

Арктика и Север. 2025. № 61. С. 290–317.

Научная статья

УДК [338.45:639.29](470.11)(045)

DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.61.290>

Архангельский водорослевый комбинат: сто лет импортозамещения

Пилясов Александр Николаевич¹, доктор географических наук, профессор

Бужинская Анна Алексеевна²

Сабуров Александр Алексеевич^{3✉}, кандидат исторических наук

^{1, 2, 3} Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, набережная Северной Двины, 17, Архангельск, Россия

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, ГСП-1, Москва, Россия

¹ pelyasov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2249-9351>

² a.buzjinskaya@narfu.ru

³ a.saburov@narfu.ru ✉, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3274-5723>

Аннотация. Статья посвящена ретроспективному анализу столетней истории Архангельского водорослевого комбината (АВК) — старейшего в России предприятия полного ресурсного цикла переработки водорослей. Исследование актуально в контексте современных вызовов импортозамещения и экологизации промышленного производства. Предмет исследования — закономерности и особенности эволюции предприятия, базирующегося на возобновляемых природных ресурсах. Объект — АВК, деятельность которого охватывает полный цикл: от заготовки водорослей до выпуска продукции. Цель исследования — объяснить долгосрочную хозяйственную динамику комбината через концепцию технологических укладов Кондратьева-Перес-Глазьева. Для этого решены задачи периодизации технологической истории, анализа факторов устойчивости предприятия в кризисные годы и выявления специфики его технологической эволюции. Информационная база исследования включает документы Государственного архива Архангельской области, отчёты АВК, научные публикации и цифровые ресурсы. Методология опирается на анализ временных рядов, сравнительный и биографический анализ. Основные результаты исследования: разработана периодизация столетней хозяйственной истории АВК на основе концепции технологических укладов; показана эволюция предприятия от кустарного до современного постиндустриального производства; выявлены факторы устойчивости АВК в кризисные периоды, включая 1990-е гг., благодаря специфичности активов и инновационным подходам; раскрыты противоречия между производственной и ресурсной базой, определившие необходимость технологической трансформации. В ходе дискуссии авторы подчёркивают значение перехода к природосовместимым технологиям (плантационное выращивание водорослей) и экологизации производства. Выводы подчёркивают уникальную роль АВК в качестве примера успешного импортозамещения, трансформации технологических укладов и адаптации к вызовам устойчивого развития.

Ключевые слова: Архангельский водорослевый комбинат, технологические уклады, эволюция, возобновляемые ресурсы, добычная и перерабатывающая подсистемы, импортозамещение

* © Пилясов А.Н., Бужинская А.А., Сабуров А.А., 2025

Для цитирования: Пилясов А.Н., Бужинская А.А., Сабуров А.А. Архангельский водорослевый комбинат: сто лет импортозамещения // Арктика и Север. 2025. № 61. С. 290–317. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.61.290>

For citation: Pilyasov A.N., Buzhinskaya A.A., Saburov A.A. Arkhangelsk Seaweed Factory: One Hundred Years of Import Substitution. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2025, no. 61, pp. 290–317. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.61.290>



Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY-SA

Arkhangelsk Seaweed Factory: One Hundred Years of Import Substitution

Alexander N. Pilyasov¹, Dr. Sci. (Geogr.), Professor

Anna A. Buzhinskaya²

Aleksandr A. Saburov^{3✉}, Cand. Sci. (Hist.)

^{1,2,3} Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, Russia

¹ M. V. Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, GSP-1, Moscow, Russia

¹ pilyasov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2249-9351>

² a.buzjinskaya@narfu.ru

³ a.saburov@narfu.ru ✉, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3274-5723>

Abstract. The article is devoted to a retrospective analysis of the century-long history of the Arkhangelsk Seaweed Factory (ASF), the oldest enterprise in Russia with a full resource cycle of seaweed processing. The study is relevant in the context of modern challenges of import substitution and greening of industrial production. The subject of the study is the patterns and features of the evolution of an enterprise based on renewable natural resources. The object is the ASF, whose activities cover the full cycle, from seaweed harvesting to product release. The purpose of the study is to explain the long-term economic dynamics of the factory through the concept of Kondratiev-Perez-Glazyev technological structures. For this purpose, the tasks of periodization of technological history, analysis of enterprise sustainability factors in times of crisis and identification of the specifics of its technological evolution were solved. The information base of the study includes documents of the State Archive of the Arkhangelsk Oblast, ASF reports, scientific publications and digital resources. The methodology is based on time series analysis, comparative and biographical analysis. The main results of the study are as follows: a periodization of the century-long economic history of ASF has been developed on the basis of the concept of technological formations; the evolution of the enterprise from handicraft to modern post-industrial production has been demonstrated; the factors of ASF sustainability in crisis periods, including the 1990s, due to the specificity of assets and innovative approaches have been identified; the contradictions between the production and resource base, which determined the need for technological transformation, have been revealed. During the discussion, the authors emphasize the importance of the transition to environmentally friendly technologies (plantation cultivation of seaweed) and the greening of production. The conclusions emphasize the unique role of ASF as an example of successful import substitution, transformation of technological structures and adaptation to the challenges of sustainable development.

Keywords: *Arkhangelsk Seaweed Factory, technological structures, evolution, renewable resources, mining and processing subsystems, import substitution*

Введение

Указ Президента РФ от 18 июня 2024 г. № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий» определил переход к высокопродуктивному и экологически чистому агропромышленному и водохозяйственному комплексу, развитию и внедрению систем рационального природопользования как одно из таких важнейших направлений¹. И это полностью соответствует той революции в мировой биотехнологии, науках о жизни, очевидцами которой мы являемся.

Между тем мы по-прежнему знаем очень мало о закономерностях и особенностях долгосрочной экономической динамики (рождения, становления и трансформации) хозяй-

¹ Указ Президента Российской Федерации от 18.06.2024 г. № 529. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50755> (дата обращения: 21.02.2025).

ственных структур, которые опираются на использование возобновляемых природных ресурсов и сегодня являются опорными для агропромышленного, лесопромышленного, рыбопромышленного комплекса российских регионов. Дефицит такого знания особенно ощутим в сравнении с многочисленными работами экономистов, историков, географов по долгосрочной хозяйственной динамике региональных предприятий нефтепромышленного, горнопромышленного, углепромышленного комплекса.

В связи с этим исключительный интерес представляет ретроспективный анализ столетней истории Архангельского водорослевого комбината (АВК) — старейшего и единственного в России предприятия полного ресурсного цикла — от заготовки водорослей в Белом море до их глубокой и диверсифицированной переработки с выпуском и реализацией конечному потребителю сотен видов товарной продукции. Именно уникальность предприятия обеспечила наличие долговременных рядов натуральных показателей добычи и переработки водорослей, обширного архива и информативного музея, которые определяют возможность системного научного исследования хозяйственной истории комбината.

Предприятие было рождено вызовами импортозамещения, которые стояли перед нашей страной в начале XX в. не менее остро, чем сегодня. Поэтому обращение к истории АВК является для нас исключительно актуальным и поучительным. Тем более, что сегодня и предприятие, и отрасль в целом находятся на пороге значительных перемен, предвидеть и понять русло которых будет проще, если поместить их в контекст столетней эволюции комбината.

Предмет нашего исследования — закономерности и особенности развития предприятия, которое базируется на использовании возобновляемых природных ресурсов в столетней ретроспективе с десятых годов XX в. по десятые годы XXI в. Объект исследования — Архангельский водорослевый комбинат (АВК).

Цель исследования — использование концепции технологических укладов Кондратьева-Перес-Глазьева для объяснения долгосрочной хозяйственной динамики АВК — обусловила решение нескольких задач:

- на основании графиков динамики природопользования предприятия (заготовки водорослей и производства продукции) определение границ и характеристика основных периодов в технологической истории комбината;
- определение причин выживания АВК в кризисные 1990-е гг. как результата значительной специфичности всех активов предприятия (природных, трудовых и фондовых);
- обобщение специфики технологической эволюции предприятия как объекта локального уровня по сравнению с объектами регионального и межрегионального уровня (например, акваторриальный или горнопромышленный район, провинция).

Новизна исследования состоит в том, что АВК никогда ранее не становился объектом целостного анализа за весь период его хозяйственной деятельности (за отдельные периоды были работы, например, К.П. Гемп [1]). Данный анализ хозяйственной истории комбината впервые проведён в контексте эволюции технологических укладов, постоянных технических новшеств в сборе, сушке водорослей, способах извлечения из них полезных биологических веществ и вызовов импортозамещения, возникавших перед страной.

Информационная основа работы — это фонд 1457 Государственного архива Архангельской области (ГААО), посвящённый АВК: ежегодные отчёты комбината по основной деятельности, объяснительные записки к нему, справочные материалы, предисловия к описям фонда; научная литература; материалы Интернет-сайтов, посвящённые деятельности АВК.

Методология и методы исследования

Методология исследования базируется на работах Н. Кондратьева, К. Перес, С. Глазьева [2; 3; 4], наших собственных работах, посвящённых региональным аспектам эволюции технологических укладов ресурсных территорий Магаданской, Мурманской области, Ненецкого автономного округа и Арктической зоны Российской Федерации в целом [5, Пилясов А.Н.; 6, Пилясов А.Н., Котов А.В.; 7, Пилясов А.Н., Цукерман В.А.; 8, Пилясов А.Н., Цукерман В.А.].

Методы исследования включают анализ временных рядов природопользования, метод периодизации для определения основных этапов деятельности комбината, сравнительный анализ технологической динамики предприятий разного ресурсного профиля, отдельного предприятия и ресурсной провинции в целом, анализ биографий руководителей комбината и др.

Основные результаты

1. Столетняя хозяйственная история комбината может быть представлена в виде последовательной технологической эволюции от второго к четвёртому Кондратьеву

Длинные волны Кондратьева протяжённостью около полувека отражают экономические реалии и социально-культурные ценности конкретного технико-экономического уклада. Их смена, которая связана прежде всего с радикальным изменением господствующей в обществе «якорной» технологии, которую используют производства, создающие основную добавленную стоимость в экономике, всегда сопровождается замещением прежней производственной структуры общества, научно-технологических парадигм, социально-культурных представлений новыми структурами, парадигмами, ценностями.

Второй Кондратьев (...–1934 г.)

На русском Севере начало XX в. ознаменовалось развёртыванием первых предприятий «заводской» промышленности, унаследовавших черты традиционных, жизнеобеспечи-

вающих кустарных промыслов XVIII–XIX вв. В нашей периодизации будем обозначать этот возникавший тогда технологический уклад вторым Кондратьевым (K2).

