

---

---

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

---

---

УДК 66.067.15

**А.И. Крикун**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОДОПОДГОТОВКЕ

*Разработан алгоритм поиска вещественно-полевых ресурсов (ВПП), проведен анализ и экспериментальное исследование зернистых материалов Приморского края с целью возможности их использования при водоподготовке для технологических нужд на рыбоперерабатывающих предприятиях. Определены наиболее эффективные зернистые загрузки при фильтрации морской воды.*

**Ключевые слова:** *фильтрация, зернистые материалы, морская вода, фильтр, рыбоперерабатывающие предприятия, технологические нужды.*

**A.I. Krikun**

## RESEARCH OF GRAIN MATERIALS AT WATER TREATMENT

*In this article, an algorithm for searching for real-field resources (RFR) has been developed, an analysis and experimental study of granular materials of Primorsky Krai has been carried out, with a view to their possible use in water treatment for processing needs at fish processing enterprises. The most effective granular loads are determined in the filtration of sea water.*

**Key words:** *filtration, granular materials, sea water, filter, fish processing enterprises, technological needs.*

### Введение

На долю Дальнего Востока приходится более 60 % всех рыбоперерабатывающих предприятий России и до 95 % сырья отправляющегося на переработку. Большая часть технологических операций на предприятиях данного типа (мойка, разделка и мн. др.) неосуществимы без использования воды повышенного качества, связанной с прямым контактом воды с сырьем. Первой и необходимой стадией водоподготовки является фильтрация, т.е. отделение механических примесей. Объемы используемой воды весьма велики. В зависимости от типа производства он составляет до 14,5 м<sup>3</sup>/т. Это обуславливает актуальность совершенствования процесса очистки, в частности – фильтрации технологической воды.

Анализ современных способов водоподготовки показал, что наиболее перспективным, надежным, эффективным и экономически выгодным методом является фильтрация через слои зернистых фильтрующих материалов с различными гранулометрическими, физико-химическими и сорбционными свойствами [9].

### Объекты и методы

Объектами исследования являлись зернистые материалы природного и искусственно-происхождения (Приморский край) и фильтрат, полученный при пропускании через них морской воды, отобранной в различных бухтах зал. Петра Великого.

С целью определения наиболее благоприятных зернистых материалов при водоподготовке на рыбоперерабатывающих предприятиях нами разработан алгоритм поиска вещественно-полевых ресурсов (ВНР) (рис. 1). За основу взята теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) Альтшуллера [1, 2, 12].

