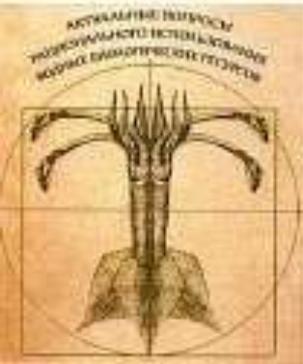


Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)



Третья научная школа молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященная 140-летию со дня рождения К.М. Дерюгина «Перспективы рыболовства и аквакультуры в современном мире»

Доклад: Мировые запасы цист артемии: особенности оценки и заготовки, идентификация популяционной принадлежности и методическое обеспечение промысла

Докладчик: Литвиненко Людмила Ильинична, д.б.н., начальник отдела промысловых беспозвоночных ФГБНУ «Госрыбцентр», почетный работник рыбного хозяйства России, профессор ГАУ СЗ (г. Тюмень)



**International Workshop on Artemia INCO-DEV
Project on Artemia Biodiversity Artemia&Aquatic
Animals Research Center Urmia University,**

Urmia. Iran

21-25 сент. 2004 г.

***Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Sorgeloos P,
Marden B., Vdovchenko M.A.*** «Brine shrimps
Artemia in Western Siberia lakes

Tianjin, China, 7–9 November 2016



**FAO Expert Workshop on Sustainable Use and
Management of Artemia Resources in Asia**





2002 г. Бельгия, г. Гент, университет,
Лаборатория аквакультуры и
ARC – артемиевый реферативный центр
Курсы повышения квалификации
Преподаватели:
Патрик Соргелос, Ван Стаппен, Босси,
Бред Марден и др.

2015-2016 гг.
Школы–семинары и
круглые столы
В Аграрном
университете г. Тюмень
с Патриком Соргелосом
стали уже традицией



- Артемия -что это за организм и в чем же его ценность?



Обитатель соленых озер = рачок артемия

самка



спаривание



самец



цисты



вылупление
науплиусов из цист



высокая адаптация к солености, дефициту кислорода, сероводороду, к температуре
существование полиплоидии, долгожительство

Артемиевые озера



Температура зимой – до -20 и более

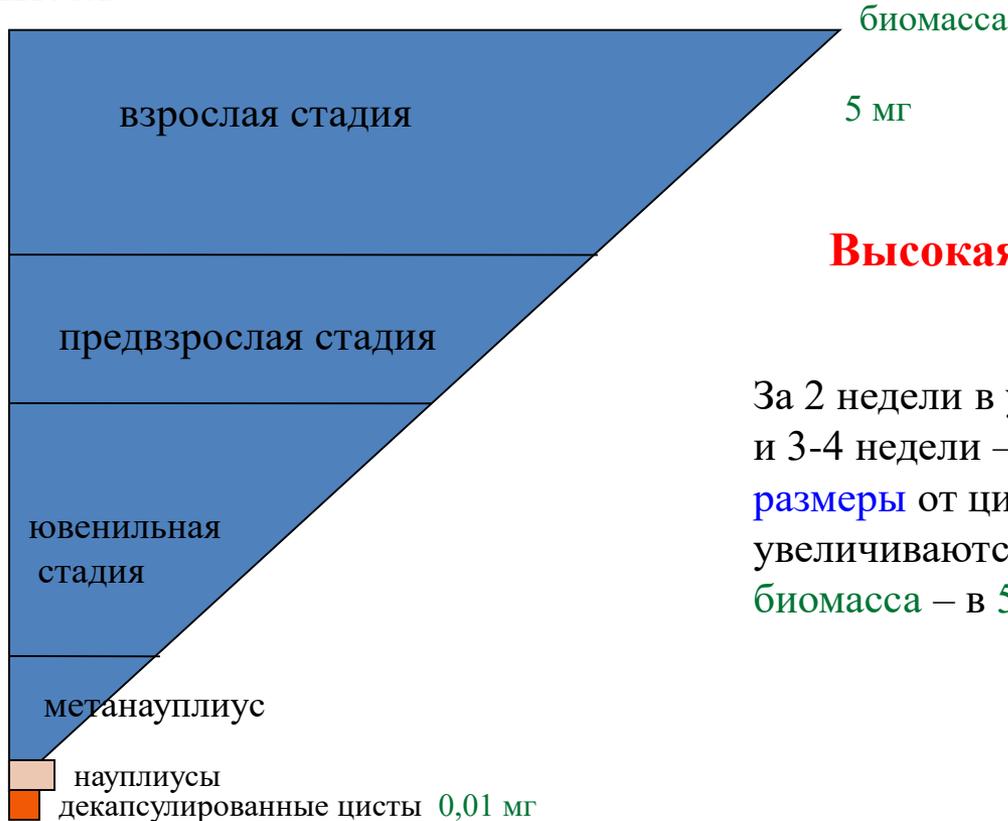
Практическая (1) и коммерческая (2) ценность

1 - удобство в использовании (цисты можно хранить при комнатной температуре и через сутки получить науплиусы)

- питательная ценность науплиусов, высокое содержание белка и жира
- малый размер науплиусов и мягкий тонкий наружный скелет
- высокая скорость роста рачков

2 - цисты могут скапливаться в больших количествах, что позволяет вести их промысел

размеры
10-15 мм



Высокая скорость роста:

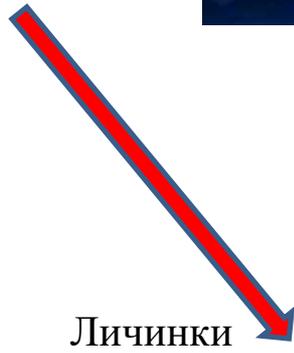
За 2 недели в условиях культуры и 3-4 недели – в естественных условиях
размеры от цист до взрослых особей увеличиваются в **50 раз** (0,26-13 мм),
биомасса – в **500 раз** (0,01-5 мг)

Практическое использование артемии

Основной путь использования артемии в аквакультуре



Личинки
рыб



Личинки
ракообразных



- Морские рыбы:**
 - европейский сибас
 - дорада (морской карась)
 - сом, зубатка;
- Пресноводные рыбы:**
 - осетровые
 - сиговые,
 - клариевый сом

- Морские креветки**
 - белоногая креветка
 - черная тигровая креветка
- Пресноводные креветки**
 - макробрахиум (малайзийская)

- Крабы**
 - китайский мохнаторукий
 - краб-плавунец
 - грязевый

для выкармливания 1 млн личинок креветок нужно 3-6 кг цист

Сколько существует
видов артемии и где
они обитают?