Именно в это время в Архангельске появилась первая водорослевая «мануфактура» — йодный завод — протопромышленное предприятие, работавшее фактически с 1914–1915 гг., официально — с января 1918 г. Технологический процесс был относительно примитивным и включал в себя сбор выброшенной на берег ламинарии по берегам и островам Белого моря, ручную сушку на вешалах, сжигание золы и извлечение из неё йода с помощью перекиси марганца и серной кислоты. «Для получения золы водоросли вывозятся лошадьми на берег, сушатся как сено, сжигаются в кучах и складываются в мешки. Из 100 пудов сырых водорослей получается 5–7 пудов золы» [9, Шурупова Е.П., с. 167]. Появление завода было прямо связано с императивами импортозамещения: йод был нужен для раненых, а получать его из Германии, как прежде, во время войны с ней, естественно, было невозможно [10, Стасенков В.А., Студенов И.И., Новоселов А.П., с. 134].

Именно кустарная недоиндустриальность, трудности дорогой доставки водорослевых ресурсов с дальних промыслов в Архангельск [9, Шурупова Е.П., с. 107; 11, Чирцова М.Г.], высокие потери йода при транспортировке объясняют поучительную неудачу с консервацией Архангельского йодного завода в 1923 г. [10, Стасенков В.А., Студенов И.И., Новоселов А.П., с. 236] и частичной передислокацией его оборудования на остров Жижгин [9, Шурупова Е.П., с. 152], ближе к непосредственным источникам йодного сырья в виде штормовых выбросов ламинарии, которыми славился этот остров ввиду своих многочисленных бухт.

И эта дихотомия — «ближе к транспортно-торговым путям на рынки сбыта или ближе к непосредственным источникам сырья?», или, как принято говорить в терминологии региональной экономики, размещение по Лешу-Кристаллеру, то есть от факторов спроса и потребительского рынка, или по Веберу, то есть от факторов предложения, уникального ресурса, — является исключительно характерной для периода второго, кустарного Кондратьева. Вспомним аналогичные дискуссии на «золотой Колыме» — где строить город — столицу Колымского края — рядом, непосредственно у приисков в бассейне Верхней Колымы, или как морской порт и транспортный узел в бухте Нагаево Охотского моря?

Для небольших, штучных, кустарных объёмов производства размещение непосредственно у источников ресурсного промысла абсолютно закономерно. В этой связи передислокация завода из Архангельска на остров Жижгин как раз и закрепляла кустарный, малообъёмный характер нового водорослевого производства. С другой стороны, как только возникает императив большеобъёмного, массового производства, рассчитанного на крупный внешний рынок, достоинства близости к месту промысла утрачивают свои прежние преимущества и размещение в крупном промышленно-транспортном центре, удобно связанном транспортными путями с внешними потребителями в лице предприятий, бирж, компаний, становится безоговорочной альтернативой.

Поэтому неудачу Архангельска и потом опять, после «жизгинских колебаний» (в 1923 г. по поручению Архангельского губернского совнархоза В.К. Низовкин, И.В. Марциновский, М.Ф. Смирнов, П.В. Ивановский, И.А. Павлов организовали промышленное кооперативное товарищество «Беломорское йодное производство» на Жизгине [9, Шурупова Е.П., с. 152]), обретение им функций места размещения в 1933 г. уже агарового завода следует рассматривать не в принятой трактовке рентабельно / нерентабельно (см., например, статью И.В. Марциновского [12]), а как отражение разных закономерностей размещения малотоннажных кустарных производств второго Кондратьева и массовых большеобъёмных производств индустриального третьего Кондратьева. Расширить же масштабы промысла ресурсно суперпродуктивного острова Жизгин было невозможно по объективным новым законам размещения промышленных предприятий в третьем Кондратьеве. Для этого имели значение не близость Жизгина к другим островам массовых штормовых выбросов водорослей, а близость Архангельска к крупным потребительским рынкам страны, которые востребовали новые массовые объёмы производства (а вовсе не наличие дров для сушки водорослей теплом котельной вблизи Архангельска и их отсутствие на промысловых островах).

Очень поучительно анализировать сбои в работе йодного промысла: в 1929 г. завод на Жизгине переоборудован для расширения выработки йода [13, Виноградов В.А., с. 3]. В следующем 1930 г. возобновляет работу Архангельский йодный завод, в 1931–1932 г. он снова законсервирован из-за недостатка сырья, наконец, в 1934 г. после года экспериментальной работы он перезапускается уже как агаровый завод², призванный импортозаместить сырьё, поступающее из Японии [10, с. 242]. И именно это событие знаменует переход в деятельности водорослевой промышленности Белого моря к третьему технологическому укладу, который вывел объёмы с первых тонн производства йода на Архангельском и Жизгинском йодных заводах в начале 1930-х гг. — до десятков и сотен тонн производства агара, альгината, маннита на Архангельском водорослевом комбинате в 1930–1980-е гг.

Третий Кондратьев (1934–1996 гг.)

В нашей периодизации третий индустриальный кондратьевский цикл в АВК длился с 1934 по 1996 гг., то есть растянулся на 62 года (стандартное протяжение — полвека). С другой стороны, второй «кустарный» цикл, который базировался на извлечении йода из ламинарии, был сжат до примерно 20 лет (1914–1933 гг.). Производство йода было оборвано в связи с тем, что в 1920-е гг. были найдены более рентабельные способы его добычи не из водорослей, а из минеральных вод [10, с. 241]. Эти закономерности были характерны для многих регионов Севера и Арктики, в которых переход к массовой индустриализации в 1930-е гг. привёл к быстрому вытеснению только начавшегося в последние годы царской России второго кустарного Кондратьева (на Колыме — лотошной золотодобычи из россыпей, в Беломорье — йодного промысла из ламинарии). А третий индустриальный «конвейерный»

² ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 66. Л. 13.

технико-экономический уклад, наоборот, существенно затянулся, когда уже повсеместно в мире созревали предпосылки для перехода к четвёртому и пятому Кондратьеву, основанному соответственно на трубопроводном, воздушном транспорте, далее на цифровых и биотехнологиях, телекоммуникациях, тотальной компьютеризации.

Принципиально проводить разграничение второго и третьего Кондратьева именно по ресурсной специализации. Второй базировался на кустарном (ручная добыча и переработка), то есть малотоннажном производстве йода, который в конце 1920-х гг. начинал обретать новые механизированные формы (драгирование водорослей механическим путём, а не вручную, как раньше [13, Виноградов В.А., с. 3]). Третий сразу базировался на массовом (то есть большеобъёмном) механизированном производстве агара на новой агаровой установке.

Менялся вид используемой водоросли, извлекаемого из неё ресурса (то есть ресурсной специализации предприятия), применяемой технологии, территориальной структуры водорослевой промышленности. После экспериментов начала 1930-х гг. с 1935 г. вместо ламинарии новым опорным ресурсом для комбината становилась анфельция, призванная заместить извлекаемым из неё агаром завозимый японский (использовался как натуральный загуститель для производства конфитюра, суфле, пастилы, джема, другой кондитерской продукции, поэтому завод входил в Гострест клеежелатинной промышленности). Вместо опоры преимущественно на штормовые водоросли возникал императив заготовки (сначала ручной, а потом механизированной) растущих / скошенных водорослей. Возникали и постепенно расширялись возможности механизации всех производственных процессов, транспортировки заготовленного водорослевого сырья на завод для переработки. Отрабатывались новаторские технологии переработки водорослей с получением новых видов продукции. Сама технология получения агара из анфельции стала результатом работы специально созданной Водорослевой лаборатории в конце 1920-х гг. [1, Гемп К.П., с. 8].

Завод, впоследствии комбинат, переходил к генерированию собственных новшеств в заготовке, сушке, хранении, переработке — происходил процесс локализации инноваций (во втором Кондратьеве в производстве использовалось первое полученное знание о водорослевых ресурсах научных экспедиций из Петербурга). Третий Кондратьев на комбинате не был связан лишь с одной ресурсной специализацией: условия внешних рынков и спроса на водорослевую продукцию, императивы импортозамещения и наличные запасы водорослевой ресурсной базы Белого моря определили неоднократную смену доминирующей специализации комбината: сначала агар из анфельции, потом крупка из фукусов, потом альгинат из ламинарии, потом разнообразная фармацевтическая продукция из ламинарии.

Пионерная стадия запуска нового ресурсного фронта, как всегда бывает и как показали последующие события, была очень хрупким этапом с несколькими перезапусками предприятия: первый запуск нового ресурсного фронта состоялся в 1934–1940-х гг., потом, после фактической остановки в военные годы, перезапуск произошёл в 1945–1954 гг. При этом вплоть до 1943 г. [1, Гемп К.П., с. 8] наряду с производством нового агара инерционно

сохранялось и производство старого, унаследованного от второго Кондратьева, йода. Это очень напоминает сохранение лотошной добычи россыпного золота на Колыме вплоть до 1940-х гг., когда уже на большинстве горнопромышленных управлений «Дальстроя» были внедрены механизированные промприборы.

Пионерная стадия хозяйственного освоения обычно характеризуется неординарными личностями, которые ею руководят и потому остаются надолго в исторических летописях предприятия, промышленного района, провинции. Для Архангельского агарового завода таким легендарным человеком стал его первый директор (1933–1937 гг.) Н.Д. Григорьев, который налаживал новое производство с помощью немногочисленного производственного коллектива (около 75 человек), состоявшего в основном из женщин³.

Несмотря на объективные трудности, всегда связанные с пионерной стадией развития предприятия⁴, и высокую погодную амплитудность производства, очень быстро от первых тонн агара завод перешел к выпуску десятков тонн (в 1939 г. — 53 т), тем самым на порядок превзойдя объёмы производства йода из ламинарии в 1910–1920-е гг. во втором Кондратьеве. И хотя создание агарового завода открыло длительную эру агара на предприятии, одновременно уже в середине 1940-х гг. (рис. 1) состоялась первая диверсификация производства за счёт выпуска альгината из ламинарии, который использовался в текстильной, лакокрасочной и резиновой промышленности. Даже для вертикального взлёта нового фронтального ресурсного производства всегда характерно одновременное «подвёрстывание» и других, в тот период неосновных видов промысла, которые со временем могут стать новым фронтиром и заместить прежний.

³ Государственный архив Архангельской области (ГААО). Ф. 1457. Оп. 1. Д. 16. Л. 3.

⁴ Нарушения производственной дисциплины поставщиков химических реагентов — кальцинированной (каустической) соды, хлорной извести, фильтровального холста (и потому необходимость самостоятельно закупать их на рынке), дефицит спецодежды, спецобуви, топлива, исходного сырья — беломорской анфельции, конкуренция при заготовках анфельции с ленинградской мармеладной фабрикой и Московской фабрикой «Ударница», которые её заготавливали на Кемском берегу Белого моря, простои перерабатывающего оборудования и т.д. Источники: ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 66. Л. 17-19, 38; ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 16. Л. 5; ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 26. Л. 3.

