. Suurilakkovuosi 1905. Toimituskunta J. Tuominen, S.-K. Kilpi, K. L. Kulo ja A. Hyvönen. Kuopio, 1955.
35. Nevalainen E. Työväenluokan asema Suomessa vv. 1909—1954. „Kommunisti”. Erikoisnumero 3, 1955.
36. Hyvönen A. Luentoja Suomen työväenliikkeen historiasta. „Kommunisti”, 1953—1954.

ХРОНИКА

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ КРАЙНЕГО СЕВЕРО-ЗАПАДА СССР

20—22 мая текущего года в Петрозаводске состоялась конференция по энергетике крайнего Северо-Запада СССР. В ней приняли участие представители более 20 организаций, научных и научно-технических учреждений Москвы (Госплан РСФСР, Министерство электростанций СССР, ин-т «Гидроэнергопроект» этого министерства); Ленинграда (лаборатория Энергетического ин-та АН СССР, отделение ин-та «Гидроэнергопроект», Северо-Западный ин-т «Теплопроект» Министерства электростанций СССР, Ленгипросельэлектро, Ленгипротрорф, Гипролестранс, Ленинградский Совнархоз, энергоуправление Ленинградской энергосистемы); Мурманской области (Совнархоз, Кольское энергоуправление, плановая комиссия); Архангельской области (Совнархоз) и некоторые другие. От Карельской АССР в конференции участвовали представители Обкома КПСС, Совета Министров и Совнархоза республики. Из учреждений Академии наук СССР принимали участие Карельский и Кольский филиалы, а также названная уже ленинградская лаборатория ЭНИНа.

После вступительного слова председателя Совета Министров Карельской АССР И. С. Беляева, открывшего конференцию, с докладом «Исторический обзор развития энергетики Карелии и Мурманской области и современное состояние электроснабжения КАССР» выступил засл. д. н. Карельской АССР, канд. техн. наук С. В. Григорьев. В его докладе были освещены этапы развития энергетики Карелии и Мурманской области со времен Петра I до сегодняшнего дня, отмечено место ее в русской и советской гидроэнергетике.

Два доклада — главных энергетиков Карельского и Мурманского совнархозов В. Н. Ефимова и Ю. В. Копытова — ознакомили участников конференции с состоянием и потреблением энергии в связи с перспективами развития народного хозяйства Карелии и Мурманской области.

Несколько докладов было посвящено проблеме развития энергосистем Карелии и Кольского п-ова и их объединения. «Проблема единой энергосистемы Карельской АССР и Мурманской области» — так назывался один из этих докладов, прочитанный С. В. Григорьевым (Карельский филиал АН СССР). Докладчик дал энергэкономическую характеристику трем местным энергосистемам: южно- и средне-карельской (в стадии формирования) и Кольской — в современном состоянии, рассказал о возможностях развития (по ГЭС) и путях образования единой Карельской и Кольской энергосистемы.

С докладом о проблеме развития электрических связей внутри Карельской и Кольской энергосистем и их объединения выступил главный специалист Ленгидэпа Министерства электростанций СССР Г. С. Гольшман, с интересным сообщением о строительстве ТЭЦ в Петрозаводске — канд. техн. наук Б. Г. Левенталь (Ленинградская лаборатория ЭНИНа АН СССР).

В докладе главного инженера Ондагэстроя Г. В. Васильева основное внимание было уделено организации и ведению гидроэнергетического строительства в Карелии. Эти вопросы докладчик осветил в свете предстоящих больших задач крупного гидростроительства и с точки зрения опыта строительства ГЭС на р. Н. Выг. Дополнением к докладу Г. В. Васильева было большое выступление представителя проектной орга-

низации — Ленгидэпа Министерства электростанций СССР — инженера Л. И. Бама. Он коснулся вопросов взаимоотношений проектной организации и строительства и прав авторского надзора.