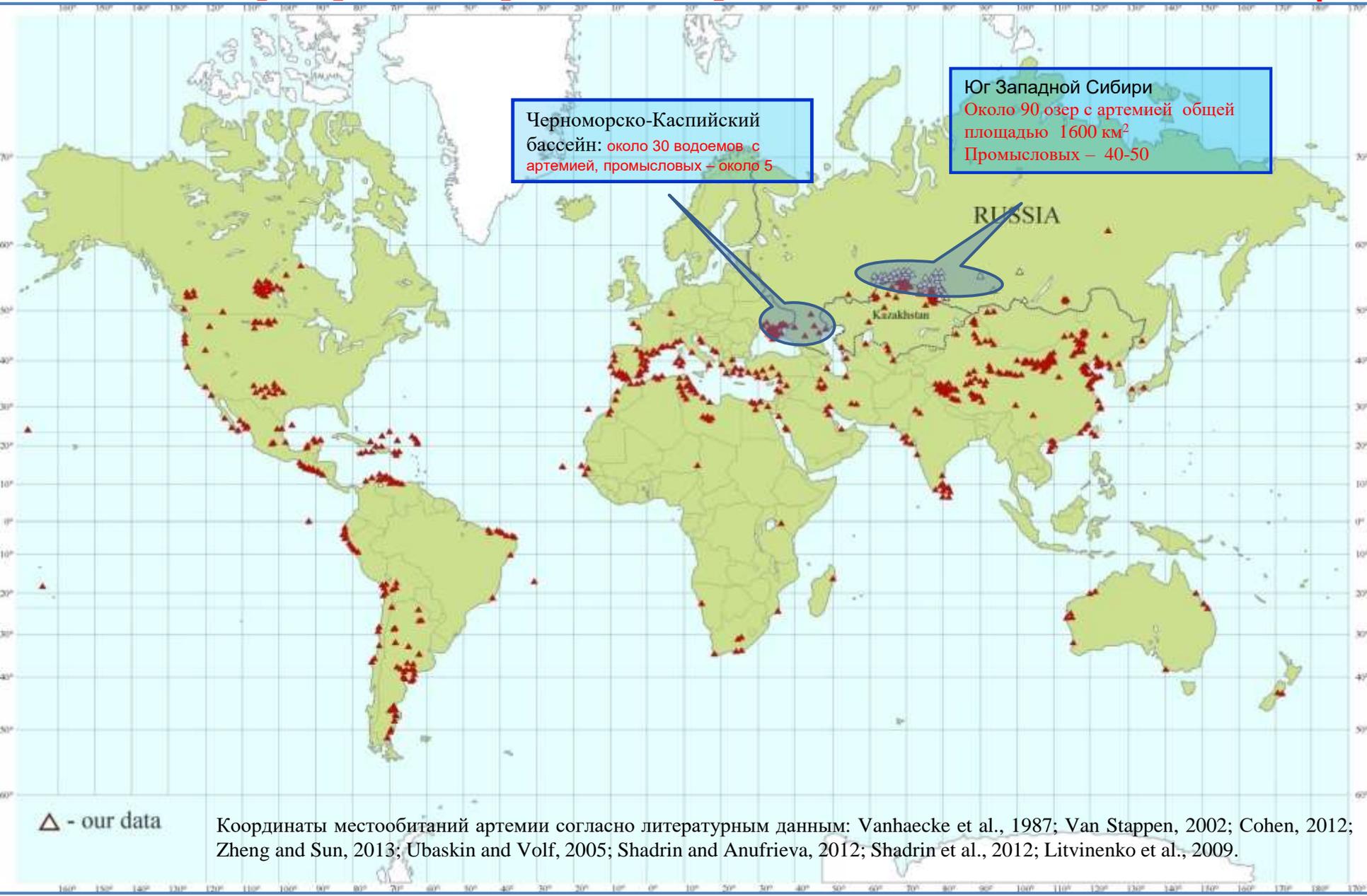
Распространение разных видов артемии в мире



По данным ARC (Бельгия, Гент)

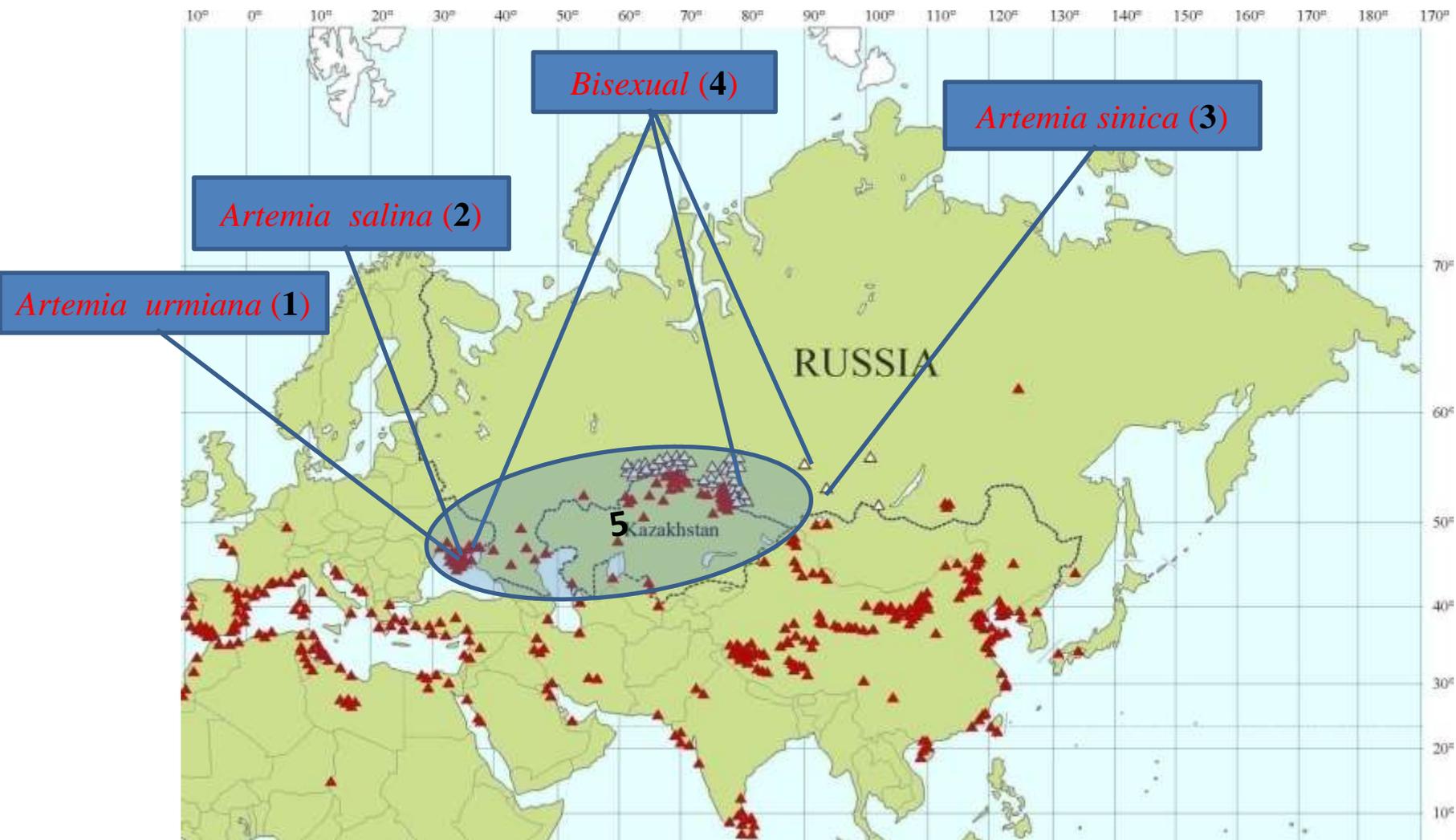
Западное и восточное полушария отличаются по видовому составу

Распространение артемии в мире и в частности – в России



Координаты местообитаний артемии согласно литературным данным: Vanhaecke et al., 1987; Van Stappen, 2002; Cohen, 2012; Zheng and Sun, 2013; Ubaskin and Volf, 2005; Shadrin and Anufrieva, 2012; Shadrin et al., 2012; Litvinenko et al., 2009.