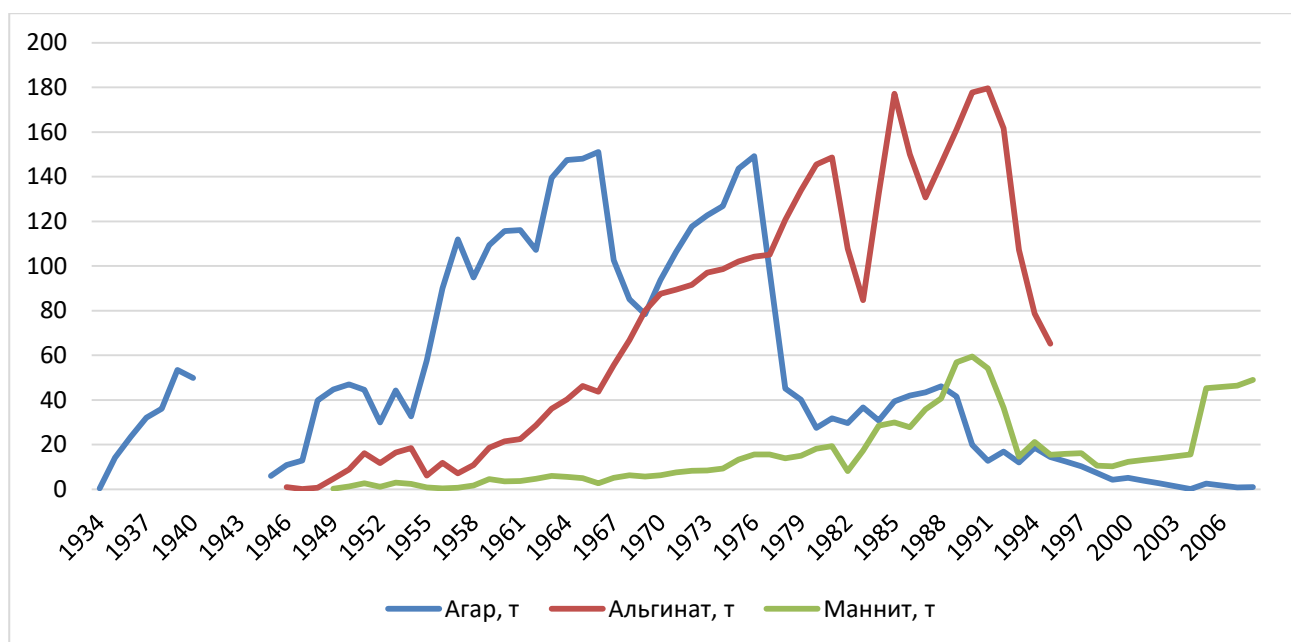


Рис. 1. Динамика выпуска агара, альгината и маннита на Архангельском водорослевом комбинате, т ⁵.

В военные годы предприятие поменяло свой профиль, временно перейдя на выпуск порошка из ламинарии для приготовления бульонов из морской капусты для жителей блокадного Ленинграда и Архангельской области [10, с. 242]. Поэтому с 1945 г., по сути, снова началась *фронтирная первая фаза* перезапуска предприятия. Однако будет неверным считать, что это было простое повторение предвоенного производства агара.

Фактически предвоенное и послевоенное производство — это были две разные фронтирные эры. Предвоенный завод находился в ведении экзотичного гостреста «Клейже-пром», после войны на короткий период был передан в гострест «Росглавкондитер», а в 1947 г. на длительный период — в рыбопромышленный трест «Севрыба» ⁶, что подчёркивало общность водорослевого и рыбного промысла в период послевоенной активной механизации всех основных производственных процессов.

Косвенным, но очень важным для нас подтверждением, что мы не ошибаемся в выделении по графикам динамики природопользования (прежде всего базового, агарового) этапа 1945–1954 гг. как нового (индустриального) старта длинной технологической волны, служит тот факт, что именно в эти годы директором завода был Ф.А. Брызгунов (1938–1941 и 1946–1953 гг.). С одной стороны, он обеспечивал преемственность первого предвоенного и второго послевоенного агарового фронта комбината. Именно он быстро восстанавливал производство после Великой Отечественной войны. С другой стороны, он укрепил новое (фармацевтическое и техническое) для завода направление — выпуск альгината натрия и маннита (прежняя маннитная установка в войну была разрушена) из ламинарии, которое со временем стало магистральным для комбината. Технический альгинат натрия завод стал выпускать с 1946 г. (пищевой — с 1955 г.), а маннит — с 1949 г. (маннит чистый для анализа

⁵ Источник: фонд 1457 ГААО, ежегодные отчёты по основной деятельности Архангельского водорослевого комбината.

⁶ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Предисловие к описи за 1930–1983 годы. Л. 2.

— с 1959 г.). К тому времени численность персонала завода составляла более ста человек, то есть это было уже среднее по размерам предприятие.

Закономерно, что после фазы первичного становления нового агарового фронта, которая на заводе специфично запускалась дважды, до и после войны, наступила *фаза агрессивного инвестирования*, мощных экспериментов по отработке приёмов механизации процессов добычи и переработки, продолжающаяся более двух десятилетий — 1954–1977 гг. — и обеспечившая кратный рост натуральных показателей по всему спектру выпускаемой продукции. Здесь нужно отметить возможно разное протекание этой фазы в зависимости от состояния ресурсной базы. Например, в колымских золотоносных районах после быстрого достижения пика в первую фазу агрессивное инвестирование на второй фазе не смогло ломать тенденцию к угасанию новой провинции, несмотря на различные усилия. В итоге спад в добыче золота весь период продолжался на фоне экспериментов по расширению ресурсной базы за счёт других металлов, с новыми технологиями в виде новых моделей пром-приборов и т. д.

С другой стороны, на Архангельском комбинате, который, по сути, монополизировал водорослевую ресурсную базу Беломорья, агрессивное инвестирование на второй фазе обеспечило рост объёмов заготовок водорослей и производства агара, альгината натрия и маннита.

Фаза агрессивного инвестирования ознаменовалась массовой механизацией всех производственных процессов. В добыче — концентрация заготовок на самом продуктивном участке Соловецких островов, расширение самоходного флота предприятия до сотни единиц⁷. Единственный участок механизированного дражного промысла ламинарии с барж / катеров с лебёдками обеспечивал до 35% её общей добычи⁸. Использовалась самоходная механическая драга типа «Непрерывка» для добычи ламинарии на глубинах до 12 м⁹. Механические драги «Паук» работали на участках с галечником и скальным грунтом.

В заготовках — механизация прессовки собранных водорослей в кипы, ранее в рыхлые сети. В сушке водорослей внедрялись новые принципы сушения и сушилок¹⁰, был построен цех искусственной сушки фукусов и ламинарии, приобретена в Эстонии паровая двухбарабанная сушилка. Для варки водорослей использовался новый непрерывно действующий варочный аппарат типа «КАЛЕВ» и др. В результате реконструкции маннитного отделения в 1973 г.¹¹ здесь появились кристаллизаторы, теплообменники, выпарные чаши, патронные фильтры, центрифуги, другое необходимое оборудование, что увеличило годовой объём производства вдвое¹². Тотальная механизация производственных процессов поз-

⁷ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 382 Л. 117.

⁸ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 523. Л. 126.

⁹ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 506. Л. 117.

¹⁰ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 506. Л. 129.

¹¹ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 579. Л. 145.

¹² История компании Архангельский водорослевый комбинат. URL: <https://snowsea.ru/o-nas/history/> (дата обращения: 18.02.2025).

волила снизить зависимость от ручного труда, и поэтому впервые на комбинате произошло сокращение численности работников.

Именно в фазе агрессивного инвестирования (не позднее 1958 г.) на заводе была создана экспериментальная группа, которая в течение длительного времени выполняла роль его местной инновационной системы: разрабатывала для предприятия специальные модели драг, учитывающие особенности дна Белого моря; подводную промышленную установку для резки водорослей, сама проводила доводку и настройку получаемого от поставщиков оборудования и вела сбор рационализаторских предложений работников предприятия.

Начало фазы агрессивного инвестирования стало периодом централизации функций предприятия как единственного, монопольного субъекта водорослевой хозяйственной деятельности на Белом море. В 1955 г. Жижгинский агаровый завод вошёл в состав Архангельского агарового завода на правах цеха¹³. В 1960 г. был запущен цех на Соловецких островах по переработке водорослей в агар и выпуску водорослевого порошка¹⁴. В 1964 г. на базе Архангельского агарового завода создаётся Архангельский водорослевый комбинат. Новое название подчеркнуло ресурсную многопрофильность основной продукции (агар, альгинат натрия, маннит).

В условиях роста предприятия на энергии механизации основных производственных процессов и уже обозначившегося истощения ресурсов анфельции [10, с. 243], на которых базировалось производство агара как главного, абсолютно доминирующего вида выпускаемой продукции (то есть эффект экономии на масштабе выпуска агара получить было невозможно), ставка на эффект комбинирования нескольких ресурсных цепочек в деятельности предприятия была абсолютно оправданной. К концу 1950-х гг. из прежде монопрофильного комбинат стал диверсифицированным предприятием с двумя цехами внутри завода — агаровым и альгинатным (с варочным, альгинатным и маннитным отделениями)¹⁵, работающими на несколько групп потребителей: агар для кондитерской и микробиологической промышленности; маннит для фармацевтической промышленности; альгинат натрия и порошок из ламинарии для текстильной промышленности.

Динамика ежегодного количества поступивших водорослей для переработки (рис. 2) позволяет отчётливо обособить два временных периода в работе комбината: 1) экспоненциального роста 1954–1965 гг. с достижением пиковых значений в 3 754 т в 1965 г. и 2) резкого спада 1965–1977 гг. с последующей стабилизацией около 1 200–1 300 т к концу периода в 1977 г. Аналогично поведение графика расхода всех видов водорослей со смещением пикового значения в 2 574 т на 1966 г. (рис. 3).

¹³ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Предисловие к описи за 1930–1983 годы. Л. 2.

¹⁴ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Предисловие к описи за 1930–1983 годы. Л. 3.

¹⁵ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 257а.

