

ЛОСОСЕВЫЕ НЕРЕСТОВЫЕ РЕКИ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ

А.Е. Веселов¹, Д.С. Павлов², К.Р. Приммер³, С.М. Калюжин⁴,
Я.И. Лумме⁵, М.И. Сысоева¹, М.Ю. Озеров³

¹ Учреждение Российской академии наук, Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск. E-mail: veselov@krc.karelia.ru

² Учреждение Российской академии наук, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН), Москва

³ Департамент биологии, подразделение генетики и физиологии, Университет Турку, Финляндия

⁴ Варзугский научно-исследовательский центр полярных экосистем, Варзуга

⁵ Департамент биологии, Университет Оулу, Финляндия.

Территория Восточной Фенноскандии относится к Северо-западу России, включает Мурманскую область и Республику Карелия. Здесь сохранилась значительная часть ареала атлантического лосося (*Salmo salar* L.), воспроизводящегося в нерестовых реках бассейнах Баренцева, Белого морей, а также в притоках Ладожского, Онежского и некоторых других озер. Первые систематические исследования по распространению лосося и гидрологическим особенностям рек Северо-запада России были начаты с 1931 г. (Труды КНИРС, 1935; и др.). Затем продолжены с 80-х годов прошлого века (Казаков, 1983; Зубченко и др., 1991; Казаков, Веселов, 1998). Однако эти работы были узко специализированы и посвящены в основном запасам лосося. В них не проводилась инвентаризация нерестовых рек, и они не были направлены на анализ гидрологических показателей, как это было сделано в ряде Европейских стран (Berg, 1964; Baltic Salmon Rivers..., 1999).

Ранее была проведена систематизация и инвентаризация нерестовых водотоков Восточной Фенноскандии (Веселов, 2006). В работе анализировались как лососевые, так и кумжевые реки. Использовались 7 гидрологических показателей рек (длина, км; средний расход воды, м³/с; площадь водосбора, км²; уклон, м; относительное падение, м/км; модуль стока, л•с/км², озерность, %). В результате было выявлено 4 группы рек: I – протяженные полуравнинные, II – средние полуравнинные, III – озерно-речные, полугорные, IV – озерно-речные, горные.

Однако здесь не были учтены важные для воспроизводства лосося характеристики, такие как площадь нерестово-выростных участков (НВУ), плотности распределения молоди лосося, реальные и потенциальные запасы нерестовых мигрантов. Кроме того, представляет интерес изучение рек в сравнительном плане по нескольким показателям, причем для разных бассейнов, выделяющихся различиями физико-географических характеристик, геоморфологией и гидрологическими показателями, которые вместе определяют размеры нерестово-выростного фонда, плотности распределения молоди и запасы производителей лосося.

В связи с этим цель работы состояла в сборе и анализе гидрологических и «биологических» показателей нерестовых рек, принадлежащих к Баренцеву, Белому и озерному бассейнам Восточной Фенноскандии.

Материал и методы

Работа выполнена в 1999-2008 гг. Маршрутную съемку рек осуществляли на лодках, комбинированно с пешим, автомобильным и вертолетным обследованием. Оценивали площади НВУ и их качество (Антонова и др., 2000). Сбор проб рыб осуществляли в летнюю межень методом электролова (Zippin, 1958). Размер облавливаемой площади составлял 30-200 м². Регистрировали видовой состав и плотности распределения рыб. Численность нерестовых стад лосося определяли на основе сведений по рыбоучетным заграждениям, статистики уловов, оценки продукции популяций (Power, 1973), данных литературы (Калюжин, 2003; и мн. др.), опросных и архивных материалов.

Результаты и обсуждение

По комплексу и показателей (табл. 1,2), представленных как многопараметрическая система, был проведен многомерный статистический анализ (Харин, 1992) с целью выявления группы ведущих факторов и последующей систематизации нерестовых лососевых рек. Анализ проводился отдельно по бассейнам морей и озер, а также в целом для рек Восточной Фенноскандии. Основные обобщенные характеристики нерестовых рек приведены в табл. 1.