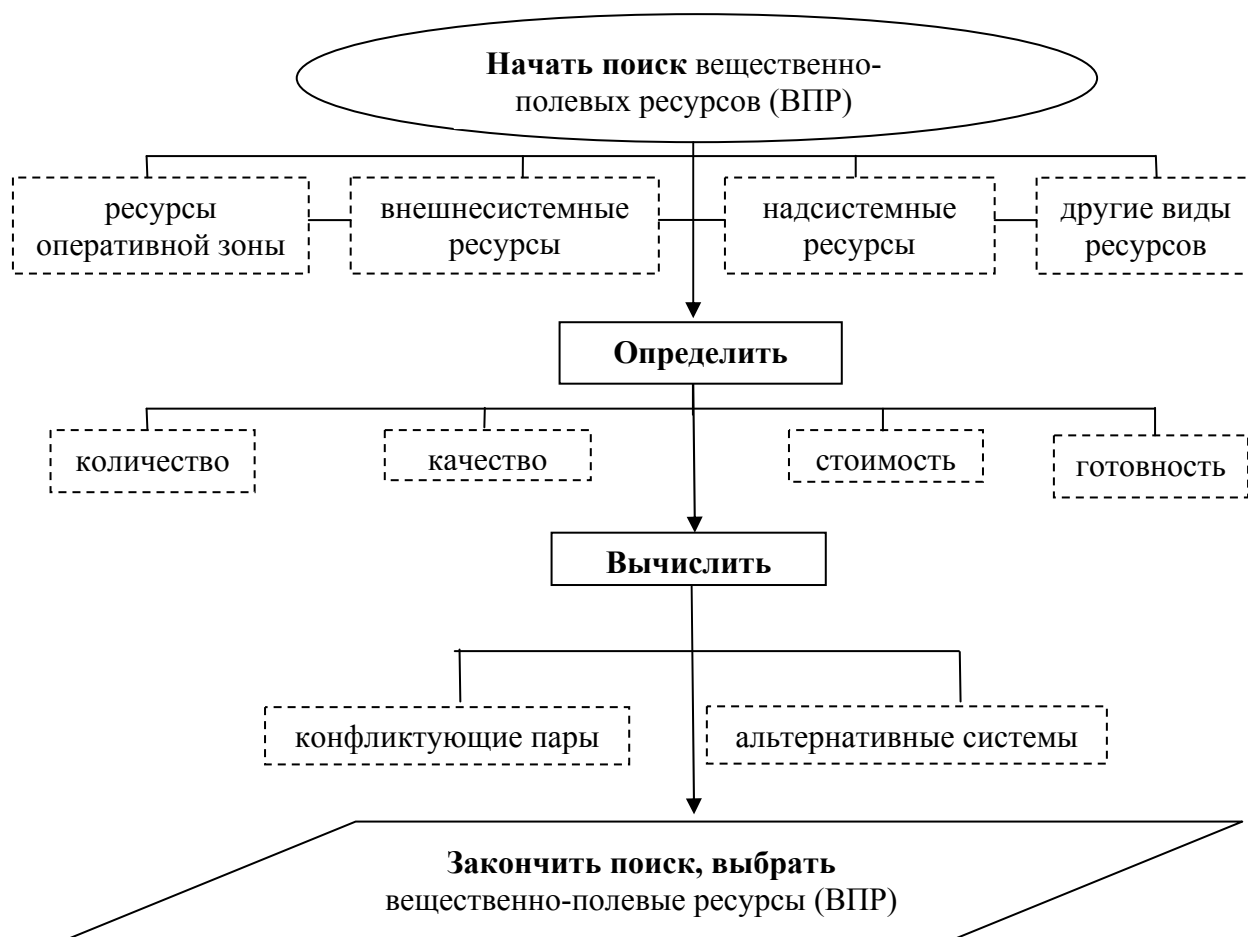


Рис. 1. Алгоритм поиска вещественно-полевых ресурсов [9]

Fig. 1. Algorithm for searching for real-field resources [9]

Для проведения исследования нами составлен перечень вещественно-полевых ресурсов (ВНР), имеющих в нашем распоряжении, т.е. в рассматриваемой оперативной зоне (ОЗ):

- ресурсы оперативной зоны (зернистые материалы и насыпные фильтры);
- внешнесистемные ресурсы (морская вода соленостью до 35 ‰, отобранная в различных точках зал. Петра Великого и механические примеси);
- надсистемные ресурсы (отходы рыбоперерабатывающих предприятий и «копеечные» посторонние элементы – морские гравий, песок, вода);
- другие виды ресурсов (временные; информационные; пространственные и др.).

Проведена оценка их по критериям: количеству, качеству, стоимости и готовности.

Определялась конфликтующая пара. Привлекались альтернативные вещества и поля.

Вычислив все возможные конфликтующие пары и альтернативные системы, возможно вычислить наиболее приемлемые и эффективные зернистые перегородки [1, 2, 9].

Нами произведен анализ зернистых материалов Приморского края. При подборе соответствующих зернистых материалов для экспериментального исследования учитывали факторы, представленные на рис. 2.



Рис. 2. Факторы, учитываемые при выборе зернистых материалов для исследования [7, 8, 11]

Fig. 2. Factors to consider when selecting granular materials for research [7, 8, 11]

В результате аналитического анализа зернистых материалов для экспериментального исследования были отобраны 10 видов, из них 4 природного происхождения (морские песок и гравий, сульфуголь и цеолиты) и 6 искусственного (керамзит, биокерамика, электрокорунд, биошары, пластиковая загрузка и пластиковая загрузка в пищевом парафине).

Экспериментальная часть работы выполнялась в 2 этапа: на стеклянных моделях и на экспериментальной установке, разработанной с участием автора [9, 10]. Пробы морской воды отбирались в 16 различных точках зал. Петра Великого на расстоянии 200 м от берега с глубины 10 м в соответствии с действующими методиками [3, 5, 12].

Отработаны 19 методик измерения физико-химических и 6 органолептических показателей в пробах морской воды до и после фильтрования через предварительно отобранные зернистые материалы Приморского края.