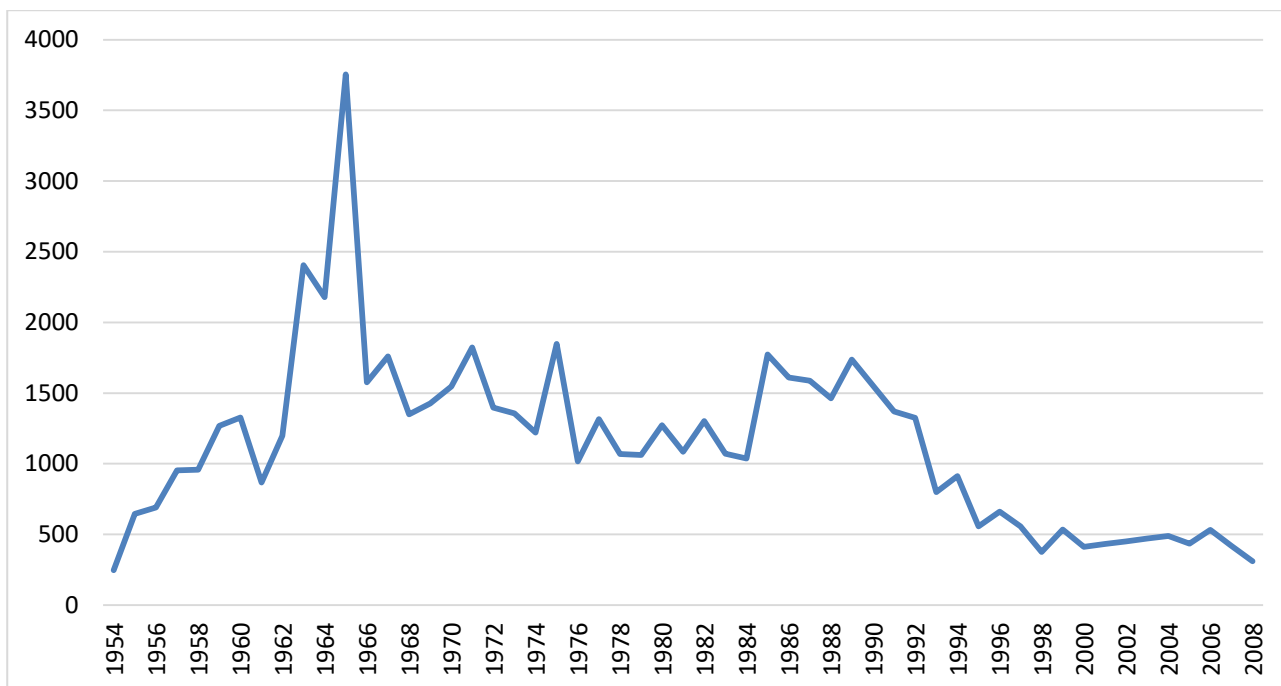


Рис. 2. Динамика общих объемов заготовок водорослей (собственных и закупленных по договорам), т.

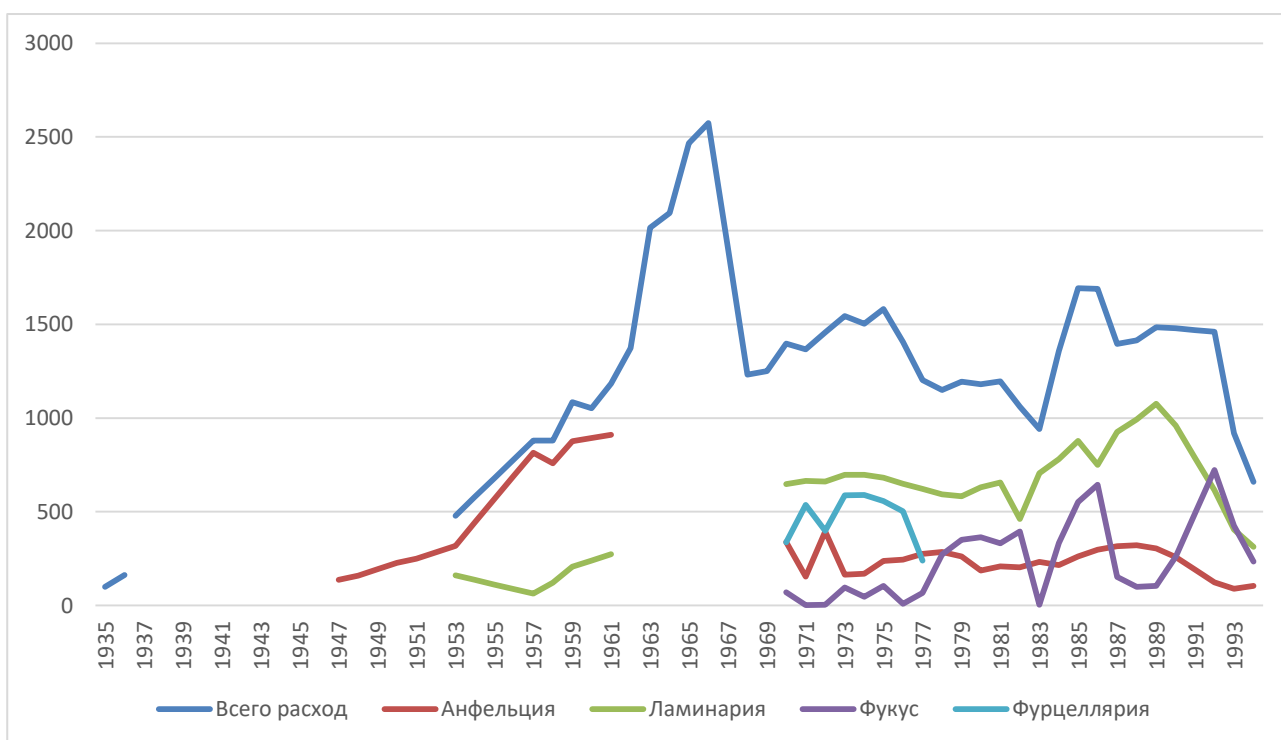


Рис. 3. Расход всех видов водорослей для выпуска конечной продукции, т.

Что происходило с 1963 по 1967 гг., когда резко возрос объем поступивших и израсходованных водорослей? В это время осуществлялся массовый выпуск водорослевого порошка и крупки из водорослей. Водорослевый порошок производился в порошковом цехе на Соловках из ламинарии (сухая ламинария измельчается, сушится, потом снова измельчается до крупки и размалывается в порошок на вибромельнице)¹⁶ и использовался в тек-

¹⁶ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 345. Л. 97.

стильной промышленности Ивановской области. Крупка производилась из фукусов и поступала на заводы комбикормов.

Этот кратковременный эксперимент по выпуску массовых, но малоценных видов конечной продукции был сродни эксперименту с массовыми посадками кукурузы в зонах рискованного земледелия, который развёртывался в стране в то же время и был так же быстро свернут. После короткого периода фронтального расширения к концу периода выпуск крупки и порошка были значительно сокращены, далее продолжала выпускаться только крупка из фукусов.

Однако этот короткий эксперимент с выпуском новой массовой продукции, которая формировала по весу около двух третей всей продукции комбината, отразил общий поиск новой устойчивой специализации, отзывчивой к новым возможностям тотальной механизации всех производственных процессов. И неслучайно он затронул ламинарию и фукусы, а не анфельцию: потому что свойства и ламинарии, и фукусов позволяли им легко вовлекаться в массовые заготовки и переработки. С другой стороны, капризно и рассредоточенно произрастающая анфельция [10, с. 247–249] трудно, с постоянными угрозами истощения, «отзывалась» на возможности массовой механизации заготовки, например, путём дражного кошения с самоходных барж. Разные виды водорослей Белого моря были неравноценны с точки зрения своей готовности войти в процесс механизации заготовок.

Ещё в 1960-е гг. К.П. Гемп впервые писала об обозначившемся подрыве запасов анфельции в Белом море [14, с. 191]. Этому способствовали многие годы активной эксплуатации ближних мелководных участков ручной драгировкой, более удалённых участков механическими драгами «Паук», а самых глубоководных участков, где драги не могут работать, — аквалангистами. Поиски решения возникшего локального экологического кризиса шли путём перехода на сбор штормовых выбросов, ограниченной добычи анфельции только ручной драгировкой¹⁷, искусственного разведения анфельции совместно с СевПИНРО [15, Гемп К.П., с. 232] (опыты были признаны неудачными) и через закупки балтийской фурцеллярии (в 1968 г. была разработана технология получения агара из фурцелина). В конце третьей индустриальной волны вводимые ограничения усилятся: в 1987 г. по заключению Северного отделения ПИНРО водорослевая промышленность достигла пределов своего развития, исчерпала допустимый лимит изъятия водорослевых ресурсов Белого моря. Даже на новом фронтире комбината у Соловецких островов устанавливается лимит на промысел ламинарии в размере 950 т вместо 2 400 т, как было ранее¹⁸.

Возникает вопрос по природе первого и второго пика выработки агара в 1966 и 1976 гг. (рис. 1). Если первый пик отразил монопольное доминирование агара в конечной весовой продукции комбината — производство альгината натрия из ламинарии ещё было незначительным (44 т), то второй пик происходил в период, когда производство альгината составля-

¹⁷ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 506, Л. 117.

¹⁸ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 869, Л. 21.

ло уже 104 т и существенно меньше уступало в натуральных объёмах производству агара. На первом пике производимый агар предназначался для микробиологической промышленности, а на втором пике ввиду его выпуска из балтийской фурцеллярии худшего качества (закупки осуществлялись в короткий период 1969–1977 гг. и обеспечили рост производства) — для пищевой промышленности. Очень скоро, в начале следующей фазы «синергии золотого века», производство альгината натрия из ламинарии (с потенциалом массовой ресурсной базы) превзойдёт стремительно падающее производство агара.

Этот успешный для комбината период второй фазы третьего индустриального Кондратьева завершился утратой юридической и финансовой самостоятельности предприятия в связи с вхождением в производственное объединение «Архангельскрыбпром» в 1976 г.¹⁹ Тогда же из комбината ушла на повышение его директор А.И. Потрохова. Важнейшим итогом этой фазы стало то, что опора на массовое производство, характерное для периода развёртывающейся тотальной индустриализации, сделала неизбежным изменение ресурсного акцента в деятельности предприятия. Эту массовость теперь могла обеспечить ламинария, а не анфельция. Эра доминирования агара закончилась, на комбинате начиналась эра доминирования продуктов из ламинарии.

Следующая фаза третьего Кондратьева на комбинате развёртывалась в 1977–1990 гг. Некоторые эксперты называют её «золотым веком» для комбината, «лучшими годами поисков и внедрений» [16, Бокова Е.М., Титов В.М.]. В этот период потребность страны в водорослевой продукции возрастает в несколько раз [17, Семенова Р.П., с. 38], и комбинат укрепляет свои позиции за счёт массового выпуска технического, а потом и пищевого альгината натрия из ламинарии и фукусов, маннита, агара, БАДов, другой продукции для лёгкой, пищевой, фармацевтической промышленности страны.

В 1979 г. комбинат был переименован в Архангельский *опытный* водорослевый комбинат²⁰, поскольку в общем объёме валовой продукции доля опытных и экспериментальных работ составляла более 90%. Единственное в стране водорослевое промышленное предприятие полного цикла становится экспериментальной базой для широкого инновационного поиска химиков, технологов, инженеров не только самого комбината, но и всей страны. Устанавливается широкое научное партнёрство специалистов комбината с технологами Плехановского института в Москве, специалистами ВНИИ медполимеров, ленинградского НПО «Фитолон», ВНИИ химической технологии лекарственных средств и другими предприятиями химико-технологического, фармацевтического, биотехнологического профиля [17, с. 39].

Очевиден новый акцент не столько на инженерных и механических новшествах, как прежде, сколько на инновациях в химических реакциях и процессах, которые становятся первичными, а уже под них проводится техническая модернизация оборудования. Напри-

¹⁹ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Предисловие к описи за 1930–1983 годы. Л. 6.

²⁰ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Предисловие к описи за 1930–1983 годы. Л. 6.

мер, более совершенные системы экстракции для повышения выхода продукции, которые влекут за собой модернизацию задействованного оборудования.

Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г. дала мощный толчок исследовательским работам на комбинате и значительному расширению выпуска «побочной» продукции. Выяснились неожиданные противорадиационные свойства альгинатов, которые «обеспечивают снижение уровня цезия и стронция в тканях организма на 75% и целенаправленно воздействуют на наиболее поражаемые радиацией, жизненно важные системы организма»²¹. Это стало стимулом для начала выпуска первых БАДов на комбинате: препараты-радиопротекторы «Альгигель», «Канальгат», также «Ингибитор», «Экстракт Ламинария», «Концентрат Ламинария», «Ламинит» и др. [18, Варфоломеев Ю.А., Богданович Н.И., Бокова Е.М., с. 158]. Директор комбината (1984–1990 гг.) А.М. Костомаров инициирует выпуск из отходов маннитного производства новой продукции для парфюмерной, мыловаренной, косметической промышленности.

В этот период в деятельности комбината сосуществуют две линии: новая, «капиллярная» линия на расширенное производство мелкопорционной высокоценной новой продукции в медицинских, фармацевтических, парфюмерных целях, укрепленная новым опытно-экспериментальным статусом предприятия; и одновременно традиционная линия на массовое, большеобъемное производство технического альгината, маннита, агара для потребностей других промышленных предприятий страны, которая акцентирована завершением строительства нового комбината в 1982 г. [19, Половников С.Я., с. 91].

А инициатива его строительства была выдвинута еще в конце 1960-х гг. [19, Половников С.Я., с. 90], то есть в совсем другую хозяйственную эпоху — на стадии агрессивного инвестирования третьего Кондратьева. Так возникает драматичное противоречие этого периода: крупнейший производственный объект, сданный в фазу «золотого века комбината», на самом деле приурочен, должен был появиться значительно раньше, в начале 1970-х гг. количественной экспансии, времени тотальной механизации производственных процессов. А он появляется тогда, когда в комбинатном производстве делают акцент не на механическом расширении, а в большей степени на химическом «углублении» (интенсификации) технологических, производственных процессов.

Ввод первой и второй очереди нового комбината (строительство было начато в 1978 г., завершено в 1982 г., первая очередь сдана в конце 1981 г., вторая — в конце 1983 г.) [19, Половников С.Я., с. 90–92] поднял планку плановых заданий комбинату в 300 т альгината натрия из ламинарии, 200 т альгината натрия из фукусов, 50 т маннита, 39 т агара из анфельции в год [19, Половников С.Я., с. 91–92]. Но реально эти объёмы комбинат взять не мог.

Общая выработка альгината натрия на комбинате в 1977–1990-е гг. (технического и пищевого) никогда не поднималась более 180 т, то есть была почти в три раза ниже, чем

²¹ Сто лет пользы: как арктические водоросли стали настоящим богатством России. URL: <https://foodika.ru/stolet-polzy-kak-arkticheskie-vodorosli-stali-nastoyashhim-bogatstvom-rossii/> (дата обращения: 18.02.2025).

мощности построенных альгинатных цехов первой и второй очереди. При этом сам по себе график 40-летней динамики производства альгината на комбинате с 1946 по 1986–1988 гг. выглядит очень впечатляюще, демонстрируя практически непрерывный рост.

По выработке маннита мощности нового комбината были рассчитаны на 50 т [19, Половников С.Я., с. 91], спрос на него в стране в 1980-е гг. был устойчивым в фармацевтической промышленности и медицине (используется как осмотический диуретик, в процессе консервирования крови, как криопротектор при замораживании эритроцитов, для производства раствора маннитола, незаменимого при операциях на сердце и при отёках головного мозга), а также в пищевой промышленности (используется в качестве подсластителя и стабилизатора для производства диетических продуктов и сахарозаменителей). Поэтому здесь требования выполнить плановые задания были очень строгими, и комбинат ежегодно писал объяснения о причинах хронического невыполнения плановых заданий: за весь имеющийся период наблюдений он только три раза «взял» эту планку (1989–1991 гг., рис. 5).

Что касается выработки агара из анфельции, то здесь мощности нового комбината были более реалистично рассчитаны на 39 т [19, Половников С.Я., с. 92], которые практически весь период до 1990 г. были обеспечены (рис. 1).

Золотой век комбината завершается предоставлением ему статуса юридического лица с правами финансовой самостоятельности в 1989 г., с чего начинается новый период «свободного плавания». Видимо, есть определённая закономерность в том, что на первой и последней фазе кондратьевского цикла предприятие имеет права юридической и финансовой самостоятельности (автономии): на первой фронтальной стадии ввиду того, что будущее не определено и пусть риски будут целиком на первопроходце; на последней стадии кризиса ввиду того, что будущее проблемно и потому пусть предприятие выплывает в одиночку, не рассчитывая на вышестоящие органы. И только в надёжно благополучных второй и третьей фазе предприятие имеет верхнеуровневую опеку главков, гострестов, ведомств, которые его «доят».

Заключительная фаза третьего Кондратьева, которую можно назвать «кризисные сумерки», развёртывалась в 1990–1996 гг. на фоне общенационального экономического и политического кризиса. В этот период важнейшая задача состояла в том, чтобы сохранить уникальное предприятие.

Естественно, что такая радикальная трансформация сопровождалась значительным сокращением выпуска традиционной конечной продукции предприятия, для которой, с одной стороны, не хватало исходного сырья, а с другой стороны — уже не было и традиционных потребителей. Например, объём заготовок водорослей сократился к концу периода в три раза с 1500+ т в начале 1990-х гг. до 500 т в 1995–1996 гг.: по фукусам в четыре раза, по анфельции в два раза, по ламинарии в полтора раза. Естественно, что такое радикальное сокращение сопровождалось массовым увольнением кадров.

Давление дешёвой китайской конкурентной продукции²² (например, синтетические заменители альгината натрия из Китая) вынудило комбинат отказаться от выпуска традиционных видов и перейти на новые. Выработка агара сократилась в два раза, альгината натрия в три раза, маннита в четыре раза. Комбинат разработал специальную программу выпуска товаров народного потребления: медицинских препаратов, БАДов, косметики, кондитерских изделий и лекарственных средств, под которые проводилась переналадка технологического оборудования.

Четвёртый Кондратьев (1996 год — настоящее время)

Анализ развития Архангельского водорослевого комбината в третьей индустриальной волне позволяет сформулировать базовое противоречие между наличной ресурсной базой и производственным аппаратом предприятия. Комбинат начинает свою деятельность как новая малая структура на водорослевом ресурсном фронтире (агар из анфельции) и первоначально не имеет ресурсных ограничений к росту. Однако по мере своего неизбежного расширения (численности кадров, производственного аппарата, ареалов промысла) он начинает сталкиваться с ограничениями легкодоступной и рентабельной для отработки ресурсной базы. Пиковые показатели водорослевого промысла, обеспеченные переходом от кошения ламинарии и анфельции вручную и сбора выбрасываемых фукусов и анфельции к дражному (в том числе) механизированному промыслу, впоследствии, ввиду подрыва донных экосистем, привели к обрушению добычи. Темпы роста добычи превысили темпы естественного восстановления. Решение описанного противоречия внутри природно-производственной системы третьего Кондратьева невозможно. Требуется выход из неё, чтобы как бы начать всё сначала, но уже в новой технологической рамке четвёртого Кондратьева, на идеологии природосовместимых технологий и решений (например, переходом к управляемому плантационному водорослевому хозяйству).

Кризис первой половины 1990-х гг. ускорил давно назревший, но постоянно откладываемый переход страны, её предприятий и регионов на новый не индустриальный, а постиндустриальный технологический уклад, базовыми чертами которого являются природосовместимые технологии, человекоцентричная продукция конечного производства, экологические приоритеты хозяйственной деятельности. Для руководства предприятия ещё в 1980-е гг. было очевидно, что новый магистральный путь развития связан с производством «побочной» продукции, ориентированной не на экономику юридических лиц и хозяйствующих субъектов, но на экономику физических лиц, то есть спрос атомарных потребителей на высококачественную натуральную косметику, диабетическую продукцию, лекарственное сырьё, пищевые добавки и т. д. Радикальная рыночная реформа в стране обеспечила переход к этому тренду за счёт слома жёсткой системы планирования от достигнутого, которая

²² Малышева Е. Архангельский водорослевый комбинат: единственный, уникальный, почти вековой. URL: https://bclass.ru/region/promyshlennost/arkhangelskiy_vodoroslevyy_kombinat_edinstvennyy_unikalnyy_pochti_vek_ovoу/ (дата обращения: 18.02.2025).

десятилетиями воспроизводила устаревающие технологические решения, возникновения условий для поиска негосударственного альтернативного финансирования для реализации новых технологических схем переработки водорослей, сначала собственного, а потом и заёмного финансирования (кредитного и инвестиционного).

Можно сказать, что для Архангельского водорослевого комбината это означает возвращение к ремесленным ценностям столетней давности, но на новом уровне современных производственных возможностей. Если говорить экономическим языком, то на смену эффекту экономии на масштабе, на объёме операций приходит эффект капиллярных малообъёмных товарных групп, то есть эффект диверсификации, характерный для среднего водорослевого бизнеса, каковым сегодня и является АВК.

Первая фаза нового цикла развёртывалась в течение 20 лет (1996–2016 гг.) и характеризовалась долгим запуском фронта на новой технологии / ресурсах — хотя его первые предпосылки были обозначены ещё на завершающих стадиях предшествующей волны. Внутри этой фазы можно выделить два периода: 1) разрозненных организационных и технологических преобразований в первые годы — потому что сохранялся приоритет обеспечить трудное выживание уникального предприятия в агрессивной внешней среде; 2) системной работы по модернизации комбината под требования нового уклада — в нулевые и десятые годы XXI в. под руководством Е.М. Боковой.

В 1996 г. комбинат получил статус государственного унитарного предприятия. Новый устав провозгласил приоритеты производства растительного лекарственного сырья, лекарственных средств и продукции медицинского назначения. От канонических для третьего Кондратьева трёх видов промежуточной продукции (агар, альгинат, маннит), ориентированных удовлетворять спрос других хозяйственных предприятий, он переходил к выпуску конечной продукции для физических лиц, атомарных потребителей. Новыми видами продукции комбината стали пищевая добавка «Ламинал», желе «Десертное», крем «Ламинария»²³, шампунь «Ламинария», пищевая добавка «Фукус пищевой», диабетическая продукция, БАДы, медпрепараты²⁴.

В 2002 г. комбинат был преобразован во ФГУП «АОВК»²⁵, что означало, что он миновал первую волну приватизации и сохранил исходный государственный статус, в котором работал вплоть до середины 2010-х гг. В этот период удалось стабилизировать выпуск основной продукции (по манниту был обеспечен существенный рост), радикально расширить спектр выпускаемой продукции (до 50+ наименований) парфюмерного, косметического, лекарственного, медицинского, пищевого, сельскохозяйственного назначения, наладить новое кондитерское производство и осуществить успешный маркетинг новой продукции комбината.

²³ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 1016. Л. 42.

²⁴ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 1016. Л. 42.

²⁵ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Предисловия к описям за 2000–2006 гг. Л. 177.