Общие характеристики нерестовых рек атлантического лосося

Характеристики рек	Бассейны					Всего
	Баренцевоморский (Кольский п-ов)	Беломорский (Кольский п-ов)	Беломорский (Карелия)	Онежский	Ладожский	
Длина, км	2110	2542	2203	946	1173	8973
Падение, м	180±57	194±56	111±47	141±64	111±58	164±64
Отн. падение, м	7,0±6,0	4,8±2,5	1,39±0,7	1,8±0,9	1,1±0,5	4,4±4,4
Коэф. озерности, %	10,0±3,5	4,6±3,1	9,8±5,3	6,2±5,8	7,0±6,0	7,8±4,8
Плотн. молоди, экз./100 м ²	38±27	20±15	54±37	143±95	99±79	48±39
Запас, экз.	34860	151950	9500	5950	1860	204120
Пот. запас, экз.	203020	452700	66350	39400	29300	790770
Площадь НВУ, га	2007	6040	4940	490	587	14062

Кольский полуостров. Раздельно анализировали данные по лососевым рекам, относящимся к бассейнам Баренцева и Белого морей.

На основе метода главных компонент нами проведена систематизация 38 рек Баренцева моря. Исследуемые показатели объединились в два обобщенных фактора (табл. 2). В факторе 1 (дисперсия 49%) основные величины нагрузок пришлись на *длину рек* и *площадь НВУ*. В факторе 2 (дисперсия 15%) наибольшие величины нагрузок имели *падению*, *площадь водосбора* и *модуль стока*.

Таблица 2

Величины нагрузок исследованных показателей для лососевых рек по различным бассейнам

Показатель / бассейн	Белое море (Кольский п-ов)		Баренцево море (Кольский п-ов)		Ладожское и Онежское озера		Белое море (Карелия)	
	Компонента							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Плотность молоди	0,23	-0,41	0,26	0,32	-0,12	0,05	-0,06	-0,26
Запас	0,38	-0,07	0,36	0,19	0,31	-0,28	0,28	-0,42
Потенциальный запас	0,38	-0,05	0,28	0,25	0,37	-0,15	0,19	-0,52
Площадь НВУ	0,40	0,01	0,42	-0,06	0,23	-0,28	0,29	-0,29
Длина реки	0,37	0,23	0,41	0,02	0,38	-0,34	0,46	0,17
Падение реки	0,07	0,67	0,13	0,48	0,03	-0,46	0,34	0,27
Относительное падение	-0,13	-0,09	-0,21	-0,18	-0,41	-0,01	-0,29	0,14
Площадь водосбора	0,39	0,09	0,36	-0,50	0,39	0,30	0,43	0,20
Коэффициент озерности	-0,06	-0,27	-0,24	0,25	0,26	0,35	0,08	-0,41
Модуль стока	-0,18	0,48	0,01	0,50	0,05	0,42	0,08	0,14
Расход воды	0,38	0,08	0,37	-0,32	0,40	0,31	0,43	0,20
<i>Доля обобщенной дисперсии</i>	<i>55%</i>	<i>16%</i>	<i>49%</i>	<i>15%</i>	<i>34%</i>	<i>22%</i>	<i>38%</i>	<i>24%</i>

Анализ расположения в факторном пространстве баренцевоморских рек позволил выявить две различные группы. Большинство рек (30 из 38) по комплексу показателей образовали одну большую группу (рис. 1, I), что свидетельствует о сходстве условий воспроизводства лосося в большинстве баренцевоморских рек. В отдельную группу выделились реки Кола, Печенга, Харловка, Большая Западная Лица, Рында, Титовка, которые характеризуются средней протяженностью, весьма высокими плотностями распределения молоди лосося (40–50 экз./100 м²) и относительно высокими запасами (рис. 1, II). Следует отметить, что самостоятельно представлены две крупные реки – Иоканьга и Тулома. Первая, как типичная озерно-речная система, обладает наибольшими запасами лосося и значительным нерестово-выростным фондом, а вторая представляет собой развитую речную систему, но не имеющую достаточного запаса.