Виды артемии, обитающие на территории России



1 – Крым: Кояшское, Теркли-Конрадское, Тобечикское

2- Крым: Штормовое, Херсонесское, Сасык-Сиваш

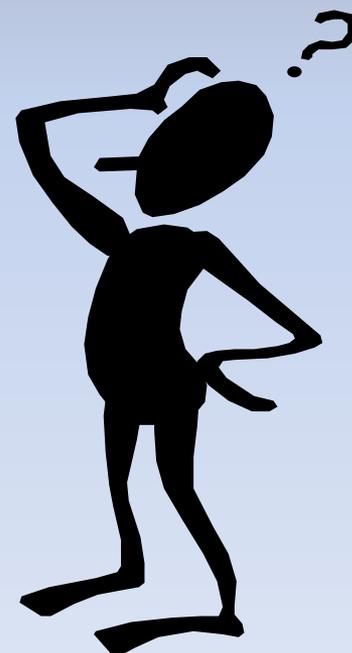
3 – Тува : Сватиково (Дус-Холь) (наши данные)

4- Крым: Поповское и Большое Отар-Мойнакское в 1967;

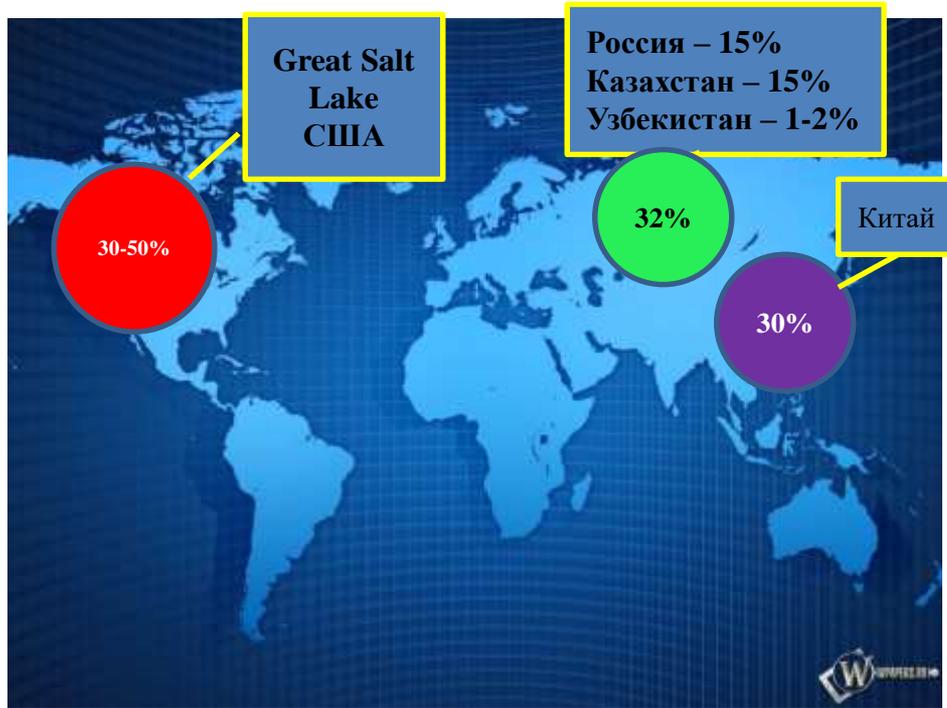
Алтайский край: Солёное в 1981-1985; Петухово в 1996-1997, Малиновое в 2003, Танатар, Хакассия, Тус – в 2000, 2004 (н. д.)

5- Юг России от Крыма до Саян, включая Казахстан (within 30⁰-90⁰ E & 40⁰-55⁰ Artemia parthenogenetica

Сколько ежегодно
заготавливается цист
артемии в мире и какова
роль России в этом?



Роль России в мировом промысле цист артемии (в тоннах сырой массы)



Мировой промысел – 6-8 тыс. т
 В среднем США – около 3 тыс. т (40%);
 Россия – 1060 т (15%) за период 2000-2017 гг.:

- Алтайский край – 690 т (65%)
- Курганская область – 161 т (15%)
- Омская – 149 т (14%)
- Новосибирская – 37 т (3,5%)
- Тюменская – 14 т (1,3%)
- Челябинская - 5 т (0,5%)
- Крым – по нашей оценке – около 30 т (2,8%)

Айби (Китай) -142 т (2015г.)-2209 т (2011 г.)

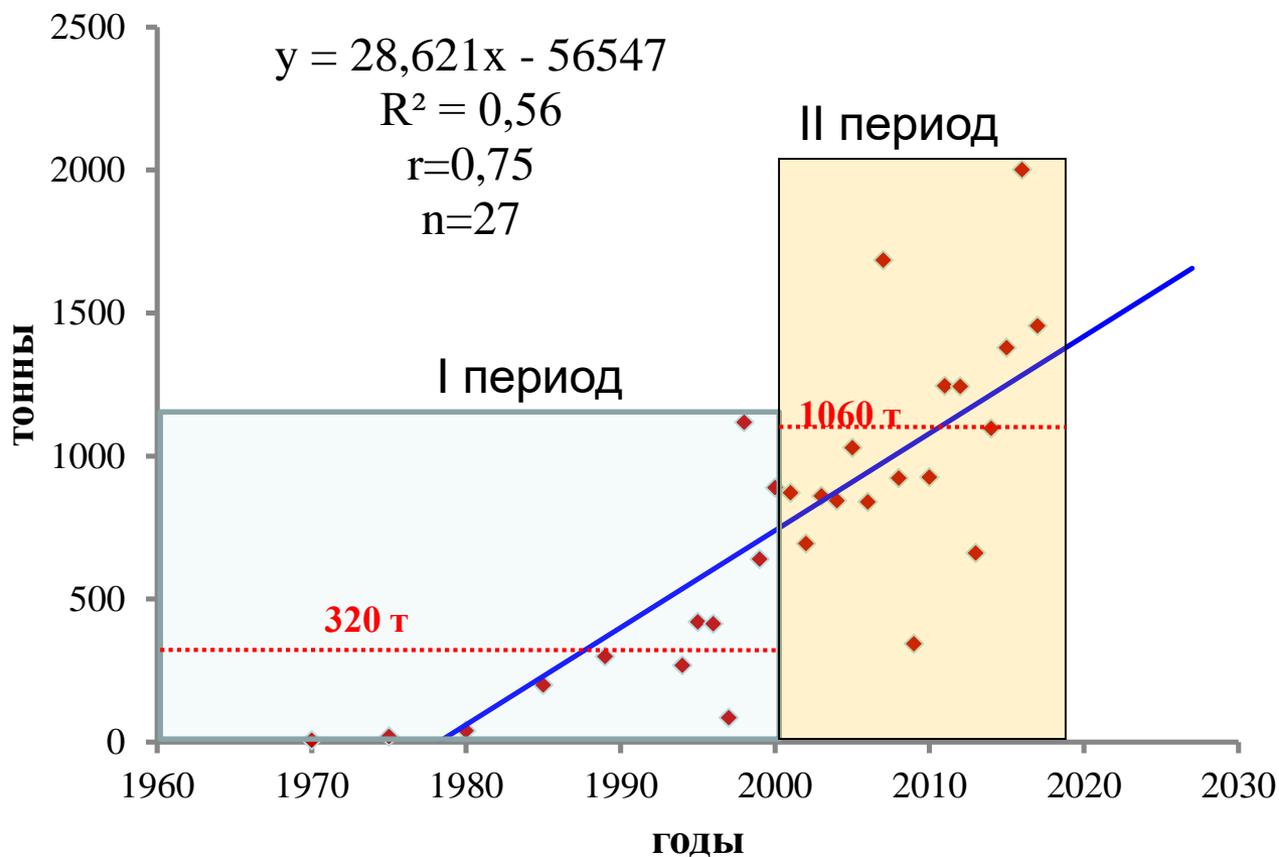
Экспорт цист из России и Казахстана по таможенным данным 2014-2016 гг.

В среднем за три года ежегодно экспортируется:
 из России около 800-900 т цист сырья и 100-200 т цист в сухом виде,
 из Казахстана – около 1000 т в сырья
 из Узбекистана – 100 т в сырья.
 Мощности существующих перерабатывающих предприятий позволяют переработать все сырье в сухой продукт.
 Традиционно, Китай покупает сырой продукт, в то время как страны ЮВА (Тайланд, Вьетнам, Индонезия), Тайвань, Европа и страны Латинской Америки приобретают готовый сухой продукт.
 На рынке сбыта количество покупателей, нуждающихся в готовом (сухом) продукте ограничено, а цисты РФ проигрывают в качестве таким источникам цист, как Great Salt Lake (США), на втором - Айби и Бохай (Китай) и только потом Б.Яровое.

Страны	Страны импортируемые	В % от импорта
Россия	Китай	72.4
	Тайланд	20.1
	Германия	5.2
	Турция	1.0
	Мадагаскар, Вьетнам, Тайвань, Индия	0.1-0.2
Казахстан	Китай	97.5
	Германия	2.5

Промысел цист в России

(по официальным данным)



Вылов: 1970-1980 гг. - 3-40 т, 1985-1997 гг. – 90-420 т, 1998 – 344-2001 т.

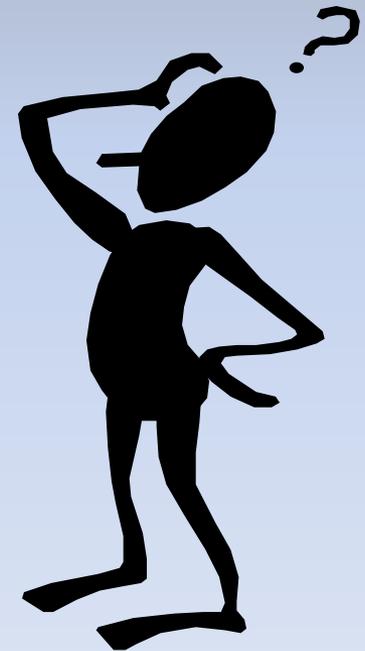
В среднем за 1970-2017 гг. – 776 т.

Анализ таможенных данных и случаи оформления цист под видом «выращенных в аквакультуре» показал, что дополнительно (нелегально) вылавливается около 400-500 т цист.

Итого в РФ ежегодно заготавливается около 1,5-2,0 тыс. т цист.

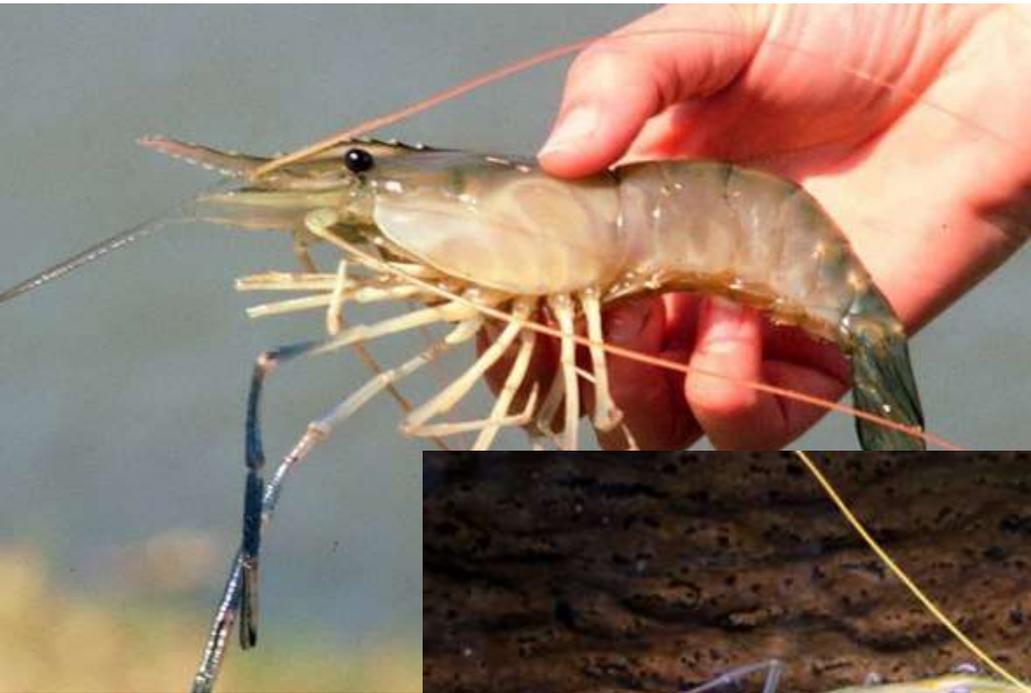
Прогноз на 10 лет вперед: увеличение официального вылова до 1700 т.

Сколько потребляется
цист, возможен ли
дефицит цист и что
делать в этом случае?



Потребление цист артемии

- Аквакультура, аквариумистика, фармакология, косметология, корм для птиц и животных и др.
- 85% от всех используемых цист идет на выращивание креветок.
- Китай – около 4-5 тыс. т, 50% от мирового производства цист без учета собственных ресурсов
- Россия – не более 200 т



Мероприятия, направленные на предотвращение дефицита цист

- В последние несколько лет ведутся работы по созданию «искусственных» цист артемии. Коротко, что они собой представляют: это питательный субстрат, заключенный в капсулу по размерам, соответствующую цистам и имеющие хорошую плавучесть. Эксперименты, проведенные три года назад по использованию таких цист для кормления показали их перспективность. Но с тех пор никакого бума в их использовании не произошло. По-прежнему во всем мире употребляются цист артемии настоящие.
- Ученые и практики разрабатывают технологии выращивания молоди рыб и ракообразных, при которых затраты живых кормов (науплиусов артемии) на выращивание молоди снижаются,
- Разрабатываются технологии повышения продуктивности водоемов в результате: регулирования водоподдачи (для поддержания оптимальной для артемии солености), увеличения их кормовой базы, интродукции науплиусов и др.
- Выращивание артемии в прудах с соленой водой для получения цист.



плавающий тип корма для рыб, содержащий 65% белка и высокую концентрацию НУФА

в 2 раза были снижены нормы кормления для креветок и в 6-7 раз – для сибаса

К вопросу о возможности выращивания артемии на стадии цист

В природе распространение и развитие артемии зависит от солености

Природные популяции артемии при солености (г/л)	
30-400	Граница встречаемости рачков
70-230	Популяция артемии нормально развивается
70-150	Оптимальная для наращивания биомассы рачков
110-200	Оптимальная для продукции цист
30-50 и 250-400	Рачки встречаются единично