### Результаты и их обсуждение

Результаты анализа проб морской воды до процесса фильтрования через слои зернистых материалов проверялись на соответствие требованиям, предъявляемым к технологической воде на рыбоперерабатывающих предприятиях [4, 6]. Поскольку требования, предъявляемые к качеству морской воды, предназначенной для одной и той же технологической цели на рыбоперерабатывающих предприятиях, могут различаться на разных предприятиях и зависят от оборудования, методов производства и от вида производимой про-

дукции, то при конкретизации требований к технологической морской воде использовались данные, полученные на предприятии ООО «Деликон продукт»: содержание примесей, TDS  $\approx 40\div 120$ , реже до 250 мг/л; кислородосодержание,  $O_2$  при  $t > 20^\circ C \approx 6\div 8$  мг/л и при  $t < 20^\circ C \approx 8\div 10$  мг/л; содержание кальция,  $Ca \approx 400\div 450$  мг/л; содержание магния,  $Mg \approx 1200\div 1400$  мг/л; кислотность,  $pH \approx 8\div 8,6$ ; карбонатная жесткость (кН)  $\approx 8\div 12$  дН; содержание нитритов ( $NH_2$ ), нитратов,  $NH_3$  и фосфатов,  $PO_4 \approx$  не более 0,1 мг/л; температура воды  $t, ^\circ C$  (в зависимости от назначения); цветность ( $< 35^\circ$  по кориолису – малоцветная); мутность и прозрачность, балл (0 – прозрачная, 1 – слабоопалесцирующая); запах (0 – отсутствует, 1 – очень слабый); привкус (солёный, свойственный объекту)  $\approx 500$  мг/л – солёный; пенность – отсутствует.

Полученные результаты позволили подразделить отобранные пробы морской воды на 3 группы: 1-я группа (морская вода с пороговыми или критическими для технологических нужд показателями) – 6 бухт: Лазурная (Шамора), Стеклянная, Сухопутная (Тихая) – Уссурийский залив; Мелководная, Песчаная, Угловая (п-ов Де-Фриз) – Амурский залив; 2-я группа (морская вода с приемлемыми для технологических нужд показателями) – 5 бухт: Врангель, Находка (зал. Находка), о. Попова (южное побережье), Новик (о. Русский) и о. Елена (пр-в Босфор Восточный) – Уссурийский залив; 3-я группа (морская вода, наиболее подходящая для технологических нужд) – 5 бухт: Троица, Экспедиции, Рейд Паллада (зал. Посьета), Северная и Табунная (Безверхово) – Славянский залив. В качестве исследуемой выбрана морская вода, принадлежащая 1-й группе [9].

Произведен анализ фильтрата, полученного после фильтрования через слои однослойных и двухслойных зернистых материалов, различной дисперсности (рис. 3) на содержание механических примесей (TDS, мг/л). Полученные результаты представлены на рис. 4.