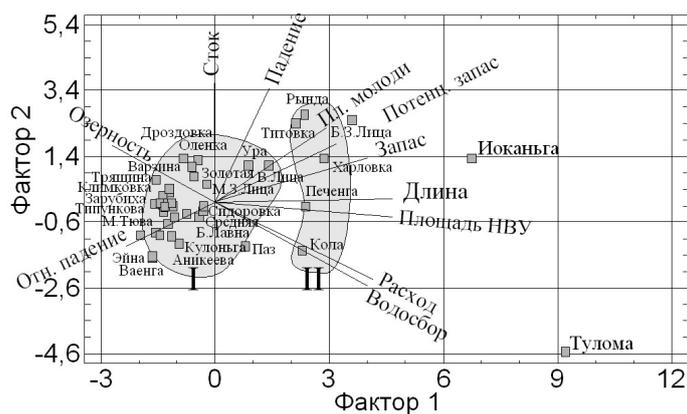


Рис. 1. Распределение лососевых рек бассейна Баренцева моря в факторном пространстве

В беломорском бассейне Кольского полуострова проанализировано также 38 нерестовых рек. В факторе 1 (дисперсия 55%) величины нагрузок пришлись на показатели: *запас*, *площадь НВУ*, *длина реки*, *площадь водосбора* и *расход воды*. В факторе 2 (дисперсия 16%) выделился один показатель – *падение* (табл. 2). Как и для баренцевоморских рек, большинство водотоков объединилось в одну группу (рис. 2, I), с примерно одинаковыми запасами, но существенно различающихся по падению. В другую группу (рис. 2, II) вошли реки (Стрельна, Умба, Кица) характеризующиеся более высокими показателями плотностей молоди, возросшей длиной и увеличенным стоком. Кроме того существенно выделились две крупные реки – Варзуга и Поной, из которых первая имеет большее падение, максимальные запасы и большие площади НВУ.

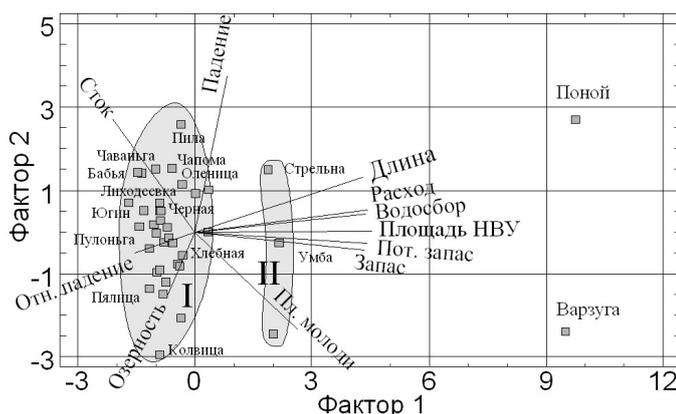


Рис. 2. Распределение лососевых рек бассейна Белого моря Кольского п-ова в факторном пространстве

Карелия. В беломорском бассейне Карелии было систематизировано 22 реки. Методом главных компонент выделено два ведущих фактора (табл. 2). В факторе 1 (дисперсия 38%), основные нагрузки пришлись на показатели: *длина*, *площадь водосбора* и *расход воды*. В факторе 2 (дисперсия 24%) основную нагрузку несет только *потенциальный запас*.

Анализ расположения рек в пространстве выделенных факторов показал, что большинство рек объединилось в одну большую группу (рис. 3, I), характеризующуюся низкими запасами, существенными площадями НВУ и потенциальными возможностями воспроизводства лосося в них. Отдельно от них расположена река Кереть, обладающая сравнительно высоким запасом и потенциальными возможностями увеличения численности лососей. Также в факторном пространстве выделились две крупные озерно-речные системы – Выг и Кемь (II), утратившие в результате их зарегулирования запасы лосося и основные площади НВУ.

Притоки бассейнов Ладожского и Онежского озер, по причине геоморфологического сходства рельефообразующих структур и общего послеледникового происхождения, были исследованы как единая совокупность рек. В результате выделено два фактора (табл. 2). В факторе 1 (дисперсия 34%) основные нагрузки имели показатели *потенциальный запас*, *длина реки*, *площадь водосбора* и *расход воды*. В факторе 2 выделился только один показатель – *падение реки*.