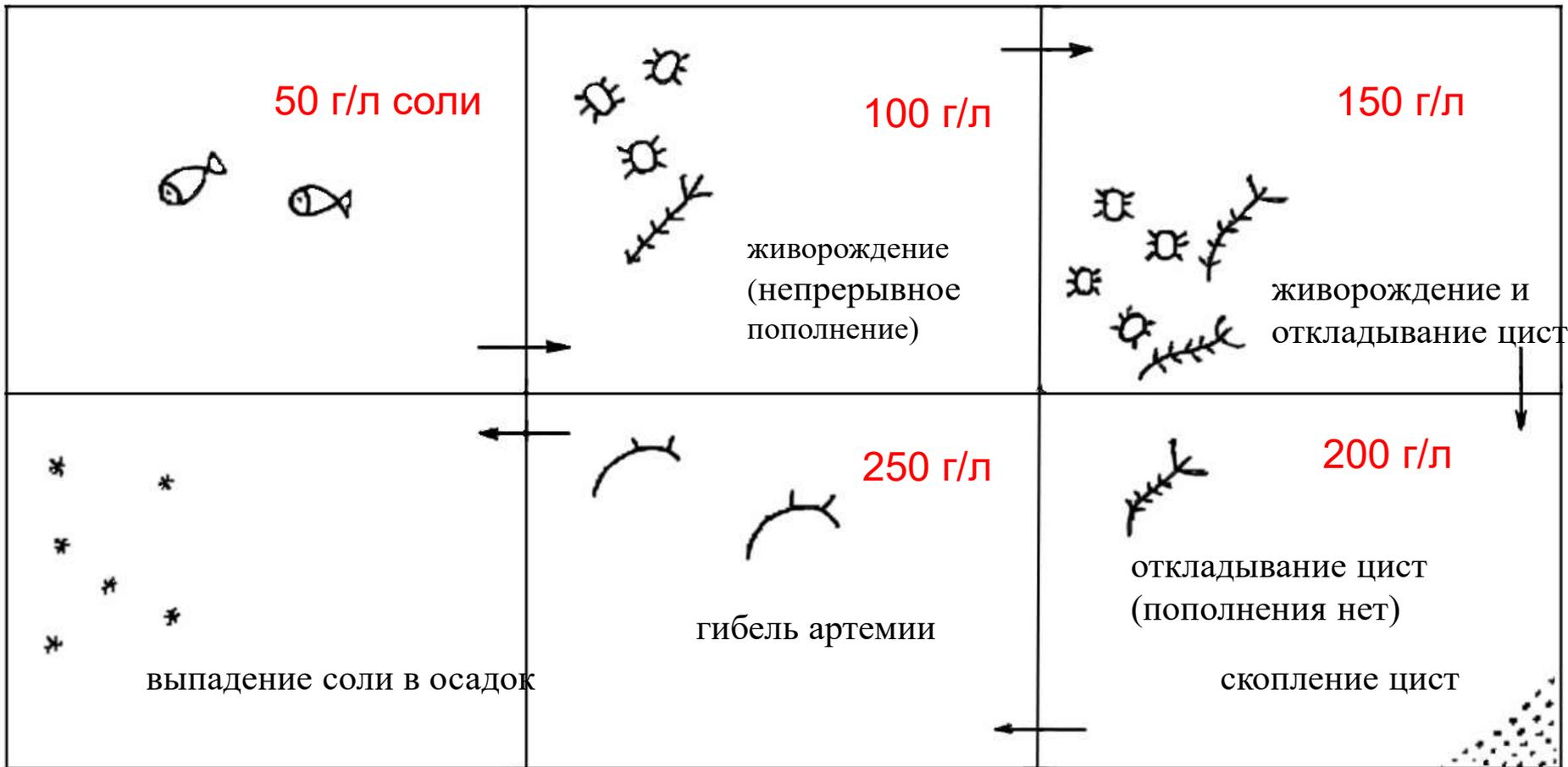
-Поэтому, если в природе имеются водоемы с такой соленостью, то, как правило, артемия там есть. В некоторые годы с соленостью, выходящий за границы встречаемости, артемия сохраняется в грунтах в виде цист.

- Искусственно создавать соленые водоемы (пруды) путем добавления в пресную воду солей - невыгодно. Для примера, чтобы повысить соленость пресного озера площадью 100 га и глубиной 1 м до приемлемой для продукции цист артемии (110 г/л) - нужно внести 110 тыс. тонн соли.

-Такие водоемы можно создавать при выпаривании морской воды, при этом получают соль и небольшую продукцию рачков артемии.

Схема воздействия соли на артемию в выпариваемых прудах

(по Sorgeloos et al., 1986)



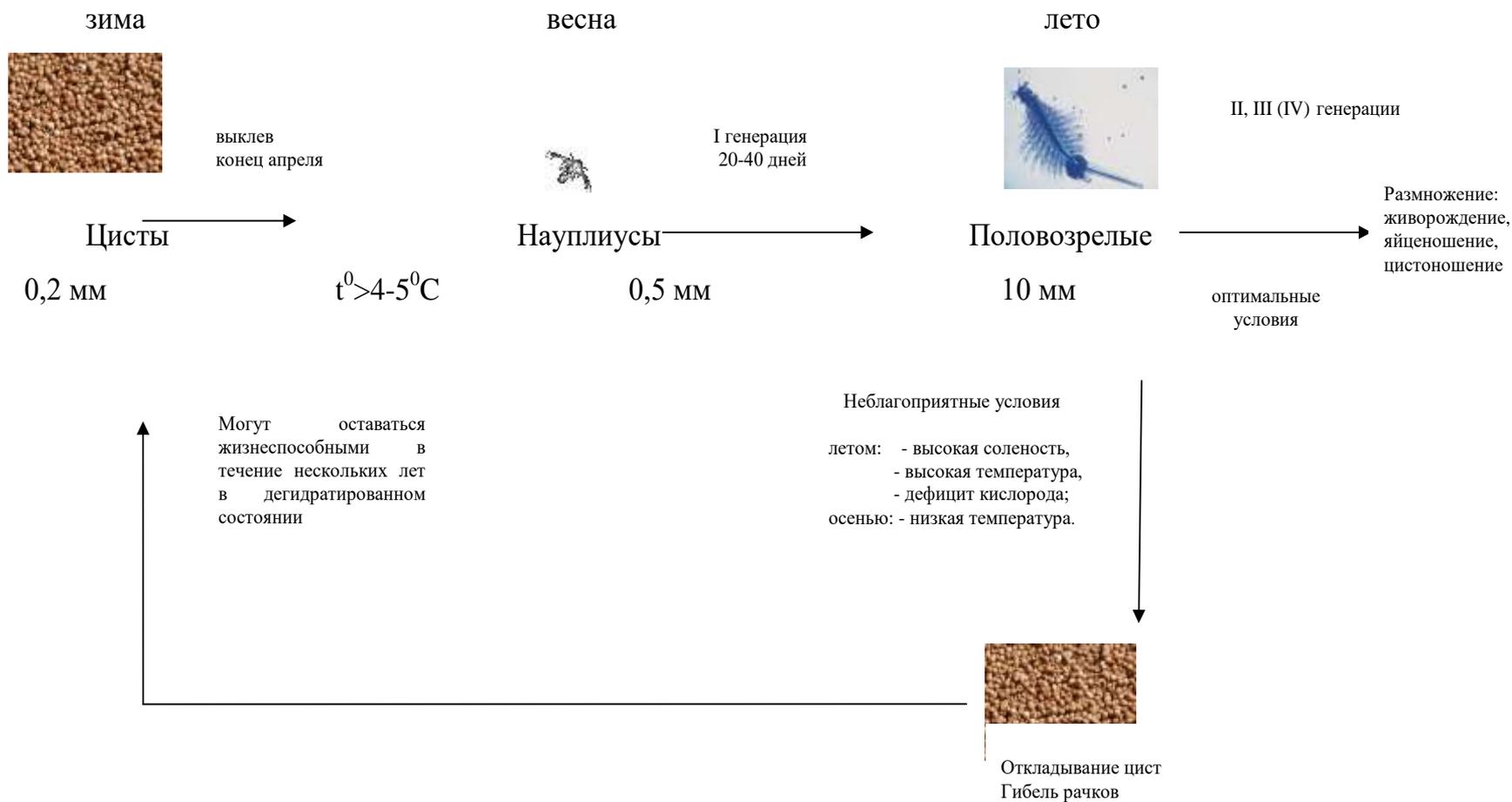
Выращивание в прудах с морской водой в тропическом и субтропическом климате

- Соленые пруды (заполненные морской водой и выпаренные)
- -Азербайджан 12 тонн цист в двух прудах площадью 250 га (Agh, 2016); **96 кг/га**
- -Вьетнам 50 т цист на 1000 га площади (FAO, 2014); **100 кг/га**
- - Новая Зеландия в прудах площадью 239 га за год получено – 35 т (в сухой массе) **293 кг/га – в сырой массе**
- -пруды Коста-Рики, Индонезии и Бразилии - 26 кг цист/га в месяц **312 кг/га /год** (Sorgeloos, 1983)



Для сравнения: в Свердловской области в пруду $S=0,09$ га
«выращено» 80 т цист **889 кг/га**

Схема жизненного цикла артемий в озерах Западной Сибири



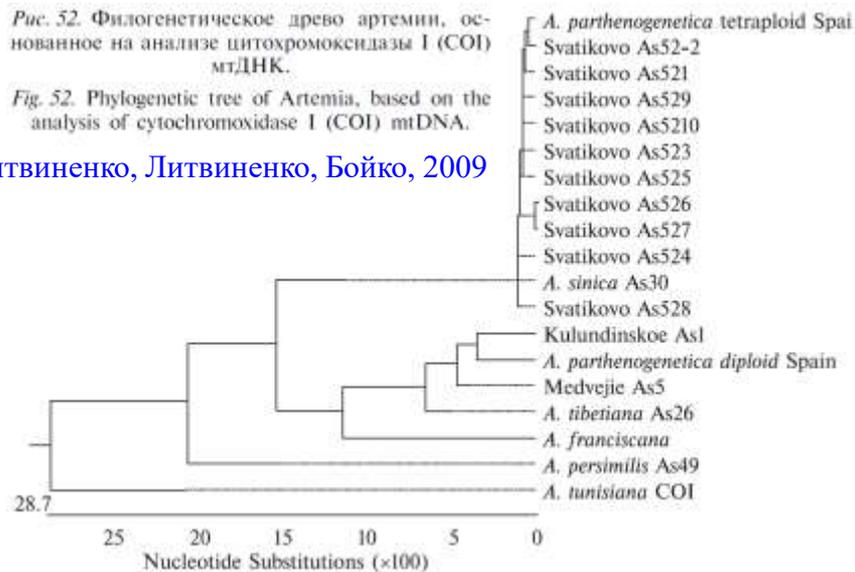
Возможно ли идентифицировать принадлежность к той или иной популяции по рачкам или по цистам?



Рис. 52. Филогенетическое древо артемии, основанное на анализе цитохромоксидазы I (COI) мтДНК.

Fig. 52. Phylogenetic tree of Artemia, based on the analysis of cytochromoxidase I (COI) mtDNA.

Литвиненко, Литвиненко, Бойко, 2009



Nagawana, Mura, 2017

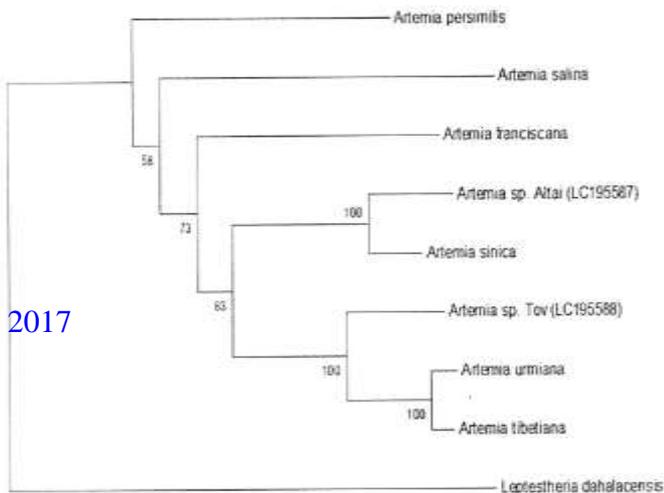


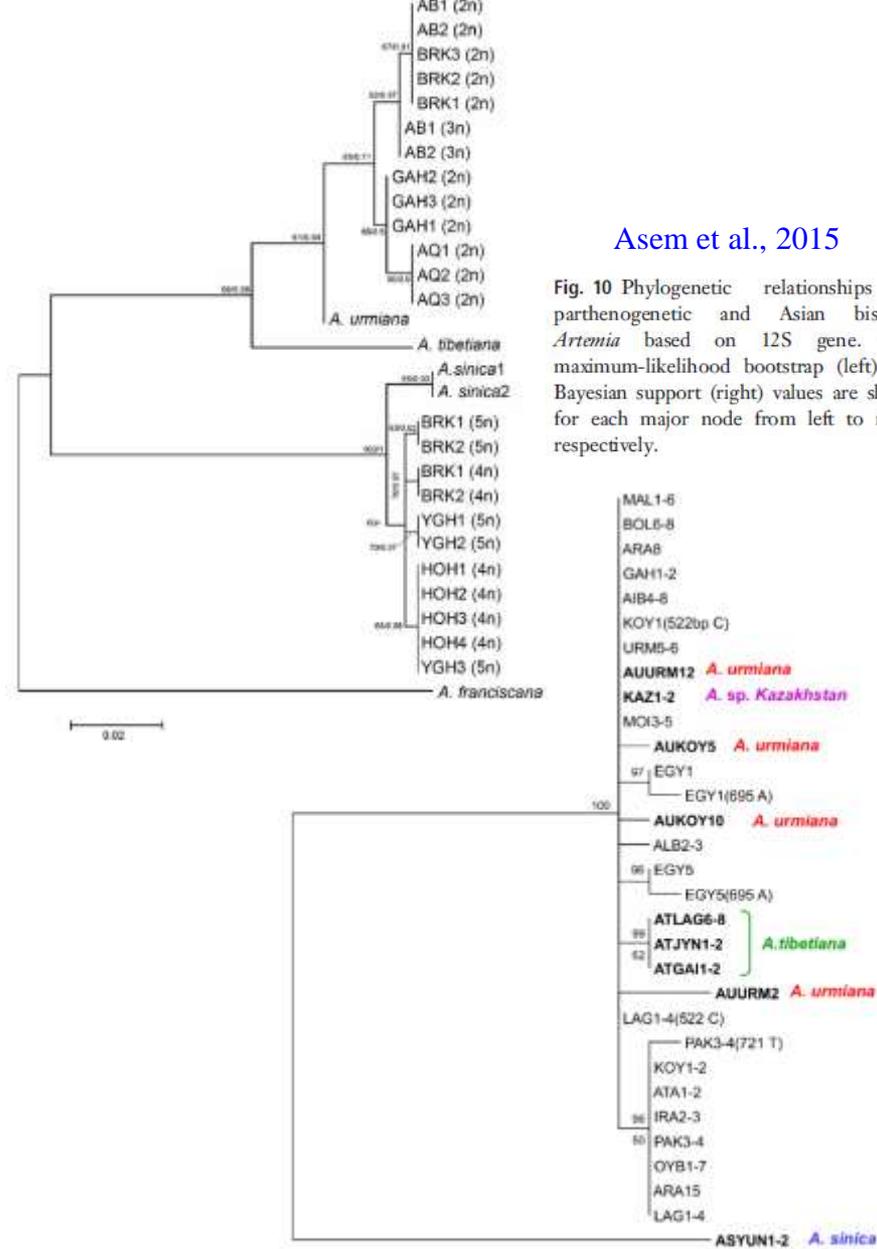
Fig. 3. Evolutionary history of *Artemia* species in the world, on the basis of molecular analysis (fragments of a 658-nt section of the cytochrome c oxidase gene subunit I, COI), inferred using the Neighbor-joining (NJ) method (for details, see text). This frame basically match results derived from maximum parsimony using TFS1 sequence data, maximum likelihood method and Bayesian inference based on nucleotide substitution, and NJ method assayed for 16S mtDNA RFLP patterns (Baxevanis et al., 2006), whereas this is not consistent with what Ikardmore & Abreu-Grobois (1983) say on the basis of allozyme studies. LC195587 and LC195588 are the accession codes for the GenBank.

Maccari, Amat, Gomez, 2013

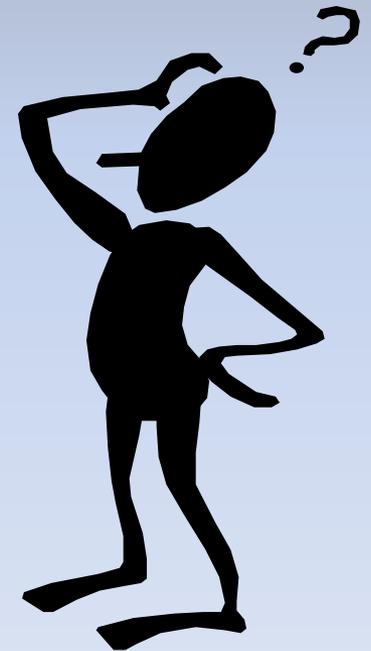
Figure 5. Phylogenetic relationships of diploid parthenogenetic *Artemia* and Asiatic sexual species based on ITS-1 sequences. The topology inferred by Maximum Likelihood (ML) method using HKY model is shown. Bayesian (BA) phylogenetic reconstruction showed a very similar topology. The ML bootstrap values higher than 50 are shown below the branch, and the Bayesian support values over 90% are shown above the branch. Haplotypes found in each population are shown, with population codes corresponding to those listed in Table 3. Sequences corresponding to heterozygous individuals are noted with the polymorphic site in parenthesis. doi:10.1371/journal.pone.0083348.g005

Asem et al., 2015

Fig. 10 Phylogenetic relationships of parthenogenetic and Asian bisexual *Artemia* based on 12S gene. The maximum-likelihood bootstrap (left) and Bayesian support (right) values are shown for each major node from left to right, respectively.



Легко ли быть прогнозистом
промысловых запасов цист
артемии?



Сложности прогноза

- **Короткоцикловый организм (3 генерации в сезон, зимует в виде цист)**
- **Неустойчивость климата (наличие сухих и влажных лет)**
- **Мелководность водоема (глубина в среднем около 1 м)**
- **Влияние солености на рост популяции рачков и производство цист**
- **Скоротечность промысла (июль-октябрь)**
- **Гибель береговых выбросов цист в течение 2-х недель в условиях лета**
- **Легкая доступность цист для нелегального промысла**

Оценка запасов в текущем сезоне и корректировка РОВ

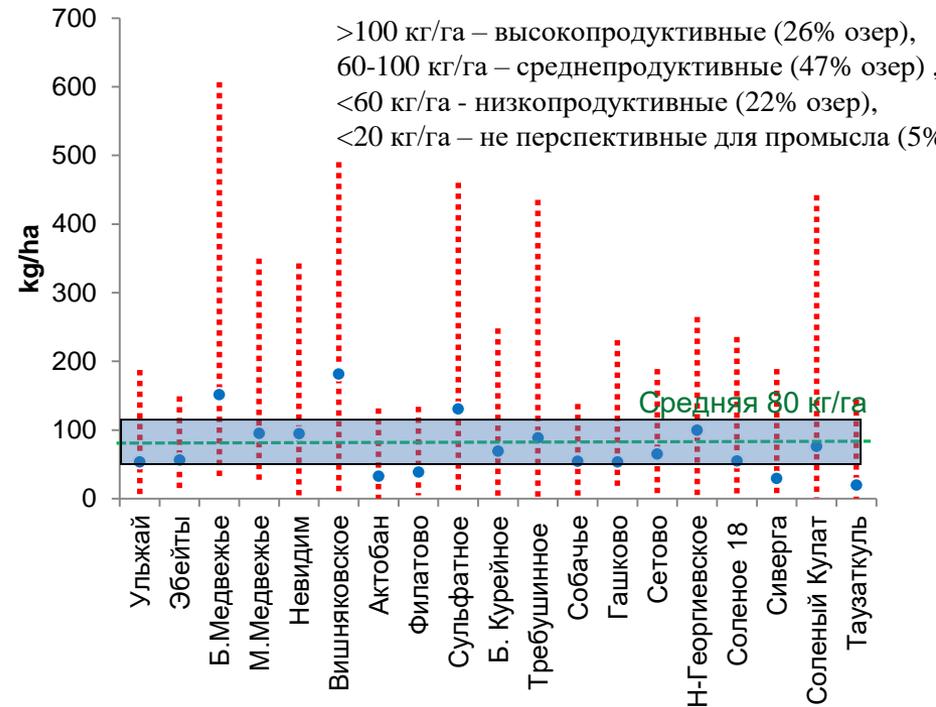
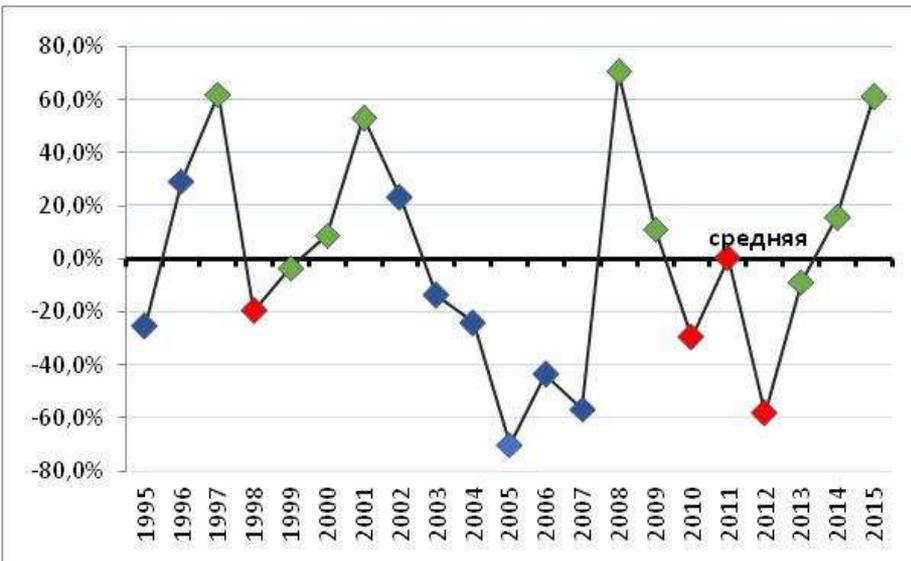


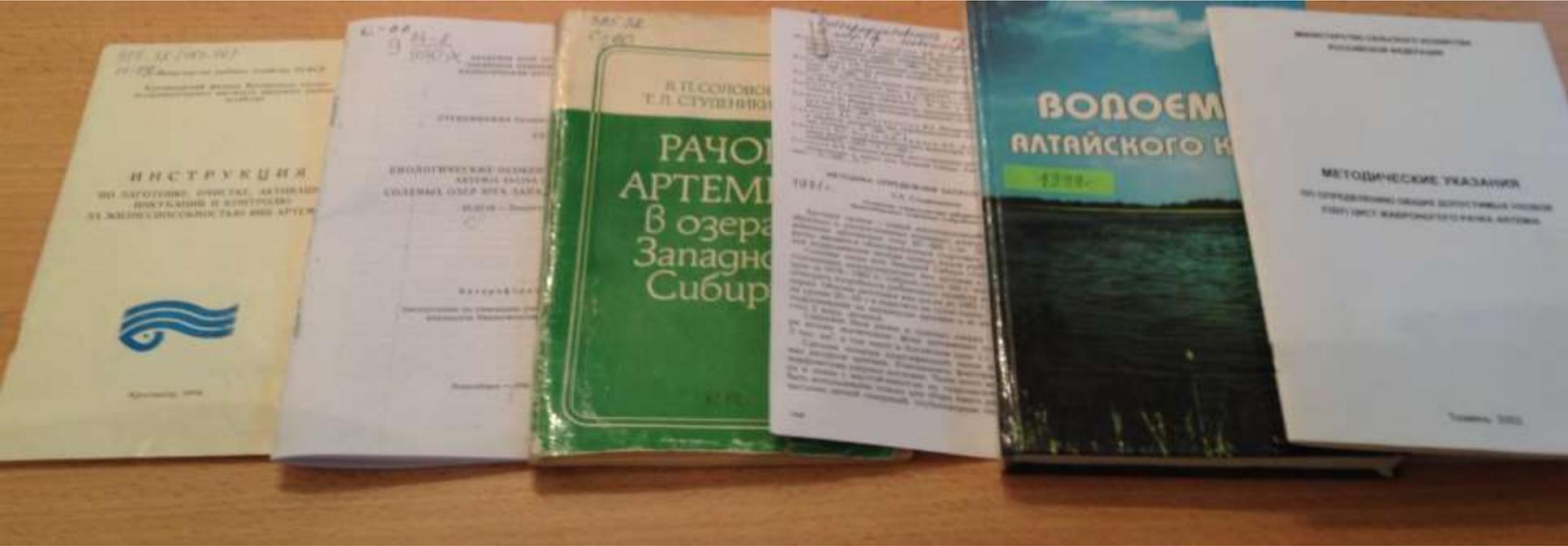
Рисунок – Общие запасы цист в озерах в период 1995-2016 гг.

(красный цвет маркера – засушливый год, синий - многоводный, зеленый – средневодный)

Рисунок – Многолетняя динамика (1995-2015 гг.) запасов цист артемии в рассматриваемом регионе (Тюменская, Челябинская, Курганская, Омская, Новосибирская области) по 31 водоему, выраженная через отношение фактических запасов к среднемноголетним в %

ВЫВОД, если в выдаче РОВ по конкретным озерам основываться только на среднемноголетних показателях, то реальный запас может отличаться на несколько порядков. Т.о., если не учитывать текущее состояние запасов, можно значительно подорвать их перезаготовкой, или недоиспользовать их в случае высокой продуктивности водоема в конкретных условиях года. Поэтому предварительный прогноз РОВ, который выдается с годичной заблаговременностью, может быть только ориентировочным и подтверждаться научными исследованиями накануне промысла в каждом водоеме. Кроме этого, схема: корректировка вылова при 70% освоении, не рациональна в отношении артемии, поскольку, запасы цист весьма нестабильны, разбросаны по многочисленным водоемам, исследовать их за короткий промежуток времени нереально.

История методики



1. Воронов П.М., к.б.н., Краснодарский филиал ВНИИПРХ, разработана в 1982 г., опубликована в **1986 г.**
2. Студеникина Т.Л., автореф.канд.биол.наук 1986;
Методика определения запасов артемии – статья в сборнике **1991 г.**
Биологическое обоснование правил заготовки биокормов водного происхождения –
статья в сборнике Водоемы Алтайского края в 1999 г.
3. Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброногого рачка *Artemia*, исполнителями коровых был коллектив авторов: Литвиненко А.И, Литвиненко Л.И., Соловов В.П., Ясюченя Т.Л.(Студеникина), Веснина Л.В. , **2002 г.**

Расчет общих запасов цист, прогноз РОВ

По Воронову П.М., 1986 г.

$$W = W_1 + W_2$$

W_1 – масса планктонных цист;

W_2 – масса цист в береговых выбросах

По Соловову В.П., Студеникиной Т.Л. (публикации 1986, 1991, 1999 гг.)

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

W_3 – масса цист в яйцевых мешках самок

Методические указания 2002 г.

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

W_4 – масса бентосных цист

Прогноз РОВ – по среднегодовым показателям продуктивности

Экспериментальная методика: промысел без ограничений, но с созданием страхового запаса, обеспечивающего уровень воспроизводства на следующий сезон.

Методические указания 2013 г.

W_3 - расчет с учетом всех возрастных стадий рачков и их выживаемости

Прогноз РОВ – по 5 составляющим, включая как среднегодовые показатели

продуктивности, промысла, величины РОВ, так и данные предыдущего сезона.

Наши предложения к новой редакции МЕТОДИКИ

1. При расчете W_3 (масса цист в яйцевых мешках самок) для потенциальной продукции цист ввести понижающий коэффициент по солености
2. Выделить разделы
 - для мелководных водоемов,
 - для глубоководных водоемов,
 - для залива Сиваш
3. Увеличить процент изъятия
 - на мелководных водоемах до 50-70% на малых, средних и крупных водоемах, соответственно,
 - на глубоководном водоеме (Б.Яровое) до 80%.

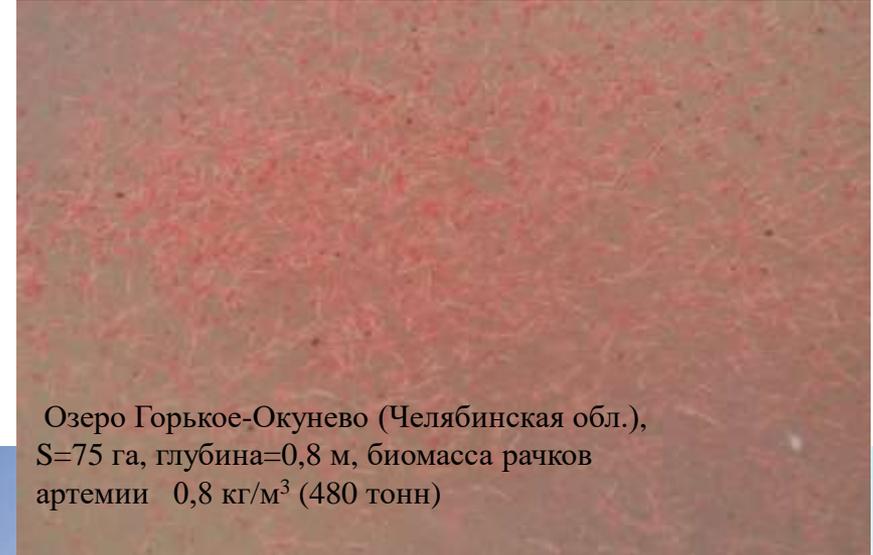
Альтернативная методика для апробации

- Определить минимальный уровень цист в каждом водоеме для воспроизводства
- Разрешить к промыслу весь запас цист, превышающий этот минимальный уровень
- $POB = \text{Общий запас (} W \text{)} - \text{Запас минимальный (} W_{\min} \text{)}$

Летние береговые выбросы цист



Мониторинг гипергалинных водоемов



Озеро Горькое-Окунево (Челябинская обл.),
S=75 га, глубина=0,8 м, биомасса рачков
артемии $0,8 \text{ кг/м}^3$ (480 тонн)

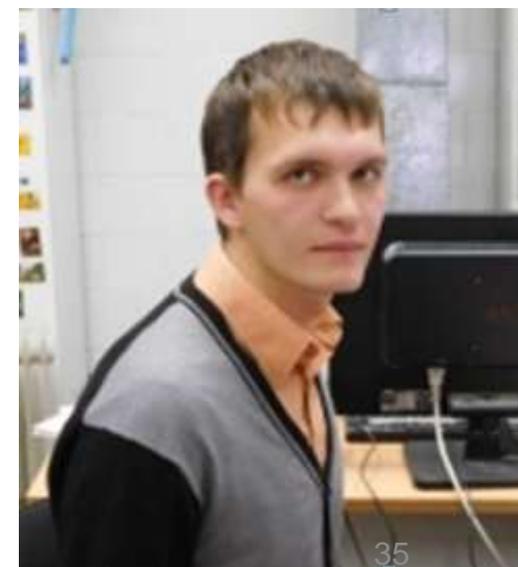




Озеро Эбейты



ОТДЕЛ ПРОМЫСЛОВЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ФГБНУ Госрыбцентр



Коллекция цист артемии из разных водоемов
Урала и Западной Сибири,
ближнего и дальнего зарубежья за 2008-2017 гг.



Сбор урожая цист на Great Salt Lake (США, штат Юта)



Некоторые моменты полевых исследований



Благодарю за внимание!

Ваши вопросы???



litvinenko_li@mail.ru