Часть докладов была посвящена использованию крупных энергетических рек и схем запроектированных на них каскадов ГЭС, а также водохранилищ озерного типа в Карельской и Кольской энергосистемах. Интересный доклад о новых принципах использования рек центральной и восточной части Кольского п-ова прочитал научный сотрудник Кольского филиала АН СССР А. П. Панин. Применением метода взаимного «обогащения», т. е. переброски стока соседних рек — одной в другую — можно экономически выгодно сконцентрировать мощности отдельных рек в малом числе ГЭС большей мощности, с очень хорошей зарегулированностью. Это значительно повысит промышленные запасы гидроэнергии Мурманской области. Главный инженер проекта С. Ф. Петровицкий (Ленгидэп) поздравил участников конференции с генеральной схемой энергетического использования р. Кемь и схемой использования энергии р. Водлы с переброской в нее стока р. Онеги. Решение этой задачи очень важно в народнохозяйственном отношении. Это даст около 1,4 млрд. кВтч дешевой и полностью зарегулированной энергии на 2 или 3 ГЭС на р. Водле и дополнительно 300 млн. кВтч на имеющейся мощности ГЭС р. Свирь. Позднейшие исследования Ленгидэпа показали, что при работе каскада на р. Водле на Ленинградскую энергосистему очень выгодной будет передача этому каскаду пикового режима с сильным повышением установленной мощности ГЭС. В разработанной Ленгидэпом схеме удачно разрезаются также интересы лесного хозяйства бассейна р. Водлы (КАССР) и верхней части бассейна р. Онеги (Архангельская область). В такой постановке проблема получает большое комплексное значение для энергетики Карельской АССР, Архангельской и Ленинградской областей.

Интересным был также доклад главного специалиста Ленгидэпа канд. техн. наук В. А. Бахтиярова о народнохозяйственном значении и энергетической эффективности водохранилищ озерного типа, их особенностях, построенный на примерах Сегозерского, Топо-Пяозерского, Имандра и других водохранилищ.

Важному вопросу топливного баланса КАССР был посвящен доклад научного сотрудника Карельского филиала АН СССР В. Г. Терского (руков.

С. В. Григорьев). Доклад сопровождался графическими иллюстрациями, на которых было показано, что ввозимые в Карелию уголь и нефтепродукты занимают очень большое место в топливном балансе республики. В докладе указывалось на большой рост ввоза угля, его пеструю структуру (преобладание Печорского на 80%), высокую стоимость на месте, структуру потребителей и недопустимо большое место среди них Кировской ж. д.

С обстоятельным сообщением о топливном балансе Мурманской области (по предварительным данным начатого аналогичного исследования) выступил научный сотрудник Кольского филиала АН СССР Г. В. Спасский. Он привел интересные данные о применении нового торфобрикетного агрегата на опытном участке в Коми АССР, о перспективах совместного использования природного газа из Ухтинского района в Архангельской, Мурманской областях и Карельской АССР. Приведенные докладчиком данные показывают, что вопрос газоснабжения становится одним из серьезнейших для перестройки топливного баланса Мурманской области и Карелии и превращается в проблему межобластного значения.

Остальные доклады были посвящены итогам эксплуатации энергосистем. Ценным цифровым и графическим материалом были насыщены доклады главного инженера управления Колээнерго М. И. Зархи и управляющего Карелэнерго К. И. Жуковского. В докладе о работе Кольской энергосистемы была показана динамика развития, а также энергоэкономических показателей эксплуатации и результаты высокой автоматизации ГЭС и всей системы. Опыт работы этой энергосистемы представляет большой интерес для энергетиков.

Доклад начальника службы эксплуатации Кировской железной дороги инженера Н. Г. Рябинина об опыте эксплуатации электрифицированных участков и проблеме ее дальнейшей электрификации отразил сохраняющиеся до сих пор колебания Министерства путей сообщения в вопросе о путях реконструкции тяги железной дороги, повышении ее пропускной способности (между дальнейшей электрификацией и переходом на тягу тепловозами). Выступившие по этому докладу единодушно осудили колебания Министерства, особенно в свете неблагоприятной роли дороги в топливном балансе Карелии и положительного опыта (технического и экономического) электрической тяги на ней.

Новой проблеме «О приливной энергии в условиях Кольского п-ова» был посвящен дополнительный доклад кан-

дидата технических наук Л. Б. Берштейна (Москва, Гидроэнергопроект). Докладчик, работающий в этом направлении с 1938 г., показал богатейшие перспективы использования этого нового вида энергии на севере.

По проблеме торфа как энергетического топлива в Карелии было сделано краткое сообщение инженера П. В. Краснова (Москва, ин-т «Гипроторфоразведка»). Внепрограммным было сообщение инженера ТЭПа Л. А. Геронимуса о перспективах развития объединенной энергосистемы Северо-Запада и сетевых связях ее с соседними энергосистемами.

Из выступлений вне программы следует также отметить сообщение представителя Ленгидэпа инженера тов. Пустыгина о работе по анализу действительных норм отчислений по ГЭС на материалах практики эксплуатации Ленинградского и Кольского районных энергоуправлений Министерства электростанций СССР. Анализ показывает завышенность принятых проектных норм при исчислении себестоимости энергии ГЭС. В выступлении С. В. Григорьева (Карельский филиал АН СССР) была отмечена назревшая необходимость планомерного регулирования и управления многообразным водным хозяйством Карелии. Разные интересы и противоречия между гидроэнергетикой и лесосплавом, рыбным хозяйством и другими потребителями воды требуют систематического руководства для обеспечения оптимальных решений в интересах всего народного хозяйства.