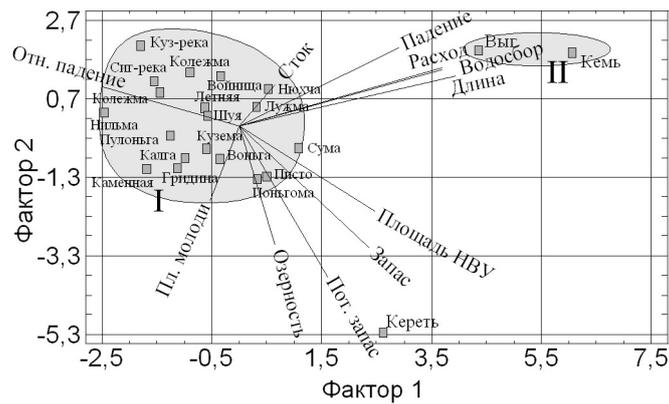


Рис. 3. Распределение лососевых рек бассейна Белого моря Карелии в факторном пространстве

Анализ расположения рек в пространстве обобщенных факторов позволил выявить значительный разброс, как по первому, так и по второму фактору, что может свидетельствовать об их существенном различии. В отдельную группу (рис. 4, I) выделились такие реки, как Сюскуанйоки, Тулема, Лижма, Кумса, Пяльма, Уукса, характеризующиеся высокими значениями относительного падения и плотностью молоди лосося, но не достаточными запасами. Другие, протяженные реки – Паша, Оять (Ладога), Водла (Онего) также в настоящее время не обладают промысловыми запасами лосося, однако имеют весьма крупные и не используемые площади НВУ, которые потенциально связаны с возможной высокой численностью естественно воспроизводящегося лосося. Также в пространстве факторов отдельно расположены другие две крупные реки – Шуя (Онего) и Бурная (Ладога). Первая имеет достаточно высокую численность нерестовых мигрантов, несмотря на наличие потенциально не используемых в настоящее время площадей нерестово-выростного фонда, а вторая характеризуется как протяженная озерно-речная система с большой площадью водосбора и высоким расходом воды, но обладающая малыми площадями НВУ и, как следствие, низким запасом лососей.

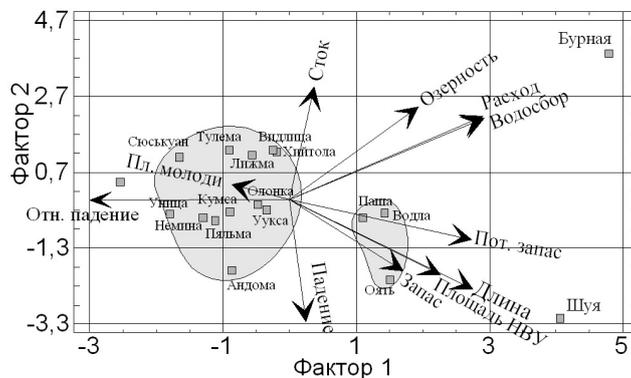


Рис. 4. Распределение лососевых рек озерного бассейна в факторном пространстве

Таким образом, для лососевых рек всех бассейнов можно выделить три ведущих гидрологических показателя – *длина реки*, *площадь водосбора* и *падение*. Однако падение для беломорских рек Карелии явно проявляется только на относительно коротких пороговых участках, связывающих между собой цепи многочисленных озер. В целом озера формируют в большей степени равнинный характер этих рек, а воспроизводство лосося происходит только на порогах и перекатах. Наличие озер определяет для большинства рек повышенные значения среднегодового расхода воды, за исключением баренцевоморских рек. Для этого бассейна дополнительным ведущим показателем становится *модуль стока*, что вполне согласуется с увлажненным климатом данного района. Из «биологических» показателей для рек Кольского полуострова важнейшим является *площадь НВУ*: чем она больше, тем больше реальный запас. Однако для рек Карелии (как беломорских, так и озерных), при благоприятных соотношениях прочих показателей – *потенциальный запас* выходит на первое место, т.е. в настоящее время воспроизводится лосося в несколько раз меньше, чем обеспечен естественный ресурс, в частности недостаточно нерестующих производителей.