Подлинно новым фронтиром предприятия стала экологическая повестка: комбинат сделал упор на экопродукцию и экологически чистые технологии. Перезапуск предприятия обеспечила Е.М. Бокова, которая долгое время работала инженером-технологом комбината, в том числе на самом удалённом Соловецком участке, поэтому очень хорошо представляла потенциал ресурсных, производственных и кадровых возможностей предприятия в условиях радикальной трансформации его специализации (обретения нового фронта на биофармацевтической продукции из водорослей). В конце периода, в 2016 г., предприятие стало частным ОАО «АОВК» ввиду продажи 100% государственного пакета новому собственнику²⁶.

Подводя итоги первой фазе постиндустриального Кондратьева, нужно отметить, что её традиционная главная задача — выход на новую траекторию развития в результате создания новых линий переработки водорослевого сырья — была выполнена. Одновременно можно сожалеть, что этот процесс занял слишком много времени (два десятилетия). Однозначно это было связано с задержкой в процессе приватизации, очень затянутым переходом предприятия из одной государственной собственности в другую (ГУП-ФГУП-ОАО со 100% государственным участием и государственным учредителем в лице Российской Федерации). Однако мы не можем представлять все риски для предприятия от быстрой приватизации: малое предприятие (на 2024 г. здесь занято 76 работников²⁷), несмотря на свой монопольный статус единственного водорослевого комбината, в этом случае могло просто исчезнуть (в 1990-е гг. дробились, распадались, становились объектами рейдерского захвата и бесконечных переделов и многочисленные более крупные предприятия).

Вторая фаза четвёртой кондратьевской волны, для которой характерным является агрессивное инвестирование в ранее найденный новый ресурсный / товарный фронт, выход на массовые объёмы производства, энергичная диверсификация спектра выпускаемой продукции, начала развёртываться с 2016 г. и продолжается в настоящее время.

Как сообщает база данных СПАРК, «в 2016 г. комбинат прошёл процесс приватизации, в 2017 г. был приобретён группой московских инвесторов. Эти изменения привели к обновлению стратегии развития предприятия и привлечению дополнительных инвестиций, что способствовало росту его выручки в три раза за последующие два года». Приоритеты нового собственника состояли в опоре на прежние производственные традиции комбината в результате их технической модернизации и экологизации: газификация, техперевооружение, модернизация старого и закупка нового оборудования, экологически безопасная добыча водорослей, создание широкой линейки новой продукции. Они отчетливо были определены в 2022 г. в интервью директора АВК Артёма Иванова²⁸.

²⁶ Архангельский водорослевый комбинат сможет восполнить дефицит в стране йодсодержащих биодобавок. URL: <https://madeinrussia.ru/ru/news/17326> (дата обращения: 18.02.2025).

²⁷ Организация АО «АОВК». URL: <https://www.list-org.com/company/21578> (дата обращения: 18.02.2025).

²⁸ Бизнес со дна морского: как в Архангельске зарабатывают на водорослях Белого моря. Интервью с директором Архангельского водорослевого комбината Артёмом Ивановым. URL: <https://biz360.ru/materials/biznes-so-dna-morskogo-kak-v-arkhangelske-zarabatyvayut-na-vodoroslyakh-belogo-morya/> (дата обращения: 18.02.2025).

Новый системный инвестиционный проект модернизации предприятия оценивался в полмиллиарда рублей, с упором на бюджетное финансирование (федеральное и региональное). Предприятие начало продвигать свою продукцию на крупных Интернет-площадках страны Ozon, Wildberries и «Яндекс.Маркет», через свой официальный интернет-магазин и в «офлайн»-магазинах Москвы, Санкт-Петербурга, Архангельска, Северодвинска, Котласа, Калуги, Рязани, Петрозаводска²⁹.

Одновременно и несколько неожиданно с точки зрения традиционной деятельности комбината от имени АВК в 2019 г. был реализован скромный по инвестиционным затратам проект строительства мини-рыбоперерабатывающего завода по переработке трески, пикши и других видов рыб, «что позволило расширить ассортимент продукции и увеличить объёмы переработки»³⁰.

В 2022 г. контроль над комбинатом приобрел новый собственник — ПАО «Инарктика»³¹. Поскольку «Инарктика» является крупнейшей российской компанией в секторе товарного выращивания рыбы (аквакультуры), следует предположить, что именно стратегия решительного аквакультурного преобразования деятельности комбината станет главным инвестиционным приоритетом компании — при укреплении и расширении современного биотехнологического профиля его продукции.

Нужно вспомнить, что первые попытки плантационного выращивания анфельции и ламинарии СО ПИНРО предпринимал ещё в 1960-е гг., но тогда они не имели успеха ввиду того, что противоречили магистральному направлению третьего индустриального Кондратьева: механизация производственных процессов, рост выпуска технических альгинатов и пищевого агара любой ценой, намеренно, долгое время не видя возникающих при этом экологических ограничений.

В духе природосовместимых решений четвёртого Кондратьева аквакультурный инвестиционный приоритет [20, Стасенков В.А., Зеленков В.М., Антонова В.П. и др., с. 52] нового собственника АВК выглядит уместным и более убедительным, чем экологически красивая романтизация архаики поморских промыслов (ручная заготовка, естественная сушка и так далее) прежнего собственника. Аквакультура и культивирование водорослей рассматриваются ведущими странами отрасли как глобальная стратегическая тенденция развития на ближайшие десятилетия [21, Albrecht M.A.; 22, Stévant P., Rebours C.; 23, Veenhof R.J., Burrows M.T., Hughes A.D. et al.; 24, Duarte C.M., Bruhn A., Krause-Jensen D.; 25, Orbeta M.L.G., Digal L.N., Astronomo I.J.T. et al.; 26, Chopin T., Tacon A.G.J.; 27, Chung I.K., Sondak C.F.A., Beardall J.; 28, Kim J., Stekoll M., Yarish C.]. Значит, новому собственнику предстоит найти пионерные и экономически рентабельные технические решения для плантационного выращивания водорос-

²⁹ Там же.

³⁰ Архангельский водорослевый комбинат планирует построить завод по переработке рыбы. URL: <https://tass.ru/ekonomika/4883321> (дата обращения: 21.02.2025).

³¹ Купить акции ИНАРКТИКА (AQUA): стоимость сегодня, прогноз цен, котировки на графике и динамика курса онлайн. URL: <https://www.tbank.ru/invest/stocks/AQUA/> (дата обращения: 21.02.2025).

лей в специфических условиях Белого моря, эффективной «природосовместимой» массовой сушки водорослей и по сохранению рациональной доли традиционной заготовки сырья дикорастущих водорослей в новых природосовместимых формах. Ведь, например, плантационное выращивание клюквы и голубики не отменяет ценность и необходимость традиционной заготовки дикорастущих ягод.

Можно ожидать, что четвёртый кондратьевский цикл для АВК завершится в середине XXI в., а в самое ближайшее время произойдёт востребованная радикальная смена парадигмы в беломорском водорослевом хозяйстве, которая отразит не «поверхностные» экологические императивы сохраненного индустриального производства, а его полное переформатирование в русле новых природосовместимых требований. Как показывает опыт столетнего развития комбината, решение экологической проблемы истощения водорослевых ресурсов внутри индустриальной модели хозяйствования невозможно, требуется её полное технологическое преобразование в духе ценностей и технических возможностей, новой философии хозяйства четвёртого Кондратьева. И все эти годы главным императивом в деятельности предприятия сохранится идея импортозамещения собственной, качественной и востребованной на российском рынке продукцией.

Обобщая ретроспективную динамику развития производственной системы комбината в третьей индустриальной и начавшейся четвёртой волне Кондратьева, можно понять роль инноваций как попытку сбалансировать динамику добычной и обрабатывающей подсистем. На каждой фазе волны Кондратьева возникает несбалансированность между добычной и обрабатывающей подсистемами — добычная сначала вырывается вперед, и это фронтальная стадия; обрабатывающая не поспевает за ней и становится тормозом роста нового фронта. В этот период в ней интенсифицируется инновационный процесс.

Затем, по мере появления признаков первичного истощения и перехода ресурсов пионерного освоения (фронта) в стадию стабилизации без резкого роста, начинает тормозить развитие предприятия уже ресурсная база, в то время как обрабатывающая система уже набрала обороты. Это стадия инвестиционного расширения. Возникает необходимость резкого расширения ареала промысла. Здесь опять инновационный процесс приходит на помощь — появляется каскад новшеств в средствах промысла и заготовки ресурсов.

Третья фаза означает некоторую гармонию между достигнутыми объёмами заготовки водорослей и объёмами добычи из них различных видов конечной продукции. Потом, на четвертой стадии, это равновесие вновь нарушается, и снова быстрое истощение ресурсной базы становится тормозом для сохранения производства прежней продукции. Возникает вопрос смены уклада, который, по сути, выступает как смена всей прежней индустриальной парадигмы. Инновации, рождённые в этот кризисный период, становятся топливом развития предприятия уже в новой длинной волне четвёртого Кондратьева.

2. Причина выживания комбината в 1990-е гг. — результат позитивного действия фактора специфичности его активов

Причины жизнестойкости среднего по размерам водорослевого предприятия (когда распадались и исчезали и значительно более крупные) в кризисные 1990-е г. коренятся в том числе в самой истории его рождения. Размещение комбината, тогда завода, в драматичные годы войн и революций в конце второго десятилетия XX в. в Архангельске, а не в расположенных по соседству Мурманске и Петрозаводске, закономерно и одновременно парадоксально. Наличие водорослевых ресурсов — ламинарии и анфельции, фукуса — отнюдь не было здесь решающим фактором. Сама по себе ресурсная база не давала Архангельску однозначного преимущества, ведь впоследствии многие годы именно мурманские и карельские рыболовецкие колхозы поставляли на Архангельский комбинат дефицитную анфельцию для выпуска агара. Видимо, и по йодной ламинарии и в Карелии, и в Мурманском регионе тоже были свои ресурсы.

Важнее было удачное и редкое сочетание, с одной стороны, уже обозначившихся индустриальных инноваций и культуры; с другой стороны, сохранённых морских традиций строительства и ремонта промысловых судов. Такого сочетания инноваций и традиций не имели ни Мурманск, ни Петрозаводск. Именно эти обстоятельства и объясняют появление в Архангельске первого в Беломорье йодного завода на ресурсной базе ламинарии.

Комбинат мог исчезнуть в кризисные 1990-е гг., как сотни других, в том числе более крупных, промышленных предприятий России. Однако этого не произошло, как мы считаем, по причинам высокой специфичности его природных, производственных и трудовых активов, которые обусловили прочную интеграцию добычного и обрабатывающего сектора, приверженность комбинату ядра сохранённых сотрудников и тесной связи всех звеньев производственной системы (добыча — переработка — сбыт) с местной «водорослевой» наукой. Имело огромное значение и монопольное положение комбината в стране и в бассейне Белого моря как единственного предприятия, осуществляющего полный цикл обработки водорослей: от их добычи до глубокой переработки и выпуска конечной продукции. Ещё одним важным фактором была укреплённая в кризисные годы опора на собственные силы: своя добыча водорослевого сырья собственным маломерным флотом, исторически всегда существовавшая переработка по трём основным линиям: агар из анфельции, маннит и альгинат натрия из ламинарии. В 1990-е гг. комбинат стал сам строить карбасы для промысла³², купил сухогруз, чтобы снабжать заготовительные участки всем необходимым [17, Семенова Р.П., с. 39], построил собственную котельную, чтобы всегда был необходимый технологический пар³³. Устойчивость автономной производственной системы комбината в 1990-е гг. только укрепилась.

