



Всероссийской конференции  
Морская биология в 21 веке:

биология развития, молекулярная и клеточная биология, биотехнология морских  
организмов

(памяти академика Владимира Леонидовича Касьянова)

г. Владивосток, 12-15 сентября 2023 г.

# Применение молекулярно-генетических исследований в аквакультуре на примере камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*



**Бондарь Е.И., Батищева Н.М., Гончаров Н.В.**

*Национальный научный центр морской биологии им. А. В. Жирмунского  
Дальневосточного отделения Российской академии наук*

*Владивосток, Пальчевского 17, 690041*



# Аквакультура

- Пастбищная
- Прудовая
- Индустриальная
- Марикультура
- Рекреационная
- Искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов



За первый квартал 2023 года объем производства продукции товарной аквакультуры превысил 181,4 тыс. тонн.

Дальневосточный федеральный округ- в 1 квартале 2023 году выращено 62,5 тысяч тонн товарной продукции аквакультуры



# Объекты аквакультуры

(По данным Федеральное агентство по рыболовству за I квартал 2023 года)

- Лососевые - 70,1 тыс. тонн
- Осетровые - 2,8 тыс. тонн
- Сиговые - 284 тонн
- Карповые - 212 тонн
- Окуневые - 212 тонн



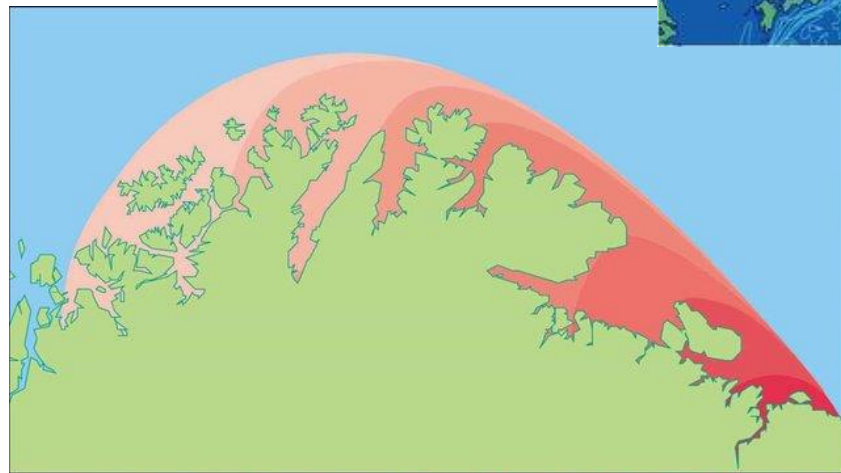
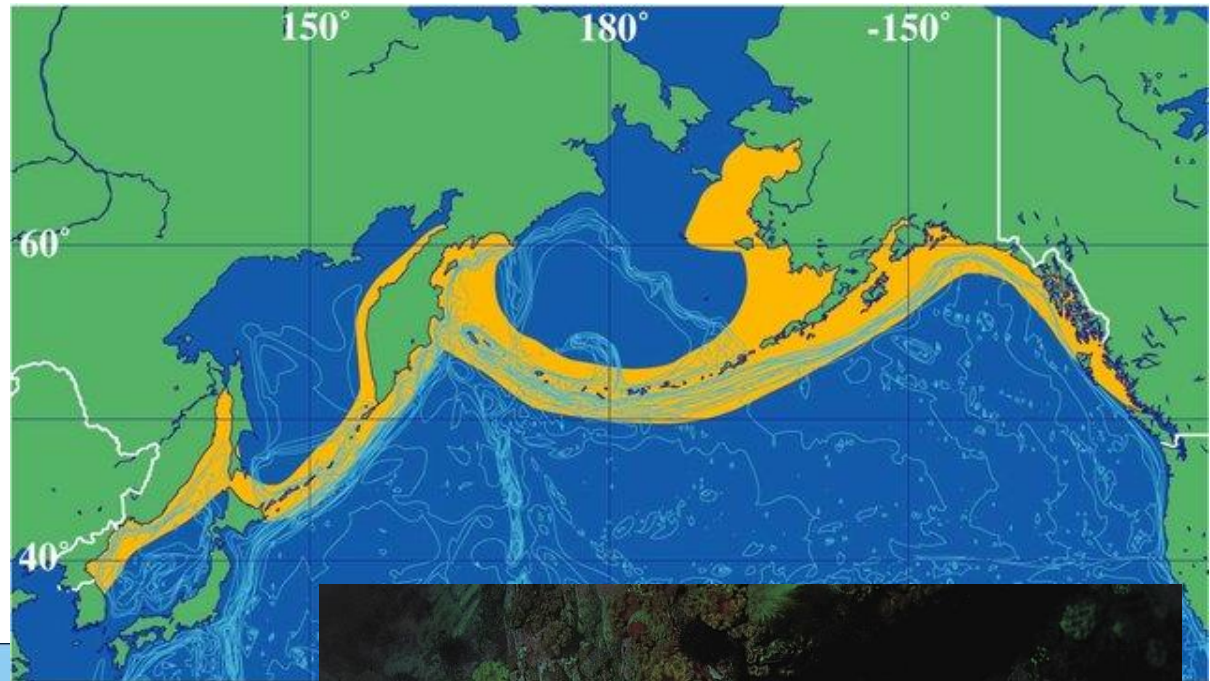
- Ценные морепродукты (устрицы, мидии, гребешки и другие моллюски и иглокожие) - 63,2 тыс. тонн





# Распространение Камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815)

Общей допустимый объем добычи камчатского краба в России на 2023 год установлен в размере 28 777 тонн, из которых 16 087 тонн приходится на Дальний Восток.

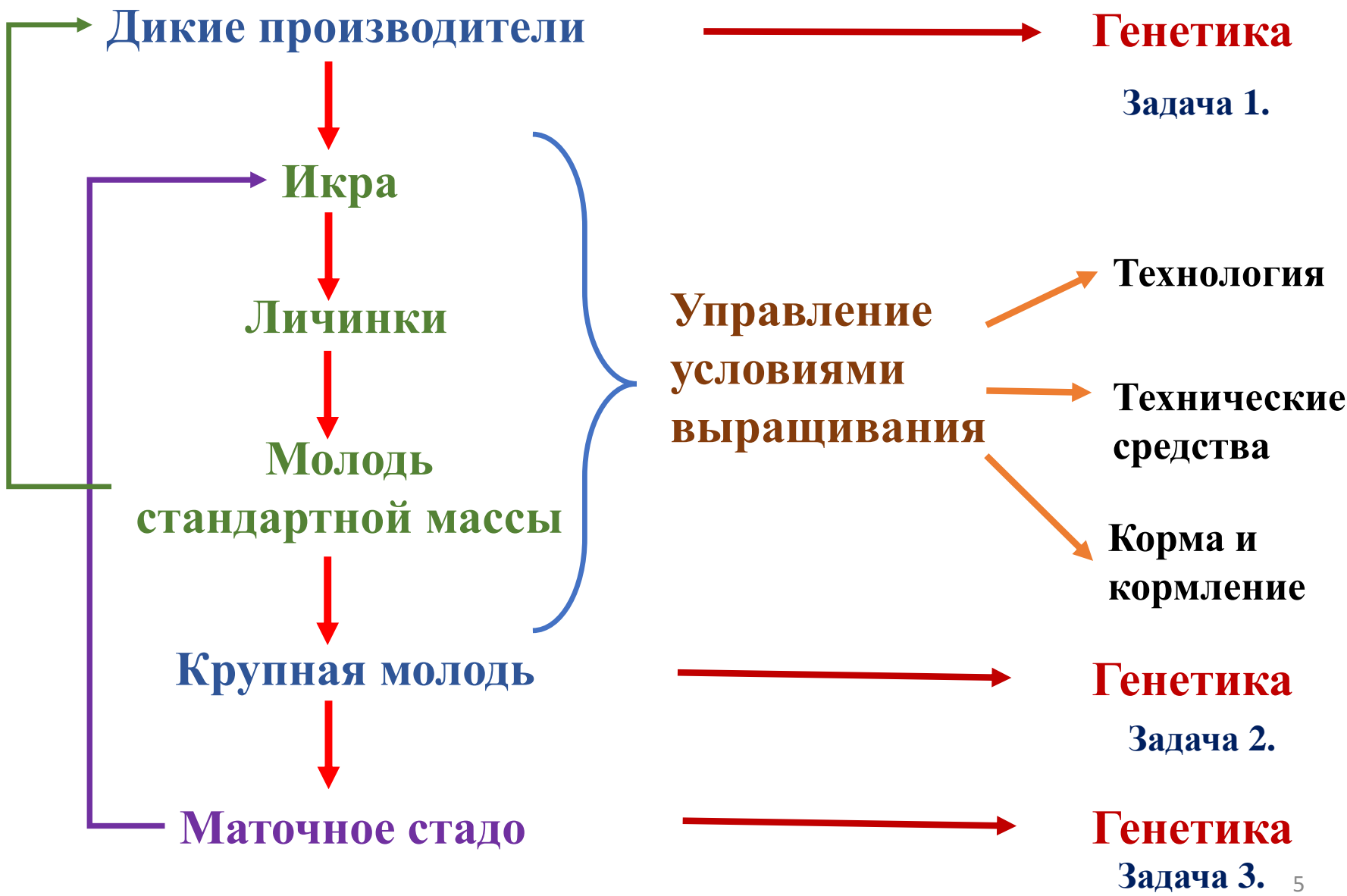


2001 2000 1999 1995-97 1992 1990 1961-69

Jorgensen, Lis & Manushin, Igor & Sundet, Jan & Birkely, S.-R. (2005). The intentional introduction of the marine red king crab *Paralithodes camtschaticus* into the Southern Barents Sea.



# Процесс искусственного воспроизведения



# Процесс искусственного воспроизведения



# Подбор генетического маркера в аквакультуре

**Вариабильность** **Трудозатратность** **Стоимость**

|                             | Аллозимные маркеры | AFLP | микросателлиты | SNP | Секвенирование ядерных генов | хлДНК и мтДНК |
|-----------------------------|--------------------|------|----------------|-----|------------------------------|---------------|
| Определение особи           | +                  | ++   | +++            | +   | -                            | +             |
| Генетическая изменчивость   | ++                 | +    | +++            | ++  | +                            | -             |
| Генетическая дифференциация | ++                 | +    | +++            | +++ | ++                           | ++            |
| Поток генов (миграция)      | +                  | +    | +++            | ++  | +                            | +             |
| Филогеография               | +                  | +    | ++             | ++  | +++                          | +++           |
| Гибридизация                | ++                 | ++   | ++             | +++ | +++                          | +++           |
| Трудозатратность            | ++                 | +    | +              | +++ | +++                          | +++           |
| Стоимость                   | +                  | +    | ++             | +++ | +++                          | +++           |



# Анализ микросателлитных локусов ядерной ДНК

- Видоспецифичные для камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*  
PCA100, PCA101, PCA103, PCA104, PCA107 (Seeb et al., 2002 )
- Разработанные для близкородственного голубого краба *Paralithodes platypus*  
LOCUS 29, LOCUS 35, LOCUS 44 (Stoutamore et al., 2012)



GenAlEx 6.5, MICRO-CHECKER v.2.2.3, GenePop 4.2, Arlequin ver. 3.5, Structure 2.3.4





## Задача 1.1.

# Оценить генетическое разнообразие природной популяции

Генетическая изменчивость самок камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* по 8 локусам микросателлитной ДНК

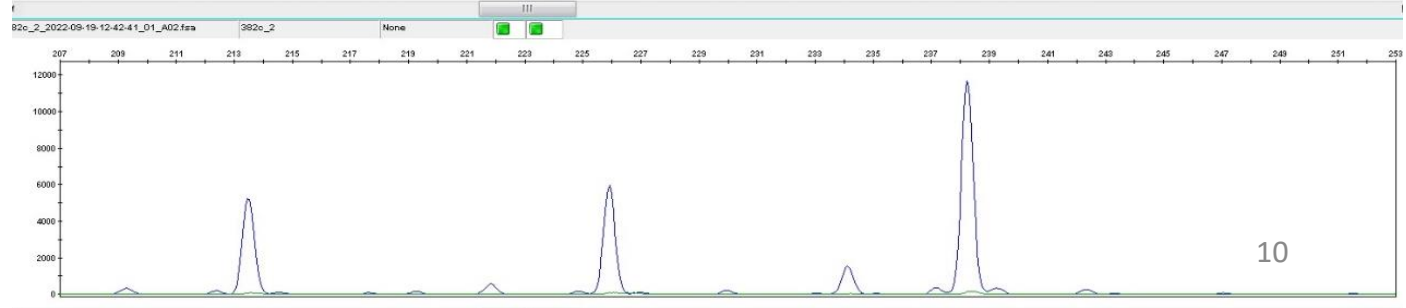
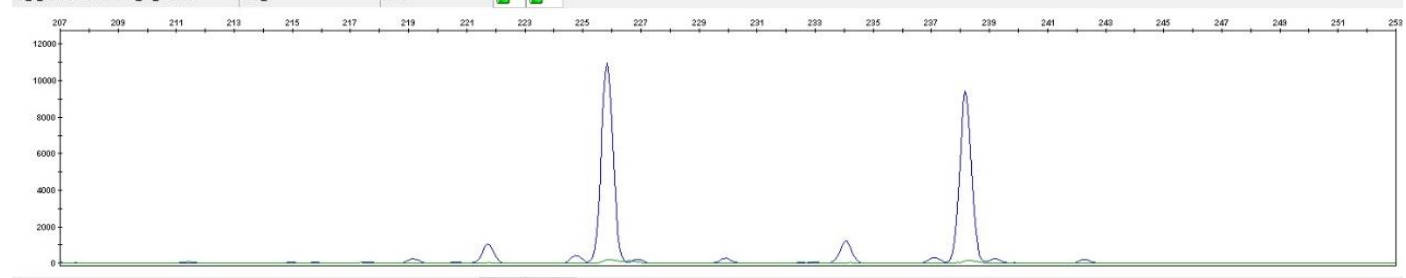
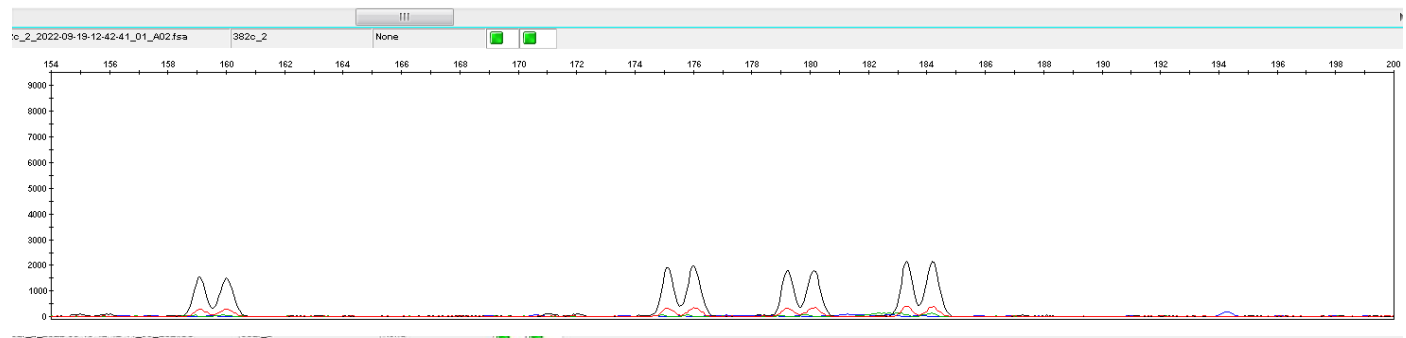
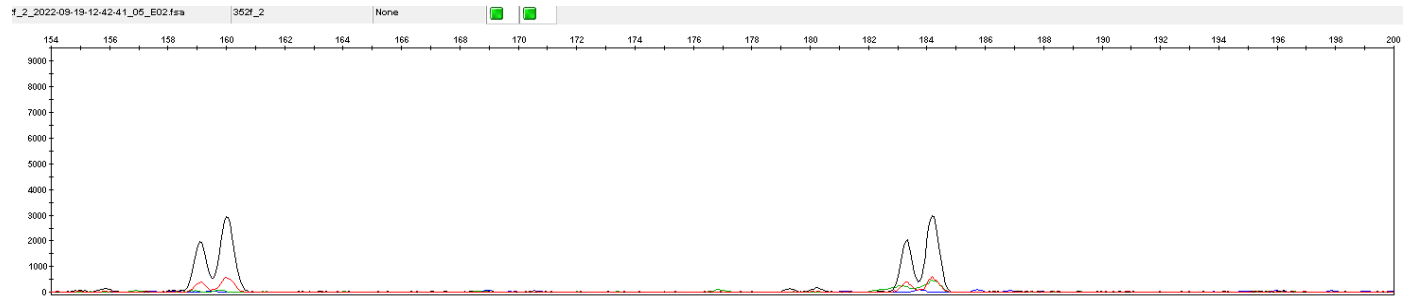
$N_a$  – число аллелей на локус,  $N_e$  – эффективное число аллелей,  $I$  – информационный индекс Шеннона,  $H_o$  – наблюдаемая гетерозиготность,  $H_e$  – ожидаемая гетерозиготность

| Locus          | N            | $N_a$         | $N_e$        | I            | $H_o$        | $H_e$        |
|----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| P103           | 20           | 9,000         | 4,124        | 1,713        | 0,800        | 0,758        |
| P100           | 17           | 10,000        | 6,283        | 2,026        | 0,706        | 0,841        |
| L44            | 20           | 6,000         | 1,717        | 0,902        | 0,300        | 0,418        |
| L35            | 20           | 10,000        | 5,442        | 1,979        | 0,850        | 0,816        |
| P104           | 20           | 13,000        | 8,421        | 2,306        | 0,800        | 0,881        |
| P107           | 20           | 17,000        | 11,268       | 2,631        | 0,850        | 0,911        |
| P101           | 18           | 13,000        | 9,000        | 2,383        | 0,944        | 0,889        |
| L29            | 10           | 5,000         | 2,326        | 1,102        | 0,300        | 0,570        |
| <b>Среднее</b> | <b>18,12</b> | <b>10,375</b> | <b>6,072</b> | <b>1,880</b> | <b>0,694</b> | <b>0,760</b> |



# Задача 1.2. Выявить дополнительные факторы влияющие на генетические показатели потомства

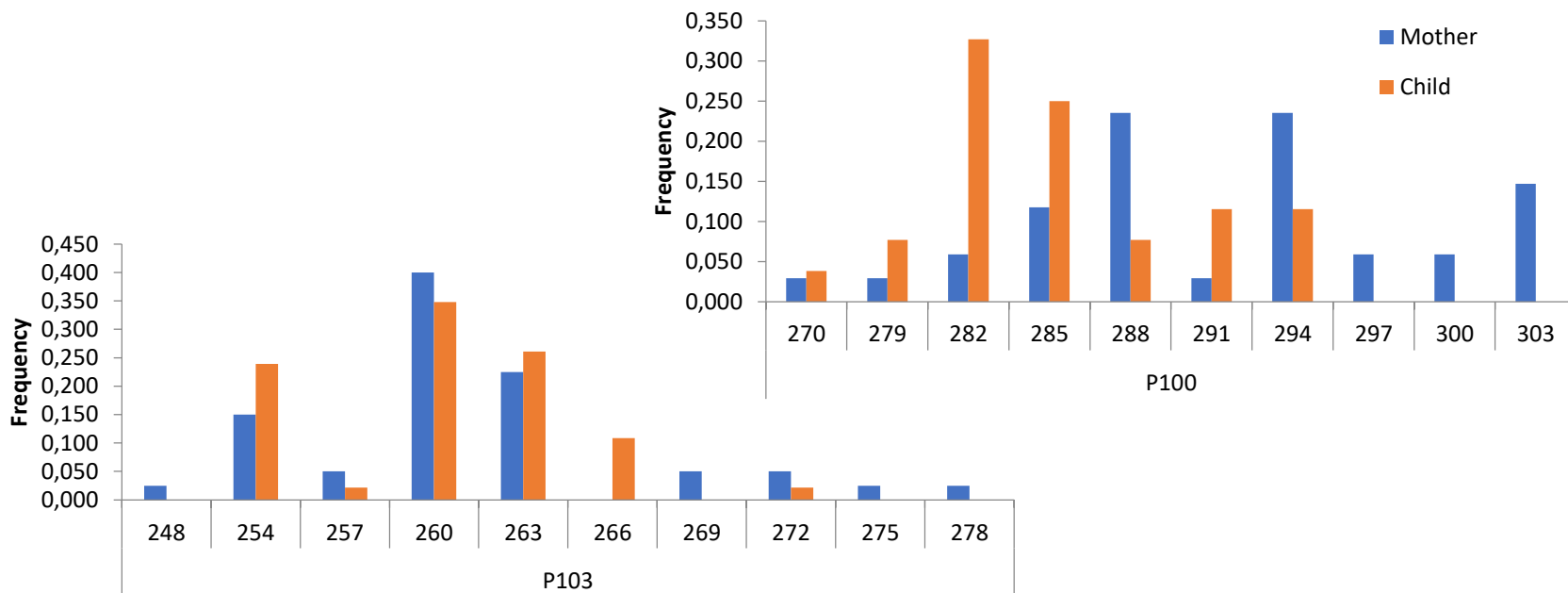
Результат  
фрагментного  
анализа особи  
352(сверху) и икры  
(снизу) по LOCUS35



Результат  
фрагментного  
анализа особи  
352(сверху) и икры  
(снизу) по PCA104



## Задача 2.1. Оценить генетическое разнообразие полученной искусственной популяции



Генетическая изменчивость потомства камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* по 4 локусам микросателлитной ДНК

| Locus          | N           | Na       | Ne           | I            | Ho           | He           |
|----------------|-------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| P103           | 23          | 6,000    | 3,861        | 1,468        | 0,826        | 0,741        |
| P100           | 26          | 7,000    | 4,777        | 1,730        | 0,692        | 0,791        |
| L44            | 31          | 3,000    | 1,395        | 0,550        | 0,226        | 0,283        |
| L35            | 26          | 8,000    | 2,840        | 1,390        | 0,731        | 0,648        |
| <b>Среднее</b> | <b>26,5</b> | <b>6</b> | <b>3,218</b> | <b>1,284</b> | <b>0,618</b> | <b>0,616</b> |

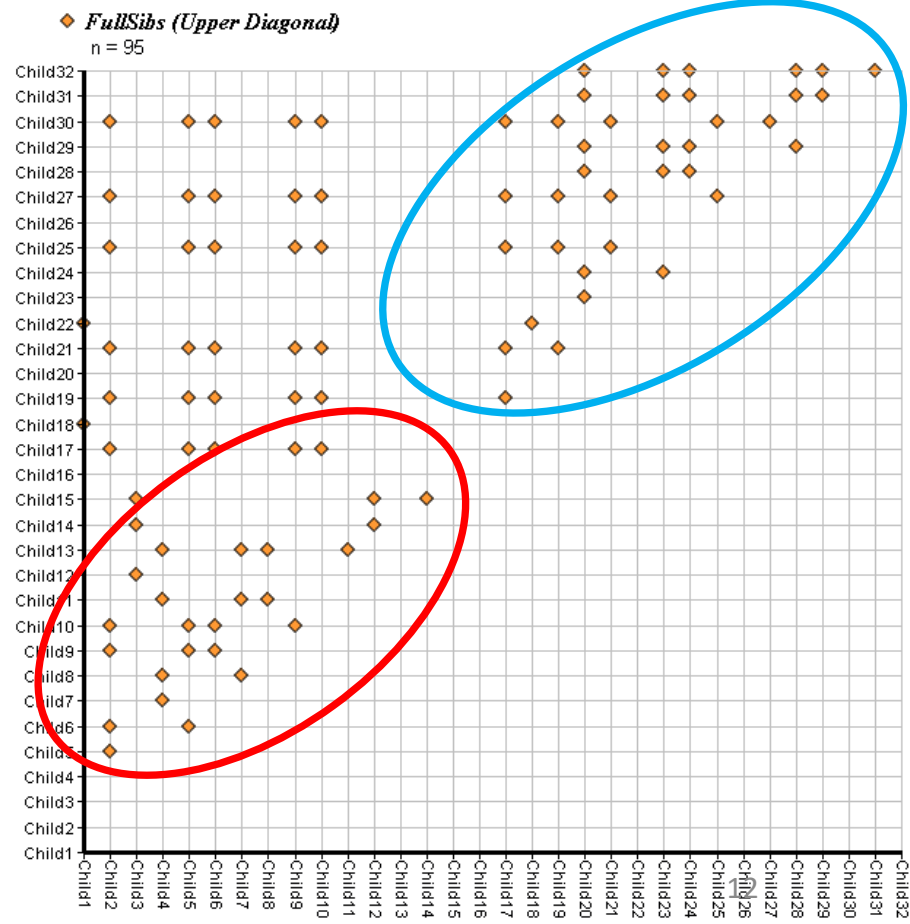
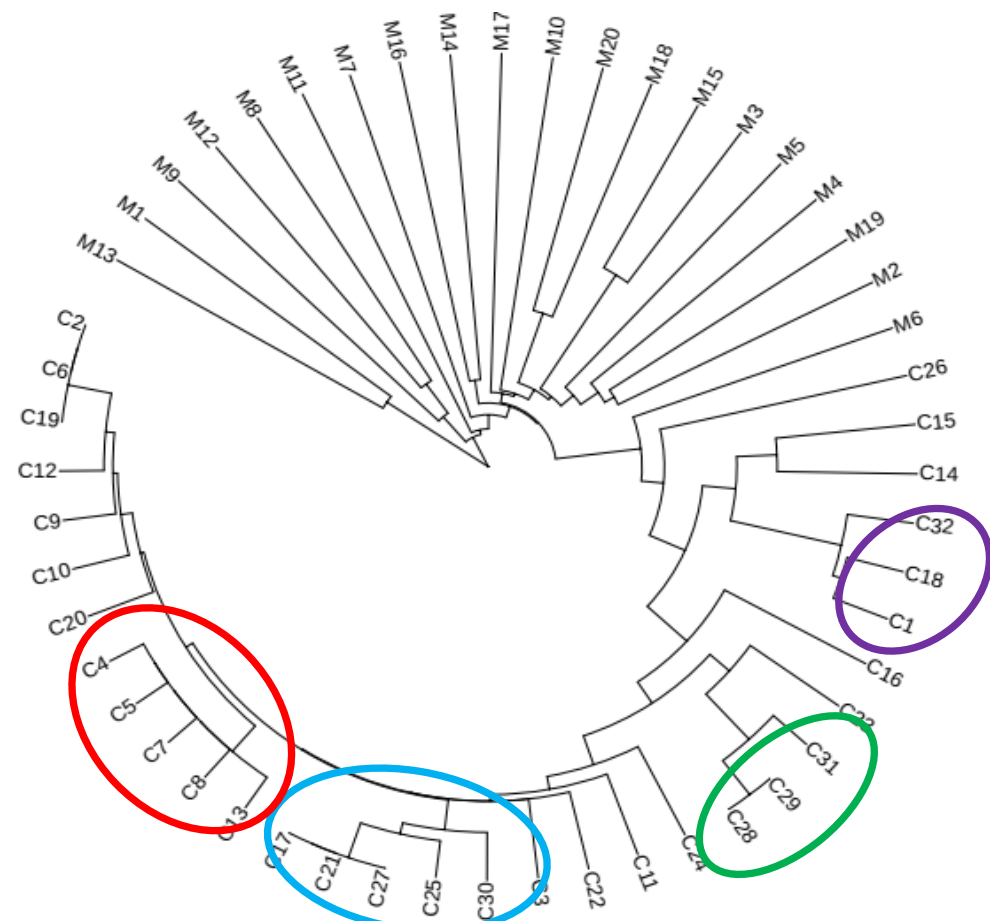
$N_a$  – число аллелей на локус,  $N_e$  – эффективное число аллелей,  $I$  – информационный индекс Шеннона,  $H_o$  – наблюдаемая гетерозиготность,  $H_e$  – ожидаемая гетерозиготность



# Задача 3.2. Идентифицировать потомство, полученное от самок

Анализ потомства камчатского краба с использованием NJ

Анализ потомства камчатского краба с использованием COLONY v2





# Выводы

- Генетическое разнообразие самок камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* находится в пределах характерных для данного вида
- Показано присутствие дополнительных аллелей, принадлежащих отцу и отсутствие множественного отцовства
- Генетический анализ потомства позволил установить принадлежность, искусственно выращенных особей, к определенной самке, что в дальнейшем поможет оценить продуктивность каждой самки



Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 21-74-30004 и ООО “Антей”.

# Спасибо за внимание