Представляет интерес общий анализ гидрологических и «биологических» показателей нерестовых лососевых рек целом по территории Восточной Финноскандии. В результате было выделено три основных фактора (табл. 3). В факторе 1 (дисперсия 34%) основные нагрузки приходятся на *запас, потенциальный запас, площадь НВУ и длину реки*. В фактор 2 (дисперсия 19%) вошел показатель *падение*, а в фактор 3 (дисперсия 14%) – *плотность молоди* и находящиеся с ним в обратной зависимости *площадь водосбора и расход воды*.

Анализ расположения рек в 3-х мерном пространстве обобщенных факторов показал, что большинство рек сгруппировалось в единую область (рис. 5). Для них характерны высокие плотности распределения молоди лосося (более 50 экз./100 м²), достаточное падение (более 120 м), умеренный коэффициент озерности (6–12%), средний или пониженный сток (3,5–4,5 л/с/м³). Другая группа рек – Кица, Иоканьга, Стрельна, Шуя, Умба – отличается большей длиной, площадью НВУ, и, соответственно, большими запасами лосося. Отдельную группу образовали три реки – Тулома, Выг и Кемь – похожие между собой по гидрологическим показателям: площади водосбора, расходу воды, длине, но не обладающие запасами по сравнению с другими реками. Связано это с зарегулированием рек гидроузлами, преградившими доступ мигрантам к верхним и средним нерестилищам. В факторном пространстве существенно выделяются наиболее продуктивные реки по запасам нерестующих производителей лосося и площади НВУ – это Варзуга (70 тыс. экз.) и Поной (30 тыс. экз.). Отдельно в трехмерном пространстве локализовалась река Бурная (Ладожское оз.), представляющая собой протяженную озерно-речную систему, но с недостаточными площадями НВУ в нижней части. Это и определило относительно низкие как реальные, так и потенциальные запасы лосося в ней.

Таблица 3

Величины нагрузок исследованных показателей для лососевых рек

Показатель	Компонента 1	Компонента 2	Компонента 3
Плотность молоди	0,09	-0,24	0,42
Запас	0,40	0,34	0,16
Потенциальный запас	0,40	0,33	0,15
Площадь НВУ	0,43	0,19	0,17
Длина реки	0,44	-0,06	-0,09
Падение реки	0,05	0,44	-0,37
Относительное падение	-0,20	0,32	-0,23
Площадь водосбора	0,33	-0,35	-0,43
Коэффициент озерности	-0,05	-0,26	-0,16
Модуль стока	-0,14	0,30	-0,40
Расход воды	0,35	-0,31	-0,43
Доля обобщенной дисперсии	34%	19%	14%

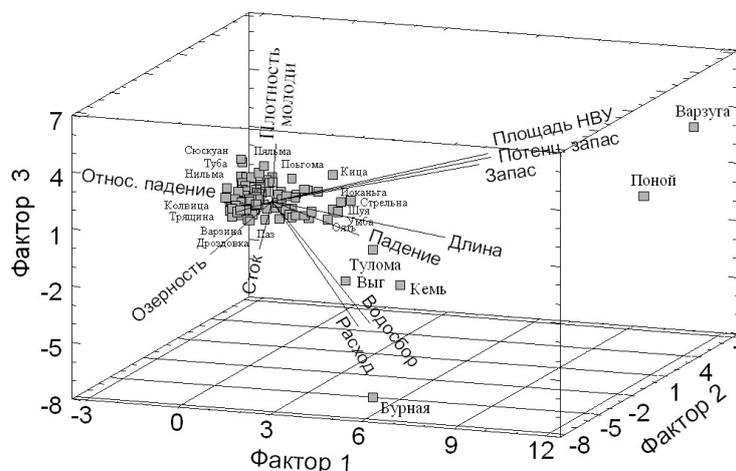


Рис. 5. Распределение лососевых рек Белого, Баренцева и озерного бассейнов в факторном пространстве