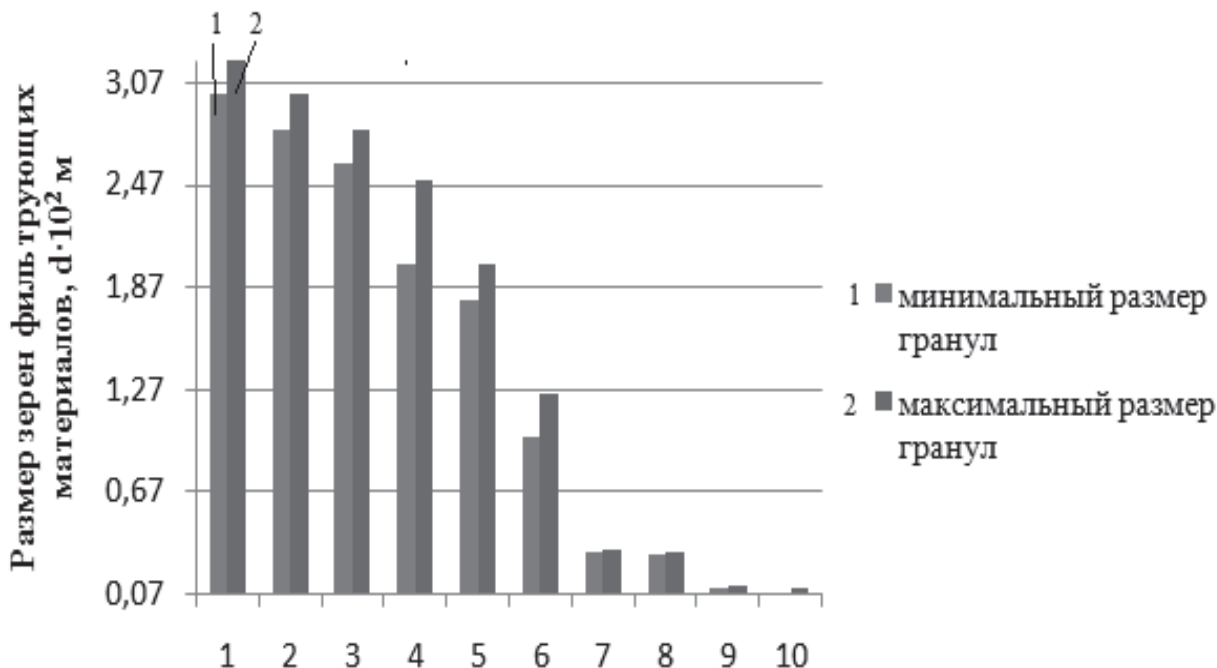


Рис. 3. Сравнительный анализ дисперсности фильтрующих материалов: 1 – биошары; 2 – керамзит; 3 – цеолиты; 4 – морской гравий; 5 – электрокорунд; 6 – биокерамика; 7 – сульфуголь; 8 – пластиковая загрузка; 9 – пластиковая загрузка в парафине; 10 – морской песок

Fig. 3. Comparative analysis of the dispersion of filter materials: 1 – bio-balloons; 2 – expanded clay; 3 – zeolites; 4 – sea gravel; 5 – electrocorundum; 6 – bioceramics; 7 – sulfone; 8 – plastic loading; 9 – plastic charge in paraffin; 10 – sea sand

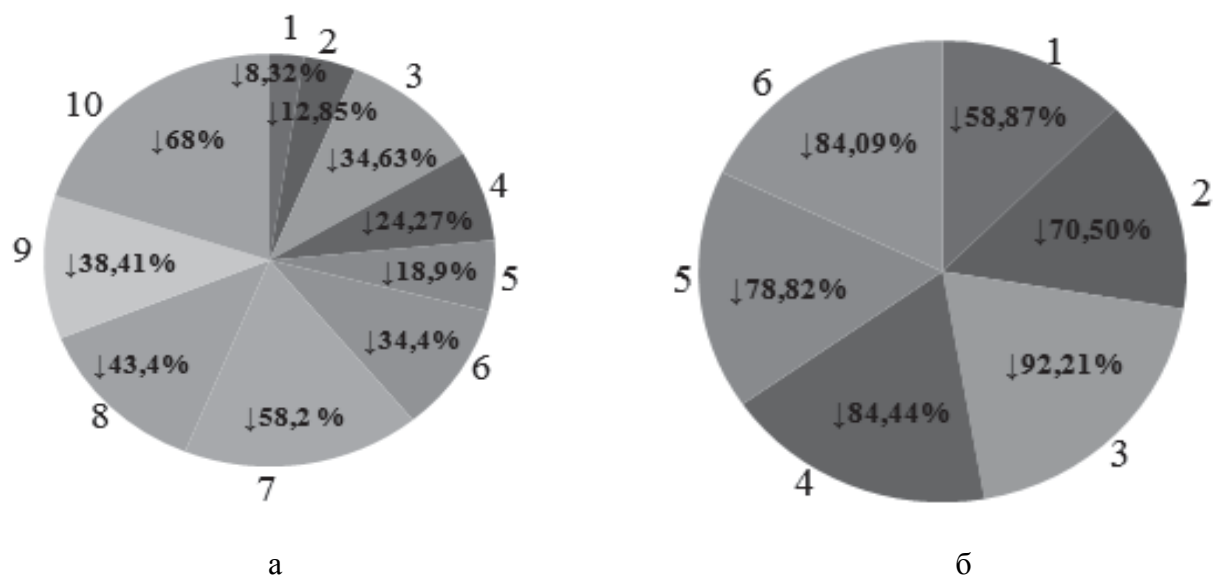


Рис. 4. Снижение содержания примесей после фильтрования через зернистые перегородки: а – однослойные: 1 – биошары; 2 – керамзит; 3 – цеолиты; 4 – морской гравий; 5 – электрокорунд; 6 – биокерамика; 7 – сульфуголь; 8 – пластиковая загрузка; 9 – пластиковая загрузка в парафине; 10 – морской песок; б – двухслойные: 1 – керамзит и морской гравий; 2 – керамзит и биокерамика; 3 – морской песок и сульфуголь; 4 – морские гравий и песок; 5 – цеолиты и пластиковая загрузка; 6 – морской песок и пластиковая загрузка в парафине

Fig. 4. Decrease in the content of impurities after filtration through granular partitions: a – single-layer: 1 – bio-spheres; 2 – expanded clay; 3 – zeolites; 4 – sea gravel; 5 – electrocorundum; 6 – bioceramics; 7 – sulfone; 8 – plastic loading; 9 – plastic charge in paraffin; 10 – sea sand; b – two-layer: 1 – expanded clay and sea gravel; 2 – expanded clay and bioceramics; 3 – sea sand and sulfone; 4 – sea gravel and sand; 5 – zeolites and plastic charge; 6 – sea sand and plastic loading in paraffin

Экспериментально установлено следующее:

- наиболее эффективно задерживает примеси морской песок (до 68 %), при двухслойной комбинации, содержащей морской песок – до 92,21 %;
- определено, что биошары, керамзит, морской песок, гравий и пластиковая загрузка не влияют на физико-химические показатели воды;
- при фильтровании через электрокорунд выявлено незначительное снижение содержания магния и фосфатов, незначительное повышение карбонатной жесткости и кислородосодержания;
- после применения сульфуголя наблюдается незначительное снижение кислотности и солености;
- при применении биокерамики замечено незначительное повышение кислотности; понижение уровня нитритов и нитратов;
- наиболее заметные изменения в фильтрате замечены при применении в качестве зернистой перегородки цеолитов: снижение нитритов, нитратов и фосфатов; незначительное снижение карбонатной жесткости; незначительное повышение соле- и кислородосодержания; содержания кислотности, кальция и магния;
- значительное повышение температуры морской воды усиливает органолептические свойства, такие как цветность, мутность, запах и привкус;
- подойдут все подобранные нами фильтрующие материалы, в особенности биокерамика, цеолиты и морской песок. Однако сульфуголь придает цветность и мутность морской воде, его использование нами не рекомендуется [9, 12].

Результаты экспериментального исследования качества морской воды по физико-химическим и органолептическим параметрам до и после фильтрования через слои зернистых перегородок позволили закончить поиск вещественно-полевых ресурсов (ВПР).

### **Выводы**

Разработанный алгоритм поиска вещественно-полевых ресурсов (ВПР) позволил определить наиболее эффективные зернистые загрузки при фильтровании морской воды.

Экспериментально определено, что при водоподготовке для технологических нужд на рыбоперерабатывающих предприятиях наиболее целесообразно применение биокерамики  $(10,0 \div 12,5) \cdot 10^{-3}$  м, цеолитов  $(18,0 \div 20,0) \cdot 10^{-3}$  м и морского песка  $(0,7 \div 1,0) \cdot 10^{-3}$  м. Рекомендована комбинация из морского песка, биокерамики и цеолитов.

### **Список литературы**

1. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В. Теория и практика решения изобретательских задач. Кишинев, 1989. 127 с.
2. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. Теория решения изобретательских задач. М. : Сов. радио, 1979. 184 с.
3. ГОСТ Р ИСО 5667.2–93. Качество воды. Отбор проб. Руководство по методам отбора проб. М. : Госстандарт РФ, 1993. 29 с.
4. ГОСТ 17.1.3.08–82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества морских вод. М. : Госстандарт РФ, 1982. 6 с.
5. ГОСТ Р 51592–2000. Вода. Общие требования к отбору проб. М. : Госстандарт РФ, 2000. 19 с.
6. ГОСТ 17.1.3.07–99. Охрана природы. Правила контроля качества воды в водоемах и водотоках. Госстандарт РФ, 1999. 21 с.
7. ГОСТ Р 51641–2000. Материалы фильтрующие зернистые. Общие технические условия. М. : Госстандарт РФ, 2000. 27 с.
8. Инструкция по применению местных зернистых материалов в водоочистных фильтрах. М. : Стройиздат, 1987. 32 с.
9. Крикун А.И. Совершенствование процесса фильтрования воды на рыбоперерабатывающих предприятиях: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12. Владивосток, 2017. 219 с.
10. Крикун А.И. Математическое моделирование процесса фильтрования // Науч. жизнь. 2016. № 12. С. 6–14.
11. Перечень материалов, реагентов и малогабаритных очистных устройств, разрешенных Госкомсанэпиднадзором в Российской Федерации для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения, от 23.10.92 № 01-19/32-11 и Дополнение № 1 Перечень материалов, реагентов и малогабаритных очистных устройств, разрешенных Госкомсанэпиднадзором в Российской Федерации для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения, от 25.12.98 № ДК- 285-111.
12. Фёдорова (Крикун) А.И., Угрюмова С.Д. Исследование процесса фильтрования морской воды для рыбоводных предприятий // Изв. ТИНРО. 2014. Т. 177. С. 257–267.

**Сведения об авторе:** Крикун Александра Игоревна, кандидат технических наук, старший преподаватель, e-mail: aleksa13@list.ru.