В порядке обсуждения выступили секретарь Карельского обкома КПСС Н. П. Вторушин, председатель Госплана КАССР И. Я. Валентик, зам. председателя Карельского Совнархоза М. П. Сердюков.

В резолюции, принятой на конференции, была отмечена неразрывность энергетики Карельской АССР и Мурманской области, необходимость дальнейшей и скорейшей разработки их топливного баланса, совместной разработки проблемы газификации трех смежных районов — Мурманской, Архангельской областей и КАССР.

Для участников конференции была организована большая выставка по энергетике Карельской АССР и Мурманской области. Материалы выставки были подготовлены Карельским филиалом АН СССР (топливный баланс КАССР, гидроэнергетические ресурсы, перспективы Карельской энергосистемы), Управлением Карелэнерго (современное состояние Карельской энергетики, динамика ее показателей, ГЭС Карелии), Управлением Колээнерго (Кольская энергосистема, ее состояние, эксплуатация

ГЭС), Ленгидэпом Министерства электростанций СССР (схемы основных проектируемых каскадов ГЭС Кольского п-ова и Карелии), Петрозаводской обсерваторией Северо-Западного управления гидрометеослужбы (гидрометеорологическое обслуживание энергетики Карелии).

В заключение была проведена экскурсия на Кондопожскую ГЭС — первый гидростроительный объект на севере.

Участники конференции выразили желание периодически совместно обсуждать вопросы энергетики крайнего Северо-Запада. Принято решение о скорейшем опубликовании материалов конференции.

С. В. Григорьев.

* * *

12—14 мая 1958 г. состоялась первая научная конференция молодых специалистов Карельского филиала АН СССР. С докладами по итогам работ, выполненных за последние годы, выступили младшие научные сотрудники и многие лаборанты секторов и отделов Филиала.

На пленарном заседании и секциях биологической, лесной, геологической и гидрологической и гуманитарной было обсуждено 59 докладов.

На биологической секции были заслушаны доклады по генетике, физиологии и экологии растений, сельскому и рыбному хозяйству, зоологии. Сотрудники сектора генетики доложили о некоторых результатах работ по переделке природы растений методом инъекций, разработанным директором Института биологии И. А. Петровым. М. М. Белькова, З. М. Вахрамеева и А. Н. Печерина привели большой фактический материал, иллюстрирующий характер изменений морфологических признаков, структуры эндосперма и урожайности у зерновых культур, выведенных с помощью этого метода.

В докладах З. Ф. Сычевой и З. А. Быстровой, Ю. Е. Новицкой и Т. А. Барской были сообщены материалы последних лет, полученные в результате разработки темы «Особенности питания, роста и развития растений в условиях Севера». Важные вопросы освоения болот переходного типа в южной Карелии под сельскохозяйственные угодья поднимал в своем сообщении М. М. Цыба. Экономике молочного животноводства в совхозах Карелии был посвящен доклад М. М. Галочкиной.

Из зачитанных на лесной секции выделяются доклады В. С. Вороновой «О типах вырубок в Карелии», В. И. Шубина «Влияние глубины рыхления на успешность лесных культур», И. М. Не-

стеренко «Внутренний и поверхностный сток на многочисленных почвах озерно-ледниковых равнин». Интересными также были сообщения Н. В. Лебедевой о аэроназемных методах исследования болот, П. А. Уханова и З. Н. Кельсеевой — о планировании и учете затрат по содержанию лесовозного транспорта и другие.

В докладах на геологической секции был затронут широкий круг вопросов по петрологии и минералогии магматических пород, стратиграфии и литологии осадочно-метаморфических комплексов, генезисе рудных месторождений и протерозойской и четвертичной палеофлористике. Постановкой серьезных теоретических задач отличались выступления В. А. Соколова «О цикличности строения карбонатно-терригенной толщи протерозоя южной Карелии» и А. И. Богачева «О генезисе нефелиновых сиенитов массива Елетьозера». Впервые в докладе Северо-Запада М. М. Степарем была изучена и охарактеризована своеобразная толща туфов нижнепротерозойского возраста. В других докладах освещались вопросы геологического строения отдельных районов Карелии и проблемы изучения ископаемой флоры на территории республики.

С рядом интересных докладов выступили сотрудники Института языка, литературы и истории. А. С. Жербин сделал обзор послевоенной финской литературы по истории Финляндии. С интересом были встречены доклады Э. Г. Карху «К истории русско-финских литературных отношений», Г. М. Керта «О некоторых саамских топонимических названиях на территории Карельской АССР» и другие.

За лучшие научно-исследовательские работы Президиум филиала награждал почетными грамотами четырех научных сотрудников. Двенадцать докладов были отмечены в специальном приказе.

Конференция явилась смотром молодых научных работников филиала. Она продемонстрировала возросший научный уровень молодых специалистов, умение их ставить и решать важные научные и практические вопросы.

Вместе с тем конференция показала целесообразность проведения подобных мероприятий в дальнейшем.

Л. А. Кудерский.

20 марта 1958 г. состоялось расширенное заседание секции промстройматериалов и строительства технико-экономического совета Карельского Совнархоза по вопросу «Перспективы раз-

вития горной рудной и нерудной промышленности Карельской АССР».

В работе заседания приняли участие представители организаций и учреждений КАСР, г. Ленинграда, Мурманской области и Госплана РСФСР.

После вступительного слова руководителя секции зам. председателя Совнархоза Г. Г. Оффенгейма были заслушаны доклады заведующего отделом минералогии и петрографии Карельского филиала АН СССР профессора П. А. Борисова — о месторождениях пегматитов на территории Карелии и их значении для народного хозяйства СССР, а также естественных каменных строительных материалах Карелии и проблеме шунгита; научного сотрудника отдела экономики Карельского филиала АН СССР Е. А. Гедовиуса — о месторождениях железистых кварцитов Карельской АССР и целесообразности их использования в качестве сырьевой базы Северо-Западной металлургии; научных сотрудников Карельского филиала АН СССР В. И. Робонена — о серноколчеданных рудах Карелии и их промышленном значении; В. А. Соколова — о карбонатных породах Карелии и их практическом значении; З. Т. Митрофановой — о сырьевых базах для производства грубой керамики (месторождениях глины) на территории Карелии и их народнохозяйственном значении; старшего инженера-геолога Северо-Западного геологического управления МГ и ОН СССР С. И. Зак — о титаномагнетитовых месторождениях Карелии как сырьевой базе для производства легированного металла и титанистых шлаков.

В обсуждении докладов приняли участие представители Северо-Западного геологического управления МГ и ОН СССР, Кольского филиала АН СССР, ВСЕГЕИ, Ленинградских горного и технологического институтов, Карелгорсельстроя, министерства местной промышленности КАСР, горных разработок «Каменный Бор», Кондопожского завода огнеупоров, Карельской комплексной экспедиции СЗГУ и Карельского Совнархоза.

Работа секции показала, что горная промышленность должна занять одно из ведущих мест в экономике республики, в связи с чем Совету народного хозяйства было рекомендовано провести ряд конкретных мероприятий по расширению и развитию горной рудной и нерудной промышленности республики.

Были вскрыты недостатки в работе научных организаций и плановых органов республики. Так, выявлено неудовлетворительное положение с разработкой вопросов экономики горнорудных предприятий Карелии.

Работа секции показала, что наряду с более рациональным управлением промышленностью и строительством, Карельский Совнархоз через свой технико-экономический совет осуществляет также более конкретную связь науки с производством.

24 мая 1958 г. Карельский филиал АН СССР отметил 70-летие со дня рождения и 45-летие производственной и научной деятельности одного из крупных специалистов в области исследования, оценки и картирования торфяного фонда СССР, заведующего сектором лесного болотоведения и мелниорации Института леса, кандидата геолого-минералогических наук Леона Яковлевича Лепина.

Л. Я. Лепин родился 24 мая 1888 г. в г. Режица бывш. Витебской губ. в семье крестьянина. Свою трудовую деятельность начал в 1914 г., когда окончил Константиновский межевой институт. С этого времени по 1924 г. им проведены крупные работы по разведке торфяных месторождений в Архангельской, Вологодской, Черниговской, Киевской и других областях Советского Союза.

В 1924—1940 гг. Леон Яковлевич вел большую работу на Центральной торфяной опытной станции и одновременно (1933—1936 гг.) руководил изучением торфяного фонда Белорусской ССР. Всесторонне изучая вопросы торфяного фонда, он связывал научную работу с практикой, давая конкретную оценку ряду торфяных месторождений.

Перу Леона Яковлевича принадлежит около 30 печатных и рукописных работ в области изучения торфяного фонда. Наиболее крупными из них являются: «Торфяной фонд СССР», «Торфяной фонд Уральской области», «Торфяной фонд Московской области», «Торфяной кадастр БССР». Им составлены карты торфяного фонда БССР, Латвии и СССР.

С 1940 г., выполняя задание Правительства СССР по изысканию местной топливной базы, Л. Я. Лепин занимается изучением болот Карелии. В 1950 г. он перешел на работу в Карельский филиал АН СССР. Обладая большим опытом и организаторскими навыками, Леон Яковлевич провел большую работу по составлению кадастра болот Карельской АССР, пригодных для сельскохозяйственного освоения. Итогом его семилетних исследований в Карелии явилось издание книги «Торфяной фонд КАСР» с картой масштаба 1:600 000.

Работа получила премию Президиума Карельского филиала АН СССР.

Отмечая многолетнюю плодотворную научную деятельность и активное участие в общественной жизни, Президиум Верховного Совета КАСР награждает Леона Яковлевича Лепина Почетной грамотой. Президиум Академии наук СССР премировал его месячным окладом.

В адрес юбиляра поступило много приветственных телеграмм из различных научных учреждений страны.

В целях развития научно-исследовательских работ по химии, химической технологии и металлургии редких элементов, а также добыче и обогащению редкометалльного сырья Кольского полуострова в Кольском филиале АН СССР организуется Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья.

Главными задачами нового института является изучение свойств редких элементов и их соединений и выявление возможных областей их применения, разработка методов химической технологии переработки руд редких элементов Кольского полуострова, исследования в области их металлургии, комплексной добычи и обогащения, экономической оценка эффективности применения в народном хозяйстве редких элементов и методов их получения.

Со второго полугодия 1958 г. в составе Кольского филиала АН СССР на базе Биологической станции в Дальних Зеленцах организуется Мурманский морской биологический институт.

Новый институт будет заниматься комплексными исследованиями продуктивности северных морей, разработкой биологических вопросов практики рыбного промысла в северных морях, биологических основ культурного морского хозяйства, экспериментальным анализом эколого-физиологических приспособлений организмов к условиям существования.

В первом полугодии 1958 г. группа научных сотрудников Кольского филиала АН СССР защитила диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

В научных учреждениях Москвы и Ленинграда состоялась защита канди-

датских диссертаций Н. А. Воронковым на тему «Исследования и способы до-ставки руды на горизонте выпуска при разработке месторождений крепких руд», Т. Г. Бегуновой на тему «Важнейшие резервы снижения себестоимости никеля на предприятиях Кольского полуострова». Диссертация В. М. Шаповаловой была посвящена комплексному использованию медно-колчеданных руд Урала. «Исследование основных вопросов разработки сближенных тонких

крутопадающих жил» — тема диссертации К. А. Шванева.

Успешно защитили диссертации также С. Н. Сулова («Кристаллические сланцы Западных Кейв»), В. М. Ананьина («Физиологические особенности картофеля в условиях Мурманской области при направленном повышении его устойчивости к заморозкам») и Л. А. Шавров («Анатомо-морфологический анализ изменчивости растений, переселенных в условия Хибинских гор»).

ИЗДАНИЕ РАБОТ КОЛЬСКОГО ФИЛИАЛА АН СССР И ЕГО НАУЧНЫХ СОТРУДНИКОВ (1957 г.)

СБОРНИКИ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ

Богатства недр Кольского полуострова. Мурманск, 1957, 130 стр. (Кольский филиал им. С. М. Кирова АН СССР).

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Бегунова Т. Г., Первушин С. А. Важнейшие резервы снижения себестоимости никеля (на примере предприятий Кольского п-ова). — В кн.: Сб. научных трудов Моск. ин-та цветн. мет. и золота им. М. И. Калинина, 1957, № 27, стр. 284—257.

Бегунова Т. Г. Об экономической целесообразности автоклавных процессов на никелевых заводах Урала и Кольского полуострова. — Цветные металлы, 1957, № 13—14, стр. 229.

Клисенок В. М., Рачковский С. Я. Пути повышения комплексного использования медноколчеданных руд Урала. — Сб. научных трудов Моск. ин-та цветн. мет. и золота им. М. И. Калинина, 1957, № 27, стр. 258—267.

Мазуров М. К. Проблема комплексного использования минерального сырья Мурманской области. — В кн.: Богатства недр Кольского полуострова. Мурманск, 1957, стр. 122—129.

Сидоренко А. В. Кольский филиал АН СССР и развитие производительных сил Мурманской области. — Изв. Восточн. филиалов АН СССР, 1957, № 8, стр. 100—111.

ХИМИЯ. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Горощенко Я. Г., Андреева М. И. Изучение двойных сульфатов титана и аммония, образующихся в системе $TiO_2-SO_3-(NH_4)_2SO_4-H_2O$. Журнал неорганической химии, 1957, т. 2, вып. 6, стр. 1413—1419.

Горощенко Я. Г. К вопросу о термической устойчивости сплавов в системе $SO_3-(NH_4)_2SO_4-H_2O$. — Журнал неорганической химии, 1957, т. 2, вып. 6, стр. 1401—1407.

Мотов Д. Л. Изучение системы $TiO_2-H_2SO_4-(NH_4)_2SO_4-H_2O$ в связи с проблемой переработки титано-ниобатов Кольского полуострова. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата хим. наук. М., 1957, 20 стр.

Мотов Д. Л. Растворимость в тройной системе $TiOSO_4-(NH_4)_2SO_4-H_2O$ при 20°. — Журнал неорганической химии, 1957, т. 2, вып. 11, стр. 2661—2667.

Мотов Д. Л. Изучение четверной системы $TiO_2-H_2SO_4-(NH_4)_2SO_4-H_2O$ методом растворимости (изотерма 20°). — Журнал неорганической химии, 1957, т. 2, вып. 12, стр. 2797—2806.

Россинский Е. Е. (Выступление на металлургической секции). — В кн.: Материалы совещания по вопросам интенсификации и усовершенствования добычи и технологии переработки медно-никелевых и никелевых руд. 1957, стр. 341—342.

Россинский Е. Е. Шлаки медно-никелевой металлургии — новая сырьевая база для промышленности строительных материалов. — Сб. техн. информации, Мончегорск, 1957, № 1 (4), стр. 3—11.

Теннер Д. Д. Минеральное сырье для промышленности строительных материалов. — В кн.: Богатства недр Кольского полуострова. Мурманск, 1957, стр. 105—121.

ГЕОЛОГИЯ. МИНЕРАЛОГИЯ. ПЕТРОГРАФИЯ

Бельков И. В. Кейвские кианитовые месторождения.— В кн.: Богатства недр Кольского полуострова. Мурманск, 1957, стр. 97—104.

Бельков И. В. Месторождения абразивного граната района Западных Кейв.— В кн.: Богатства недр Кольского полуострова. Мурманск, 1957, стр. 97—104.

Боровик-Романова Т. Ф., Соседко А. Ф. Содержание редких щелочей в минералах из пегматитовых жил Кольского полуострова по спектральным анализам.— Геохимия, 1957, № 5, стр. 534—536.

Гинзбург И. В. О вариациях состава минералов в зоне контакта сподуменовых пегматитов и основных пород Кольского полуострова. Тр. Минералогического музея АН СССР, 1957, вып. 8, стр. 61—76.

Гинзбург И. В. Об одном примере генетической связи редкометалльных пегматитов с гранитными породами.— В кн.: Вопросы геологии и геохимии гранитных пород. М., 1957, стр. 164—192.

Горбунов Г. И., Козлов Е. К. Медно-никелевые месторождения Кольского полуострова.— В кн.: Богатства недр Кольского полуострова. Мурманск, 1957, стр. 36—66.

Елисеев Э. Н. Рентгенометрическое изучение минералов изоморфного ряда фостерит-фойаит.— Зап. Всес. минералогич. об-ва, 1957, ч. 86, № 6.

Елисеев Э. Н., Денисов А. П. Рентгенометрическое исследование пирротина.— Вестн. ЛГУ, 1957, № 18, сер. геол. и географ. № 3, стр. 68—78.

Иванова Т. Н. Хибинские апатито-нефелиновые месторождения.— В кн.: Богатства недр Кольского полуострова. Мурманск, 1957, стр. 17—35.

Козлов Е. К. Геология никелевых рудопоявлений Кольского полуострова и перспективы развития сырьевой базы.— В кн.: Материалы совещания по вопросам интенсификации и усовершенствования добычи и технологии переработки медно-никелевых и никелевых руд. 1957, стр. 59—71.

Козлов Е. К. Краткие сведения по истории исследования геологии и полезных ископаемых Кольского полуострова.— В кн.: Богатства недр Кольского полуострова. Мурманск, 1957, стр. 5—16.

Матнас В. В., Бондарева А. М. Литиофосфат — новый минерал.— ДАН СССР, 1957, т. 112, № 1, стр. 124.

Намоушко В. И., Сахаров А. С. Месторождения железных руд Кольского полуострова.— В кн.: Богатства недр Кольского полуострова. Мурманск, 1957, стр. 67—76.

Сидоренко А. В. Гидротермальные проявления.— В кн.: Геология СССР, т. 22, Туркменская ССР, ч. I, 1957, стр. 379—383.

Сидоренко А. В., Галахов А. В. Доленниковые континентальные отложения в Хибинах и некоторые вопросы палеогеографии.— ДАН СССР, 1957, т. № 1, стр. 161—163.

Сидоренко А. В. Эоловые песчаные отложения и их диагностические признаки.— В кн.: Методы изучения осадочных пород, т. 2, М., Госгеолтехиздат, 1957, стр. 452—468.

Соседко А. Ф., Гордиенко В. В. Эвклиптит из пегматита северной части Кольского полуострова.— ДАН СССР, 1957, т. 116, № 1, стр. 135—136.

Старицына Г. Н. Геология и структура массива ультраосновных и основных пород Федоровой тундры.— Вестн. ЛГУ, 1957, № 12, сер. геол. и географ., № 2, стр. 83—97.

Суслова С. Н. Полиметаморфизм кристаллических сланцев Западных Кейв.— Вестн. ЛГУ, 1957, № 12, сер. геол. и географ., № 2, стр. 60—69.

Чумаков А. А., Гинзбург И. В. Новая редкометалльная геохимическая провинция на Кольском полуострове.— ДАН СССР, 1957, т. 114, № 2, стр. 400—403.

ГЕОФИЗИКА

Бюллетень сейсмической станции «Апатиты», № 1, июль—декабрь 1956 г.

То же, № 2, январь—июнь 1957 г.

Блюмберг Ю. Г., Лемец В. И., Тюренин В. А. Бюллетень микро-сейсм.— Бюллетень сейсмической станции «Апатиты», № 2, 1957, стр. 43—58.

Панасенко Г. Д. Сейсмичность Кольского полуострова и Северной Карелии.— Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 8, 1957, стр. 969—978.

Панасенко Г. Д. Бюллетень землетрясений.— Бюллетень сейсмической станции «Апатиты», № 2, 1957, стр. 5—42.

Панасенко Г. Д. Исследования по программе Международного геофизического года на сейсмической станции «Апатиты». — Бюллетень сейсмической станции «Апатиты», 1957, № 2, стр. 59—62.

Токарев В. А. О сейсмичности района Баренцева моря.— Тр. Лен. об-ва естествоиспытателей, т. 69, вып. 2, 1957, стр. 194—203.

ЭНЕРГЕТИКА. ГИДРОЛОГИЯ

Богданов В. В. Итоги и перспективы исследований озер Кольского полуострова.— Тез. докладов III Всесоюз. гидрологич. съезда. Секция озер и водохранилищ. Л., 1957, стр. 59—61.

Марков П. И. Анализ продольного профиля рек Кольского полуострова в связи с учетом их потенциальной мощности.— Изв. Восточных филиалов АН СССР, № 11, 1957, стр. 109—115.

ГОРНОЕ ДЕЛО. ОБОГАЩЕНИЕ

Алейников Н. А., Преснч Д. Т. Опыт промышленного применения флотационных реагентов при флотации апатита из апатито-нефелиновой руды.— Обогащение руд, № 4 (10), 1957, стр. 32—37.

Белаш Ф. Н. Выступление на Всесоюзном совещании доменщиков и агломератчиков.— Бюллетень Центр. ин-та информ. черной металлургии, № 13—14, 1957, стр. 229.

Белаш Ф. Н. Выступление на заседании горно-геологической секции Совещания... — В кн.: Материалы совещания по вопросам интенсификации и усовершенствования добычи и технологии переработки медно-никелевых и никелевых руд. 1957, стр. 309.

Белаш Ф. Н. Выступление на заседании секции обогащения. Там же, стр. 317—318.

Белаш Ф. Н., Ульянов Н. С. Новые пути совершенствования технологии апатитового производства. Хим. промышленность, № 1, 1957, стр. 13—15.

БОТАНИКА. РАСТЕНИЕВОДСТВО

Аврорин Н. А. Теоретические итоги переноса и акклиматизации растений в Полярно-Альпийском ботаническом саду. — В кн.: Интродукция растений и зеленое строительство, вып. 5, 1957, стр. 89—92.

Алешина А. О. Цветочная плесень клевера в Мурманской области. — Защита растений от вредителей и болезней, № 3, 1957, стр. 44.

Ананьина В. М. Состояние вязкости протоплазмы картофеля в связи с его устойчивостью к заморозкам.— ДАН СССР, т. 116, № 1, 1957, стр. 153—156.

Белов Н. П. Почвы долин рек северной таяжной полосы в пределах Коми АССР в связи с их освоением. — В кн.: Вопросы генезиса и географии почв. М., 1957, стр. 102—109.

Тамберг Т. Г. Выступление на Совещании по теории и методам акклиматизации растений, созванном Советом ботанических садов и Ботанич. ин-том им. В. Л. Комарова АН СССР. — В кн.: Интродукция растений и зеленое строительство. 1957, Вып. 5, стр. 230—233.

Шлякова Е. В. Испытание гербисидов для борьбы с сорняками в Мурманской области.— Бот. журнал, № 7, 1957, стр. 3.

Шматок И. Д. Сезонная динамика каротина в листьях растений в условиях Крайнего Севера.— Бюллетень Глав. Бот. сада, 1957, вып. 28, стр. 62—65.