Таким образом, впервые проведен сравнительный анализ лососевых нерестовых рек по Баренцеву, Белому и озерному бассейнам. В результате выявлены общие и значимые для воспроизводства атлантического лосося характеристики рек. Показано, что для рек Карелии имеется существенный потенциал не используемого диким лососем нерестово-выростного фонда. Реки Кольского полуострова в целом отличаются большим соответствием площадей НВУ реальным запасам лосося. Однако и здесь для целого ряда рек, особенно расположенных вблизи дорожно-транспортной инфраструктуры и доступных для нелегального лова (Кола, Тулома, Умба и др.) наблюдается заполнение нерестилищ лишь на 40-60%. Некоторые реки имеют естественные преграды к верхним НВУ в виде непроходимых для нерестовых мигрантов водопадов (Орловка, Рында, Стрельна и др.).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 08-04-91771-АФ (№ 08-04-91771-АФ_а) и Академии наук Финляндии (грант №124121), Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Информационное обеспечение программ сохранения, восстановления и рациональной эксплуатации запасов атлантического лосося, воспроизводящихся в реках Восточной Фенноскандии» (№ г.р. 01.2.00608827) (2009-2011 гг.).

Литература

Антонова В.А., Чуксина Н.А., Студенов И.И., Титов С.Ф., Семенова О.В., Шустов Ю.А., Веселов А.Е., Хренников В.В., Широков В.А., Щуров И.Л. 2000. Обзор методов оценки лососевых рек. Издательский центр АГМА, г. Архангельск. 47 с.

Веселов А.Е. 2006. Инвентаризация и систематизация нерестовых рек атлантического лосося Мурманской области и Карелии // Доклады академии наук, том 407, № 3. С. 1-5.

Зубченко А.В., Кузьмин О.Г., Новиков О.Н., Сорокин Л.А. 1991. Рекреационный лов лосося на Кольском п-ве (Программа развития). Мурманск, ПИНРО. 149 с.

Казаков Р.В. 1983. Гидрологические особенности рек как среды обитания атлантического лосося *Salmo salar* L. // Промышленная гибридизация рыб. ГосНИОРХ. Вып. 195. С. 80-106.

Казаков Р.В., Веселов А.Е. 1998. Популяционный фонд атлантического лосося России // В кн.: Атлантический лосось. СПб, «Наука». С. 385-395.

Калюжин С.М. 2003. Атлантический лосось Белого моря: проблемы воспроизводства и эксплуатации. Петрозаводск, «Петропресс». 264 с.

Труды Карельской научно-исследовательской рыбохозяйственной станции. 1935. Под ред.: Бессонов М.Н., Правдин И.Ф., Берг Л.С. Ленинград: Госфиниздат им. Котлякова, том 1. 394 с.

Харин В.Н. Факторный анализ (подход с использованием ЭВМ). Петрозаводск, КарНЦ РАН, 1992. 191 с.

Baltic Salmon Rivers – status in the late 1990s as reported by the countries in the Baltic Region / by edit: Ranke W., Rappe C., Soler T. Göteborg: Göteborgs Länsstryckeri AB, 1999. 69 p.

Berg M. 1964. Nord-Norske Lakseelver. Oslo, Johan Grundt Tanum Forlag. 300 p.

Power G. 1973. Estimates of age, growth, standing crop and production of salmonids in some North Norwegian rivers and streams // Drottningholm: Rept. Inst. Freshwater Res., vol. 53, pp. 78-111.

Zippin C. 1958. The removal method of population estimation // Journal of Wildlife Management, vol. 22, № 1. P. 82-90.

ДИНАМИКА ВОДНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ЗЕЛЁНОЙ ЖАБЫ *BUFO VIRIDIS*

И.Г. Владимирова, Л.И. Радзинская, Т.А. Алексеева, С.Ю. Клейменов

Учреждение Российской академии наук

Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, г. Москва, Россия

e-mail: i.g.vladimirova@gmail.com

Известно, что водный обмен амфибий существенно изменяется в онтогенезе. Это особенно заметно в эмбриональном и личиночном развитии. По характеру водного обмена в эмбриогенезе амфибий можно выделить 3 периода. От оплодотворения до нейрулы вода поступает в зародыш; на стадии нейрулы содержание воды в зародыше снижается вследствие секреции воды в первителлиновое пространство; на последующих стадиях содержание воды в зародыше вновь увеличивается (Зотин, 1961). В раннем личиночном развитии происходит дальнейшее увеличение поступления воды, которое сохраняется на более высоком, чем у взрослых особей уровне до начала метаморфоза (Fletcher, Myant, 1959; Funkhouser, Mills, 1969; Владимирова и др., 2000; Seymour *et al.*, 2000).