Специфичные водорослевые активы требовали специального технологического оборудования по заготовкам и переработке, в котором нуждался комбинат как единственное

³² ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 1005. Л.46.

³³ ГААО. Ф. 1457. Оп. 1. Д. 1029, Л. 63.

предприятие страны, консолидирующее все стадии производственного процесса — от заготовки водорослей до их реализации потребителям. Это означает, что такое оборудование должно было во многих случаях быть уникальным, то есть производиться в единственном экземпляре или «штучно». А это означает, что требовалось постоянное *близкое* взаимодействие работников комбината и поставщиков такого оборудования. Из этого вытекает, что многое из этого оборудования комбинат производил для себя сам (например, уже в 2020 г. комбинат совместно с коллегами из ПИНРО разработал специальную косилку для механизированной добычи водорослей в условиях Белого моря ³⁴), либо получал на географически близко расположенных промышленных предприятиях Архангельска, Ленинграда. Только непрерывная личная коммуникация с постоянным обменом неявным знанием между потребителями в лице работников комбината и поставщиками в лице работников предприятий-поставщиков могло обеспечить согласование требований комбината и предложений поставщиков по необходимым «тонким» параметрам.

Но верно также и то, что такая же тесная связь существовала и между потребителями продукции комбината и его технологами, чтобы предельно настроить химико-технологический процесс в интересах предприятий-потребителей (крупнейшими среди них были текстильные предприятия г. Иваново). Плотное взаимодействие через регулярные командировки было и между научно-экспериментальными подразделениями комбината и союзными НИИ лёгкой, фармацевтической, пищевой промышленности.

3. Особенности локального уровня ресурсного предприятия при применении концепции технологических укладов

Накопленный ранее опыт проведения «укладных» исследований на глубокой ретроспективе для ресурсных территорий России — Арктической зоны, её отдельных регионов, Магаданской области — позволяет выделить особенности предпринятого в данной статье локального уровня — производственной системы отдельного предприятия — Архангельского водорослевого комбината.

Во-первых, атомарный уровень оказывается в укладной динамике менее «регулярным», содержит большее число аномалий и исключений (например, существенно более сжатая или растянутая фаза), амплитудной «тряски», чем агрегатный уровень ресурсной провинции, региона, зоны. Предприятие «дышит» всегда более амплитудно, нервно, с частой аритмией. Поэтому ритм меняющихся фаз и границ между ними выявить здесь труднее, чем у агрегатных объектов. Поэтому у нас нет уверенности в правильности выделенных нами границ между индустриальной и постиндустриальной длинной волной АВК; внутри третьей волны между четырьмя её фазами (например, спорны случаи отграничения двух первых фаз-фронтиров, прерванных войной; возможно было сократить протяжённость фазы

³⁴ Архангельские учёные разработали «косилку» для добычи водорослей в Белом море. URL: <https://av1918.ru/ru/smionas/arkhangelskie-uchenye-razrabotali-kosilku-dlya-dobychi-vodorosley-v-belom-more/> (дата обращения: 21.02.2025).

агрессивного инвестирования до 1966 г., а не 1976 г. — в этом случае сместились бы влево все последующие фазы третьего и четвертого Кондратьева; возможно, в этом случае сейчас слишком короткая последняя фаза сумерек, уйдя влево, оказалась бы более длинной; не вполне убедительна растянутая на 20 лет первая фронтальная фаза постиндустриальной волны — возможно было выделить переходный момент между завершением третьего и началом четвёртого Кондратьева ввиду затянувшегося на 10+ лет национального экономического кризиса). И общая протяжённость выявленной нами индустриальной волны в 62 года вместо обычных 50 лет тоже спорна.

Во-вторых, на локальном уровне намного слабее или вовсе отсутствует зависимость между ритмом предприятия и ритмом страны, который определяется политическими событиями смены руководителей центральной власти. Графики динамики природопользования АВК (рис. 1–3) не дают нам возможность увидеть ни 1953 г., ни период эксперимента с совнархозами как отдельные, граничные рубежи. Но при этом аналогии национальным «компаниям», например, по экспансии кукурузы за пределы её естественной широтной зоны, можно увидеть и на уровне предприятия в виде короткого «увлечения» массовыми, но малоценными видами продукции в виде водорослевого порошка, фукусной крупки.

В-третьих, на локальном уровне более зрима роль личности руководителя предприятия как регулятора протяжённости и границ отдельных фаз длинных волн технологического обновления предприятия. Поэтому в тех случаях, когда мы были не уверены в отчётливости границ, не могли их увидеть на графиках динамики природопользования, мы руководствовались датами директорства знаковых руководителей комбината, подстраивали границы фаз под эти рубежи.

В целом можно утверждать, что приход новой философии хозяйства на структурах, эксплуатирующих биологические ресурсы, виднее, чем на минерально-сырьевых или топливно-энергетических. Они ближе к природе, ярче манифестируют ценности новой хозяйственной эпохи.

Заключение

Хозяйственная история Архангельского водорослевого комбината демонстрирует удивительную гибкость производственной системы предприятия, которая в течение ста лет многократно меняла якорную специализацию под возникающие новые вызовы импортозамещения. Предприятие было рождено вызовами импортозамещения первоначально как йодный завод, потом под новые вызовы стало последовательно агарным заводом, опытным комбинатом, государственным унитарным предприятием, акционерным обществом, теперь обществом с ограниченной ответственностью. Очевидно, что и будущая история комбината будет неразрывно связана с потребностью страны в импортозамещении водорослевой продукции. По данным ФАО, в период с 2010 по 2017 гг. импорт агара в Россию составил 1 136 т (цит. по [29, Подкорытова А.В., Рощина А.Н., Бурова Н.В.]).

По пищевым альгинатам российская потребность также удовлетворяется лишь частично. У АВК есть хороший потенциал роста в будущем на энергии импортозамещения. Однако эффекты ресурсного истощения могут быть серьёзной угрозой для устойчивого роста предприятия, как показывают уроки его развития в третьей кондратьевской волне. Поэтому переход на плантационное выращивание некоторых видов водорослей, к аквакультуре, представляется безальтернативным выбором для АВК.

Внутри кондратьевской волны особую роль в ресурсном предприятии имеет первая фаза «открытия» нового фронта, с которого начинается запуск нового цикла. Её базовым признаком является «свечкообразный» рост объёмов нового ресурсного производства за очень короткий период. Новый промысел и вертикальный взлёт — вот базовые черты фронтальной фазы. В последующем рост может быть таким же динамичным, но это уже не фронт, потому что утрачены черты новизны: staples становятся просто resources.

Наша работа о столетней хозяйственной истории Архангельского водорослевого комбината неизбежно поднимает более широкий вопрос: какой должна быть оптимальная организационная структура водорослевого бизнеса в Белом море в будущем — одно предприятие-монополист или несколько средних и крупных предприятий типа АВК? Целесообразно рассмотреть несколько сценариев развития ситуации для всего бассейна Белого моря в целом: много заготовителей — один АВК (ситуация 1970–1980-х гг. «золотой эры»; много заготовителей — много АВК; один АВК и он же главный заготовитель водорослевого сырья (современная ситуация). Мы не смогли в данной статье ответить на этот вопрос по причине недостатка сведений и знания ситуации у соседей по Беломорью — в республике Карелия и в Мурманской области. Сюда, на дальнейшее расширение этой темы, целесообразно направить будущие исследовательские усилия.

Список источников

1. Гемп К.П., Кулебякин А.С. Водорослевая промышленность на Белом море за 40 лет // Бюллетень технико-экономической информации. 1958. № 1. С. 7–8.
2. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры. Избранные работы. Москва: Юрайт, 2020. 490 с.
3. Перес К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. Москва: Дело, 2013. 232 с.
4. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. Москва: ВлаДар, 1993. 310 с.
5. Пилясов А.Н. Колымские нагорья, технологические уклады и региональная инновационная система Магаданской области в столетней ретроспективе // Вопросы географии. 2024. Т. 158. С. 184–232. DOI: <https://doi.org/10.24057/probl.geogr.158.6>
6. Пилясов А.Н., Котов А.В. Российская Арктика-2035: полимасштабный прогноз // Экономика региона. 2024. Т. 20. № 2. С. 369–394. DOI: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-2-3>
7. Пилясов А.Н., Цукерман В.А. Становление нового технологического уклада в Арктике в 1990–2021 гг.: региональный разрез // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. Т. 15. № 5. С. 95–117. DOI: <https://doi.org/10.15838/esc.2022.5.83.5>
8. Пилясов А.Н., Цукерман В.А. Технологические уклады, инновации и хозяйственное освоение российской Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2022. Т. 25. № 4. С. 7–22. DOI: <https://doi.org/10.37614/2220-802X.4.2022.78.001>