ПРОЧИЕ ПУБЛИКАЦИИ

Богданов В. В. Чудесна природа Севера. — В кн.: У карты Кольского полуострова. Мурманск, 1957, стр. 14—21.

Куклина Л. А. Библиотека Кольского филиала Академии наук СССР. — Библиотечно-библиографическая информ. 6-к АН СССР и АН Союзных респуб. М., № 14, 1957, стр. 221—228 (БАН СССР, сектор сети спец. 6-к).

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГИЯ

	Стр.
Г. И. Кавардин. Титановое оруденение в основных породах плутона Гремяха-Вырмес	3
А. И. Богачев. К вопросу пересчета химических анализов рудных титаносодержащих пород основного состава по методу А. Н. Заварицкого	16
Н. А. Корнилов. О рудном метасоматозе в Печенгских сульфидных медно-никелевых месторождениях	20
М. Д. Дорфман. Франколит из Хибинских тундр	32
З. Т. Митрофанова, В. А. Соколов. Доломиты шунгито-карбонатно-сланцевой толщи как сырье для качественной извести	40
И. Д. Батиева, И. В. Бельков. Базальные конгломераты Кейвской осадочно-метаморфической серии в районе Западных Кейв	48

ГИДРОЛОГИЯ И ЭНЕРГЕТИКА

Ю. А. Симонов-Емельянов. К вопросу установления характера границ устойчивости «в малом» сложных напорных гидравлических систем	54
Н. Г. Зайцев. Учет изменения напора у гидростанций при наивыгоднейшем распределении нагрузок в энергосистеме	67
П. И. Марков. Распределение русловых запасов потенциальной мощности в речном бассейне	71
С. В. Григорьев. О линейной озерности рек	76
В. В. Богданов, Т. И. Белокошкова. Линейные характеристики речной сети Кольского п-ова	83
К. Н. Балашов. Влияние рельефа водосбора, снегозапасов и ветровой деятельности на водоносность рек Кольского п-ова	90
И. В. Винокурова. О кривых обеспеченности суточных расходов рек Карелии	95

БИОЛОГИЯ

Е. А. Воробьева. Опыт повышения зимостойкости озимой пшеницы в условиях Карельской АССР	103
В. А. Зайкова. Изменение некоторых луговых фитоценозов Карелии под влиянием минеральных удобрений и подсева семян трав	114
В. А. Бухман. К вопросу превращения форм азота в торфяно-болотных почвах Карелии	123
Е. В. Шлякова. Видовой состав полевых сорняков Мурманской области	131

ХИМИЯ

М. Н. Летонмяки, Н. Ф. Комшилов, Н. Г. Джурииская. Состав органической части черного шелока	138
Н. Ф. Комшилов, Н. К. Рогачевская, М. А. Анбайнис. К техническим условиям на сырое сульфатное мыло и талловое масло	146

ЭКОНОМИКА

И. З. Полуйко. Экономическое значение запаса древесины на корню и продукция в лесном хозяйстве	150
--	-----

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Г. М. Керт. М-овые инфинитивные формы в финском языке	156
---	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С. В. Григорьев. Летопись материалов по истории науки и техники (Карелия и Кольский п-ов)	166
В. И. Робонен. О применении зеркала скольжения для расшифровки изоклинальных структур	169
Ф. И. Быдин. О неравномерности выпадения атмосферных осадков на территории Карелии	172

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. А. Токарев, Л. Л. Гарифулин. Некоторые спорные вопросы геологии докембрия Кольского п-ова	175
Е. А. Гедовиус. О неправильной оценке Костомукшского железорудного месторождения в Карельской АССР	178
А. С. Жербин. Краткий обзор послевоенной литературы по истории Финляндии	181
Хроника	189
Издание работ Кольского филиала АН СССР и его научных сотрудников (1957 г.)	195

Исправление опечатки

В третьем номере нашего журнала допущена опечатка. На стр. 123 вторую строку заголовка следует читать: способов отработок...

Далее, как напечатано.

Ведущий редактор *Г. В. Кикинов*

Технический редактор *Л. В. Шевченко*

Корректоры *О. И. Дрожак, Г. А. Проводина*

*

Сдано в набор 22/VIII 1958 г. Подписано к печати 24/XII 1958 г. Е—05789. Бумага 70×103¹/₁₆. 12,5 печ. л.

14,11 уч.-изд. листа. Госиздат № 147. Тираж 600. Заказ № 955.

Цена 7 руб.

Госиздат Карельской АССР. Петрозаводск, пл. 25 Октября, 1.

*

Книжная типография Министерства культуры Карельской АССР
Сортавала, Карельская, 32.