9. Шурупова Е.П. Добыча и переработка водорослей на Севере в 1920-х годах: деятельность товарищества «Беломорское йодное производство» и Беломорской йодной экспедиции // Соловецкий сборник. Вып. 17. Соловецкий музей-заповедник. 2023. С. 149–167.
10. Стасенков В.А., Студенов И.И., Новоселов А.П., Козьмин А.К., Пронина О.А., Семушин А.В., Стасенкова Н.И., Березина М.О., Фролов С.Б., Гончаров Ю.В., Пастухов С.В. Поморские рыбные промыслы. Архангельск: Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии, 2011. 263 с.
11. Чирцова М.Г. Организация производства йода из беломорских водорослей в период Первой мировой войны // Первая мировая война и Европейский Север России: Материалы международной научной конференции «Великая война и Европейский Север России (к 100-летию начала Первой мировой войны)». Архангельск: ИЦ САФУ, 2014. С. 282–284.
12. Марциновский И.В. Йодное дело на Севере. Архангельск: Правда Севера. 1930. 19 с.
13. Виноградов В.А. Иод и его получение в Северном крае. Архангельск: Северное краевое изд-во, 1933. 38 с.
14. Гемп К.П. Изменение запасов промысловых водорослей в Белом море в период с 1934 по 1968 г. // Восьмая сессия Ученого совета по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера», ноябрь 1969 г. Петрозаводск, 1969. С. 191–192.
15. Гемп К.П. О культивировании агарофитов в Белом море // Материалы сессии Ученого совета ПИНРО по результатам исследований в 1964 г. Мурманск: ПИНРО, 1966. Вып. 6. С. 231–234.
16. Бокова Е.М., Титов В.М. Сырьевые и производственные проблемы Архангельского опытного водорослевого комбината // Материалы первой Международной конференции «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки». Москва: ВНИРО, 2002. С. 110–116.
17. Семенова Р.П. Мой дом родной — Варавино. Архангельск: Лоция, 2016. 298 с.
18. Варфоломеев Ю.А., Богданович Н.И., Бокова Е.М. Интеграция инновационной деятельности по разработке и производству средств защиты от последствий техногенных аварий и катастроф в Арктике и субарктике с использованием местных сырьевых ресурсов // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2011. № 3. С. 155–159.
19. Половников С.Я. Там, за горизонтом....: Очерки о Белом море и поморах. Архангельск: Правда Севера, 2014. 267 с.
20. Стасенков В.А., Зеленков В.М., Антонова В.П., Дядицина А.М., Потелов В.А., Пронина О.А., Тимошенко Ю. К. Рыбохозяйственные исследования СевПИНРО // Рыбное хозяйство. 1996. № 2. С. 50–53.
21. Albrecht M. A Norwegian seaweed utopia? Governmental narratives of coastal communities, up-scaling, and the industrial conquering of ocean spaces // Maritime Studies. 2023. Vol. 22. Art. 37. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40152-023-00324-2>
22. Stévant P., Rebours C. Chapman A. Seaweed aquaculture in Norway: recent industrial developments and future perspectives // Aquaculture International. 2017. Vol. 25. Pp. 1373–1390. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-017-0120-7>
23. Veenhof R.J., Burrows M.T., Hughes A.D., Michalek K., Ross M.E., Thomson A.I., Fedenko J., Stanley M.S. Sustainable seaweed aquaculture and climate change in the North Atlantic: challenges and opportunities // Frontiers in Marine Science. 2024. Vol. 11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1483330>
24. Duarte C.M., Bruhn A., Krause-Jensen D. A seaweed aquaculture imperative to meet global sustainability targets // Nature Sustainability. 2022. Vol. 5. Pp. 185–193. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00773-9>
25. Orbeta M.L.G., Digal L.N., Astronomo I.J.T., Balgos C.Q., Placencia S.G.P., Loquias M.P., Codog P.E. Analyzing factors affecting the technical efficiency of small-scale seaweed farms using a two-stage double bootstrap DEA approach // Journal of Applied Aquaculture. 2021. Vol. 35. Iss. 1. Pp. 123–148. DOI: <https://doi.org/10.1080/10454438.2021.1945520>
26. Chopin T., Tacon A.G.J. Importance of Seaweeds and Extractive Species in Global Aquaculture Production // Reviews in Fisheries Science & Aquaculture. 2021. Vol. 29. Iss. 2. Pp. 139–148. DOI: <https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1810626>

27. Chung I.K., Sondak C.F.A., Beardall J. The future of seaweed aquaculture in a rapidly changing world // *European Journal of Phycology*. 2017. Vol. 52 (4). Pp. 495–505. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670262.2017.1359678>
28. Kim J., Stekoll M., Yarish C. Opportunities, challenges and future directions of open-water seaweed aquaculture in the United States // *Phycologia*. 2019. Vol. 58. Iss. 5. Pp. 446–461. DOI: <https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1625611>
29. Подкорытова А.В., Рощина А.Н., Бурова Н.В. Водоросли-макрофиты прибрежных зон морей северного рыбохозяйственного бассейна: добыча, переработка, обоснование их комплексного использования // *Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: Сборник тезисов докладов участников первой Международной научно-практической конференции, Керчь, 14–17 мая 2020 г.* / Под общ. ред. Е.П. Масюткина. Керчь: Издательство Керченского государственного морского технического университета, 2020. С. 271–276.

References

1. Gemp K.P., Kulebyakin A.S. Algae Industry in the White Sea over 40 Years. *Byulleten Tekhniko-Ekonomicheskoy Informatsii*, 1958, no. 1, pp. 7–8.
2. Kondratyev N.D. *Large Cycles of Conjuncture. Selected Works*. Moscow, Urait Publ., 2020, 490 p. (In Russ.)
3. Perez C. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Moscow, Delo Publ., 2013, 232 p. (In Russ.)
4. Glazyev S.Yu. *Theory of Long-Term Technical and Economic Development*. Moscow, VlaDar Publ., 1993, 310 p. (In Russ.)
5. Pelyasov A.N. Kolyma Uplands, Technological Structures and Regional Innovation System of the Magadan Region in a Centennial Retrospective. *Problems of Geography*, 2024, vol. 158, pp. 184–232. DOI: <https://doi.org/10.24057/probl.geogr.158.6>
6. Pilyasov A.N., Kotov A.V. Russian Arctic-2035: Multi-Scale Forecast. *Economy of Regions*, 2024, vol. 20, no. 2, pp. 369–394. DOI: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2024-2-3>
7. Pilyasov A.N., Tsukerman V.A. Development of a New Technological Paradigm in the Arctic Regions in 1990–2021. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2022, vol. 15, no. 5, pp. 95–117. DOI: <https://doi.org/10.15838/esc.2022.5.83.5>
8. Pilyasov A.N., Tsukerman V.A. Technological Modes, Innovations and Economic Development of the Russian Arctic. *The North and the Market: Forming the Economic Order*, 2022, vol. 25, no. 4, pp. 7–22. DOI: <https://doi.org/10.37614/2220-802X.4.2022.78.001>
9. Shurupova E.P. Extraction and Processing of Algae in the North in the 1920s: Activities of the White Sea Iodine Production Partnership and the White Sea Iodine Expedition. *Solovetskiy Sbornik*, 2023, iss. 17, pp. 149–167.
10. Stasenkov V.A., Studenov I.I., Novoselov A.P., Kozmin A.K., Pronina O.A., Semushin A.V., Stasenkov N.I., Berezina M.O., Frolov S.B., Goncharov Yu.V., Pastukhov S.V. *Pomor Fisheries*. Arkhangelsk, PINRO Publ., 2011, 263 p. (In Russ.)
11. Chirtsova M.G. Organization of Iodine Production from White Sea Algae during the First World War. In: *The First World War and the European North of Russia: Proceedings of the International Scientific Conference “The Great War and the European North of Russia (On the 100th Anniversary of the Beginning of the First World War)”*. Arkhangelsk, NARFU Publ., 2014, pp. 282–284. (In Russ.)
12. Martsinovskiy I.V. *The Iodine Business in the North*. Arkhangelsk, Pravda Severa Publ., 1930, 19 p. (In Russ.)
13. Vinogradov V.A. *Iodine and Its Production in the Northern Territory*. Arkhangelsk, Severnoe Kraevoe Publ., 1933, 38 p. (In Russ.)
14. Gemp K.P. Changes in Stocks of Commercial Algae in the White Sea in the Period from 1934 to 1968. In: *Eighth Session of the Scientific Council on the Problem of “Biological Resources of the White Sea and Inland Waters of the European North”*. Petrozavodsk, 1969, pp. 191–192. (In Russ.)
15. Gemp K.P. On the Cultivation of Agarophytes in the White Sea. In: *Proceedings of the Session of the Scientific Council of PINRO on the Results of Research in 1964*. Murmansk, PINRO Publ., 1966, iss. 6, pp. 231–234. (In Russ.)

16. Bokova E.M., Titov V.M. Raw Material and Production Problems of the Arkhangelsk Experimental Algae Plant. In: *Proceedings of the First International Conference "Marine Coastal Ecosystems: Algae, Invertebrates and Their Processed Products"*. Moscow, VNIRO Publ., 2002, pp. 110–116. (In Russ.)
17. Semenova R.P. *My Home is Varavino*. Arkhangelsk, Lotsiya Publ., 2016, 298 p. (In Russ.)
18. Varfolomeev Yu.A., Bogdanovich N.I., Bokova E.M. Integration of Innovation Activity on Development and Production of Protection Facilities against Industrial Accidents Consequences and Catastrophes in the Arctic and Subarctic with Use of Local Raw Resources. *Bulletin of Higher Educational Institutions. Russian Forestry Journal*, 2011, no. 3, pp. 155–159.
19. Polovnikov S.Ya. *There, beyond the Horizon...: Essays on the White Sea and the Pomors*. Arkhangelsk, Pravda Severa Publ., 2014, 267 p. (In Russ.)
20. Stasenkov V.A., Zelenkov V.M., Antonova V.P., Dyaditsina A.M., Potelov V.A., Pronina O.A., Timoshenko Yu. K. Fisheries Research of SevPINRO. *Fisheries*, 1996, no. 2, pp. 50–53.
21. Albrecht M. A Norwegian Seaweed Utopia? Governmental Narratives of Coastal Communities, Upscaling, and the Industrial Conquering of Ocean Spaces. *Maritime Studies*, 2023, vol. 22, art. 37. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40152-023-00324-2>
22. Stévant P., Rebours C. Chapman A. Seaweed Aquaculture in Norway: Recent Industrial Developments and Future Perspectives. *Aquaculture International*, 2017, vol. 25, pp. 1373–1390. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-017-0120-7>
23. Veenhof R.J., Burrows M.T., Hughes A.D., Michalek K., Ross M.E., Thomson A.I., Fedenko J., Stanley M.S. Sustainable Seaweed Aquaculture and Climate Change in the North Atlantic: Challenges and Opportunities. *Frontiers in Marine Science*, 2024, vol. 11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1483330>
24. Duarte C.M., Bruhn A., Krause-Jensen D. A Seaweed Aquaculture Imperative to Meet Global Sustainability Targets. *Nature Sustainability*, 2022, vol. 5, pp. 185–193. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00773-9>
25. Orbeta M.L.G., Digal L.N., Astronomo I.J.T., Balgos C.Q., Placencia S.G.P., Loquias M.P., Codog P.E. Analyzing Factors Affecting the Technical Efficiency of Small-Scale Seaweed Farms Using a Two-Stage Double Bootstrap DEA Approach. *Journal of Applied Aquaculture*, 2021, vol. 35, iss. 1, pp. 123–148. DOI: <https://doi.org/10.1080/10454438.2021.1945520>
26. Chopin T., Tacon A.G.J. Importance of Seaweeds and Extractive Species in Global Aquaculture Production. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 2021, vol. 29, iss. 2, pp. 139–148. DOI: <https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1810626>
27. Chung I.K., Sondak C.F.A., Beardall J. The Future of Seaweed Aquaculture in a Rapidly Changing World. *European Journal of Phycology*, 2017, vol. 52 (4), pp. 495–505. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670262.2017.1359678>
28. Kim J., Stekoll M., Yarish C. Opportunities, Challenges and Future Directions of Open-Water Seaweed Aquaculture in the United States. *Phycologia*, 2019, vol. 58, iss. 5, pp. 446–461. DOI: <https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1625611>
29. Podkorytova A.V., Roshchina A.N., Burova N.V. Algae-Macrophytes of the Coastal Zones of the Seas of the Northern Fisheries Basin: Extraction, Processing, Justification of Their Integrated Use. In: *Innovative Directions of Integration of Science, Education and Production: Collection of Abstracts of Reports of Participants of the First International Scientific and Practical Conference*. Kerch, KSMTU Publ., 2020, pp. 271–276. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 28.02.2025; одобрена после рецензирования 09.03.2025;
принята к публикации 11.03.2025

Вклад авторов: все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов