

Сохранение лосося в век геномики

Робин Уейплс

Рыбохозяйственный
отдел NOAA, Сиэтл



Ключевые вопросы природоохраны

1. Какие единицы необходимо сохранить?
2. Каков их статус?

Иерархическая структура *O. mykiss*

Oncorhynchus mykiss

Oncorhynchus mykiss irideus

Орегонское побережье

«Группа по охране генов» средней
и северной части побережья

Бассейн реки Ампуа

Северная Ампуа

Жилая

Проходная

Летняя раса

Зимняя раса

Определение вида в законе США «О видах, находящихся под угрозой исчезновения»

Общепризнанные виды

Общепризнанные подвиды

Чёткие популяционные единицы (только у позвоночных)

Определение виду лосося Национальной морской рыбопромышленной службы

Отдельная популяционная единица должна быть эволюционно значимой (ЭЗЕ)

Два критерия эволюционной значимости

1. Значительная репродуктивная изоляция (обособленность)
2. Значимость для эволюционной преемственности вида в целом (отличие, уникальность)

Вымирание вида – перманентно, потому что оно представляет собой потерю генетического кода определённого организма

Изоляция

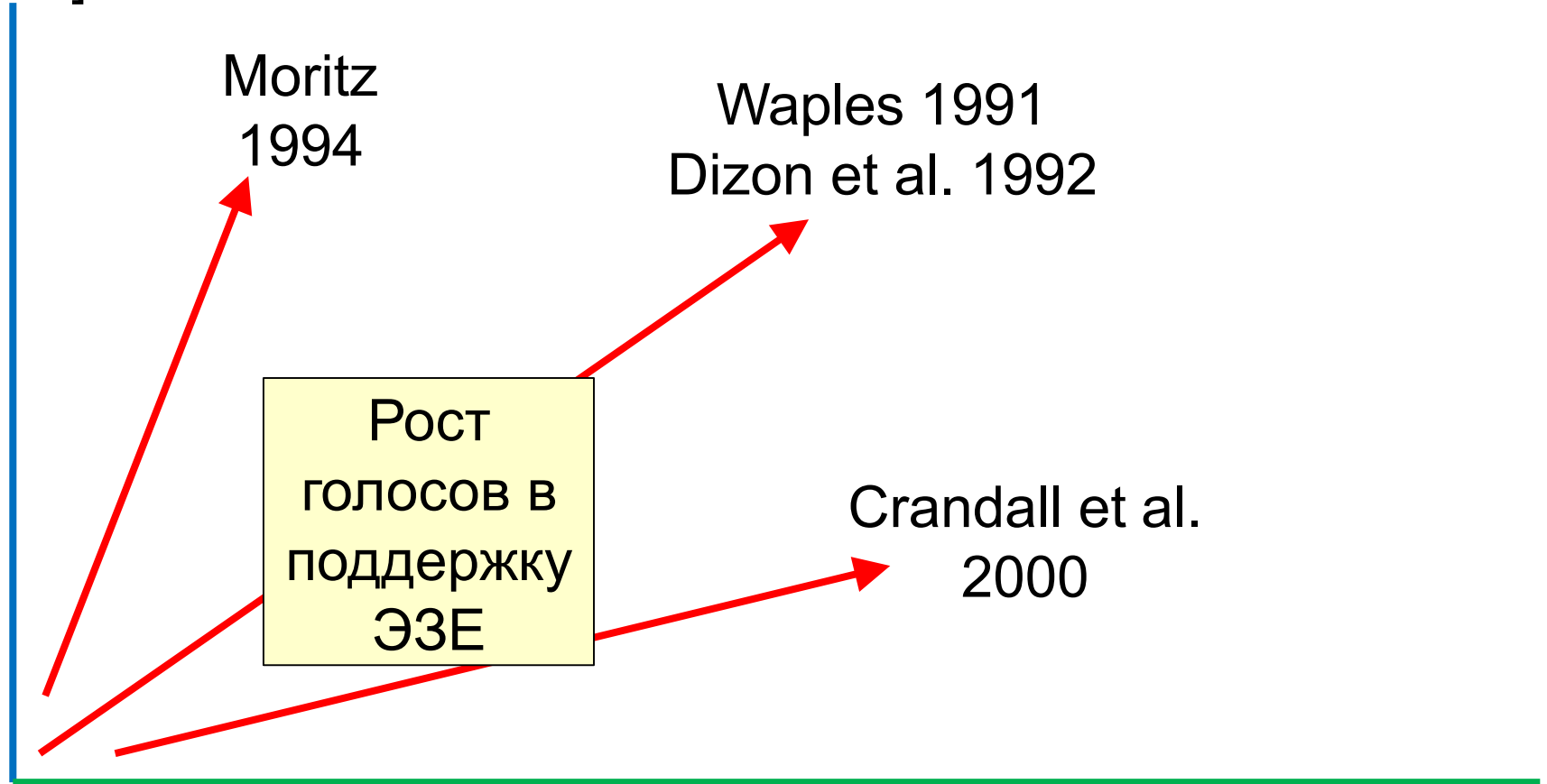
[молекулярная
генетика]

Адаптация

[Показатели адаптации,
особ. экология, онтогенез]

Изоляция

[молекулярная
генетика]



Адаптация

[Показатели адаптации,
особ. экология, онтогенез]

Разнообразие во времени половозрелой миграции

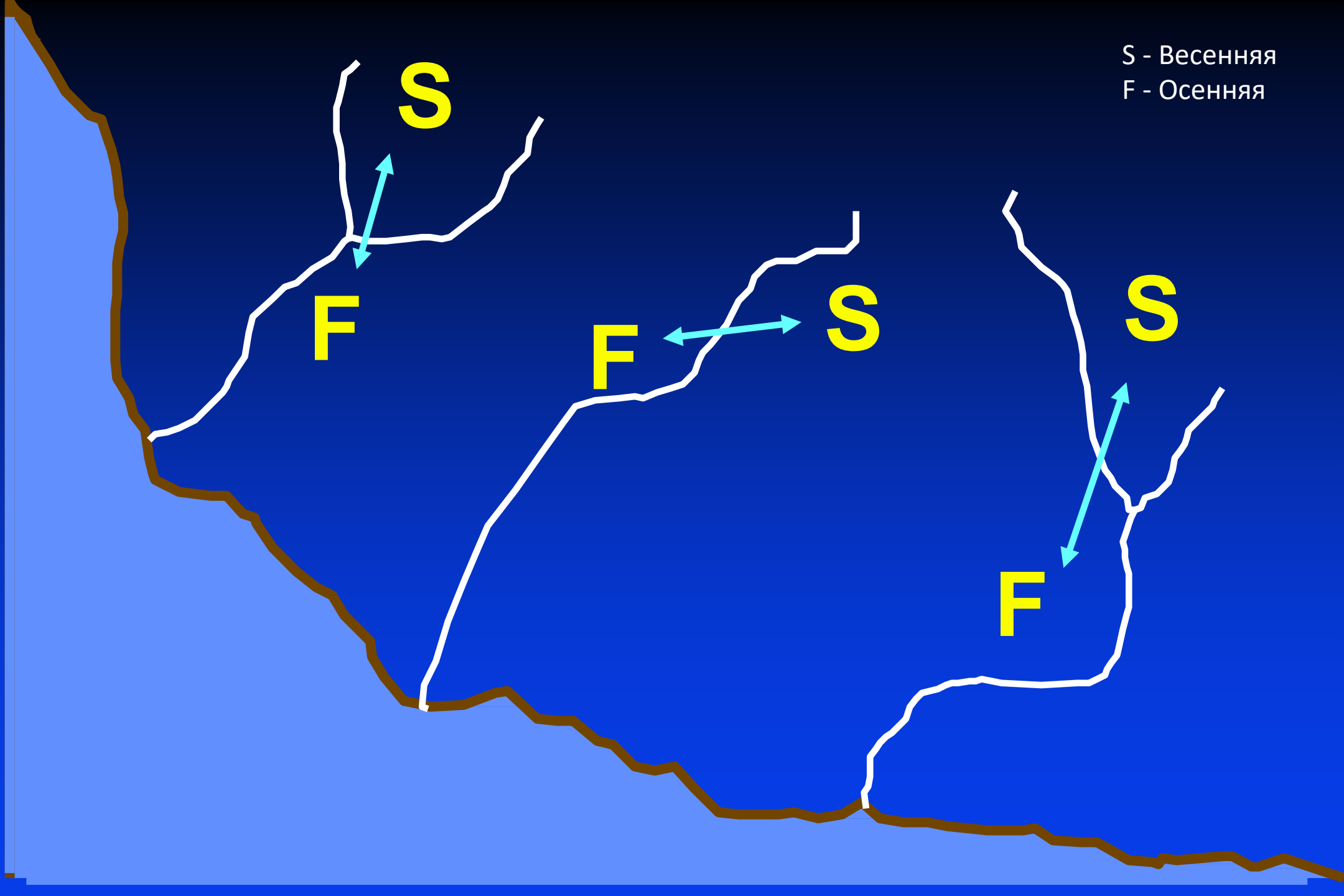
Речное созревание (т.н. речной тип, преждевременная миграция; весенняя раса чавычи & летний стальноголовый лосось)

Входят в пресную воду за несколько месяцев до нереста. Нерестятся в притоках верховья.

Морское созревание (т.н. морской тип, половозрелая миграция; осенняя раса чавычи & зимний стальноголовый)

Входят в пресную воду незадолго до нереста. Нерестятся в главных руслах или притоках низовья

S - Весенняя
F - Осенняя



Классическая парадигма количественных признаков в генетике

По большей части черты контролируются большим числом генов с малым действием

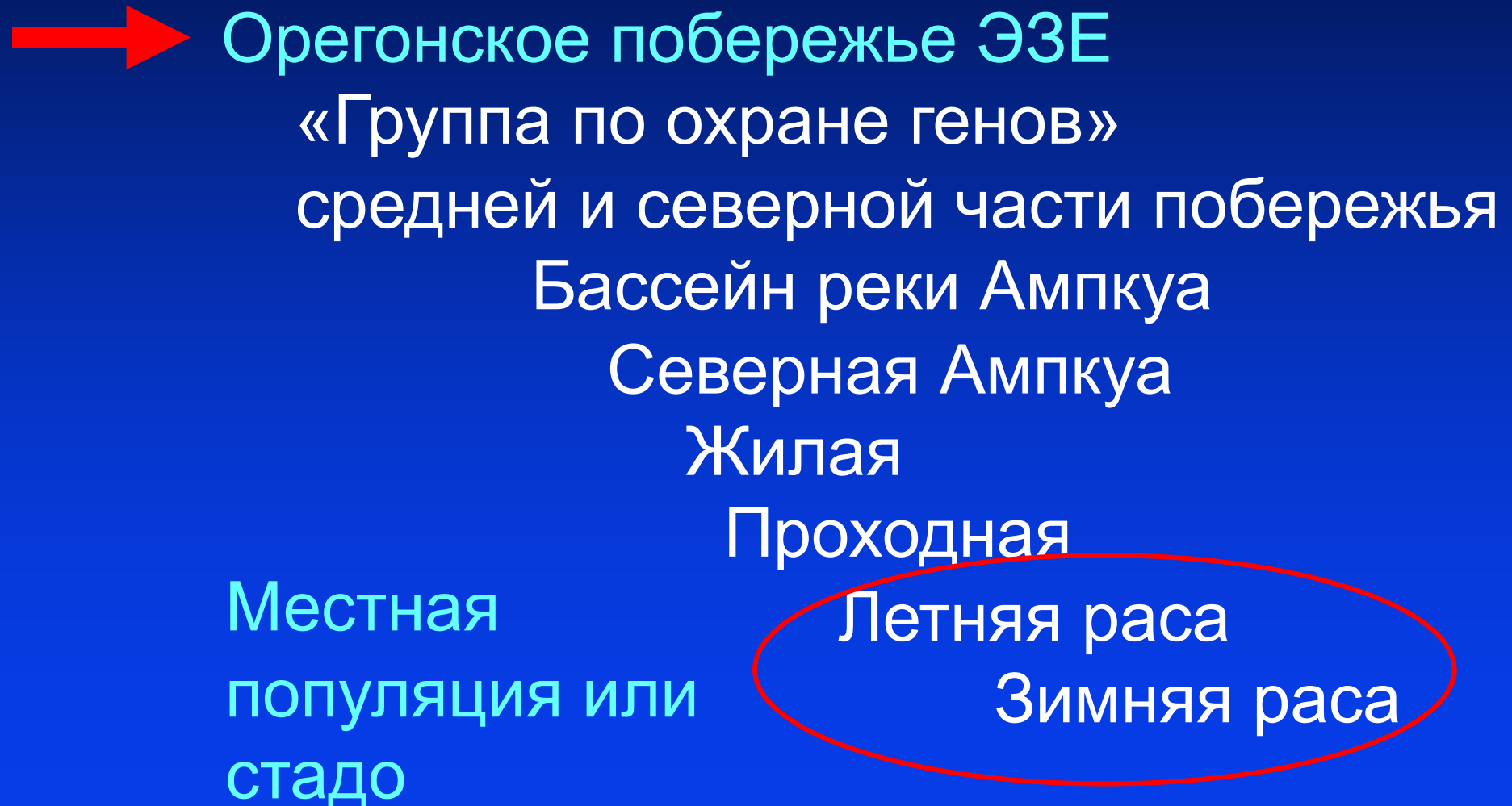
Пример: несколько тысяч генов влияют на рост у человека

Параллельная/конвергентная эволюция решает одну и ту же базовую задачу разным набором генов

Иерархическая структура *O. mykiss*

Oncorhynchus mykiss

Oncorhynchus mykiss irideus



Изоляция

[молекулярная
генетика]

Адаптация

Геномика?

The evolutionary basis of premature migration in Pacific salmon highlights the utility of genomics for informing conservation

Daniel J. Prince,^{1,2} Sean M. O'Rourke,^{1*} Tasha Q. Thompson,^{1*} Omar A. Ali,¹ Hannah S. Lyman,¹ Ismail K. Saglam,^{1,3} Thomas J. Hotaling,⁴ Adrian P. Spidle,⁵ Michael R. Miller^{1,2†}

Эволюционные причины преждевременной миграции у тихоокеанских лососей подчёркивают целесообразность использования геномов в качестве информационной основы природоохранных решений

Даниэль Д. Принс, Шон М. О'Рурке, Таша Томпсон, Омар А. Али, Ханна С. Лайман, Ишмаил К. Саглам, Томас Д. Хоталинг, Эдриан П. Спидл, Майкл Р. Миллер

>200тыс. однонуклеотидных полиморфизмов у
стальноголового; > 50тыс. - у чавычи

- 99.99% генов: то же самое
- Одна малая часть одного 1 хромосома: чёткое соотношение определённых аллелей и времени миграции

Возможные последствия

Традиционная парадигма: Если популяция с ранней миграцией будет потеряна, она может восстановиться через ~ столетие с помощью существующих популяций с поздней миграцией

Парадигма значительного генетического влияния: А что если восстановление популяции с ранней миграцией возможно только за счёт гена ранней миграции?

Genomics and conservation units: The genetic basis of adult migration timing in Pacific salmonids

Уейплс и Линдли

Геномика и природоохранные единицы: генетические основы времени половозрелой миграции у тихоокеанского лосося

Ключевые вопросы

Каково распределение генетических вариантов в пространстве и времени?

Ассоциация \neq причина и следствие

Доминантность? Каков фенотип гетерозигот?

Взаимодействие ген и окружающей среды?

Одна или несколько мутаций привели к появлению гена ранней миграции? Насколько типичны гены с сильным влиянием подобные этому?

Какие меры уже существуют для защиты разнообразия онтогенеза?

Закон США «Об исчезающих видах» (ESA)

Исчезающие виды:

Под угрозой исчезновения...

Уязвимые виды:

Могут стать исчезающими в обозримом будущем ...

Два возможных сценария охраны

Весенняя чавыча реки Кламат является эволюционно значимой единицей (ЭЗЕ)

- А как насчёт остальных 99.99% генов?
- Что если обнаружатся другие сильные гены?

Весенняя чавыча реки Кламат охраняется как часть более крупной ЭЗЕ реки Кламат

- Может быть необходимо брать под охрану всю ЭЗЕ
- Кто сохранит гены, необходимые для воспроизводства фенотипа весенней расы?

ЖИЗНЕСТОЙКИЕ ЛОСОСЁВЫЕ ПОПУЛЯЦИИ

- Определить структуру популяций внутри экол. значимых единиц
- Оценить жизнестойкость популяций
 - Численность
 - Продуктивность
 - Структура распространения
 - Разнообразие (с т.з. генетики и онтогенеза)
- Оценить жизнестойкость ЭЗЕ

Иерархический критерий жизнестойкости

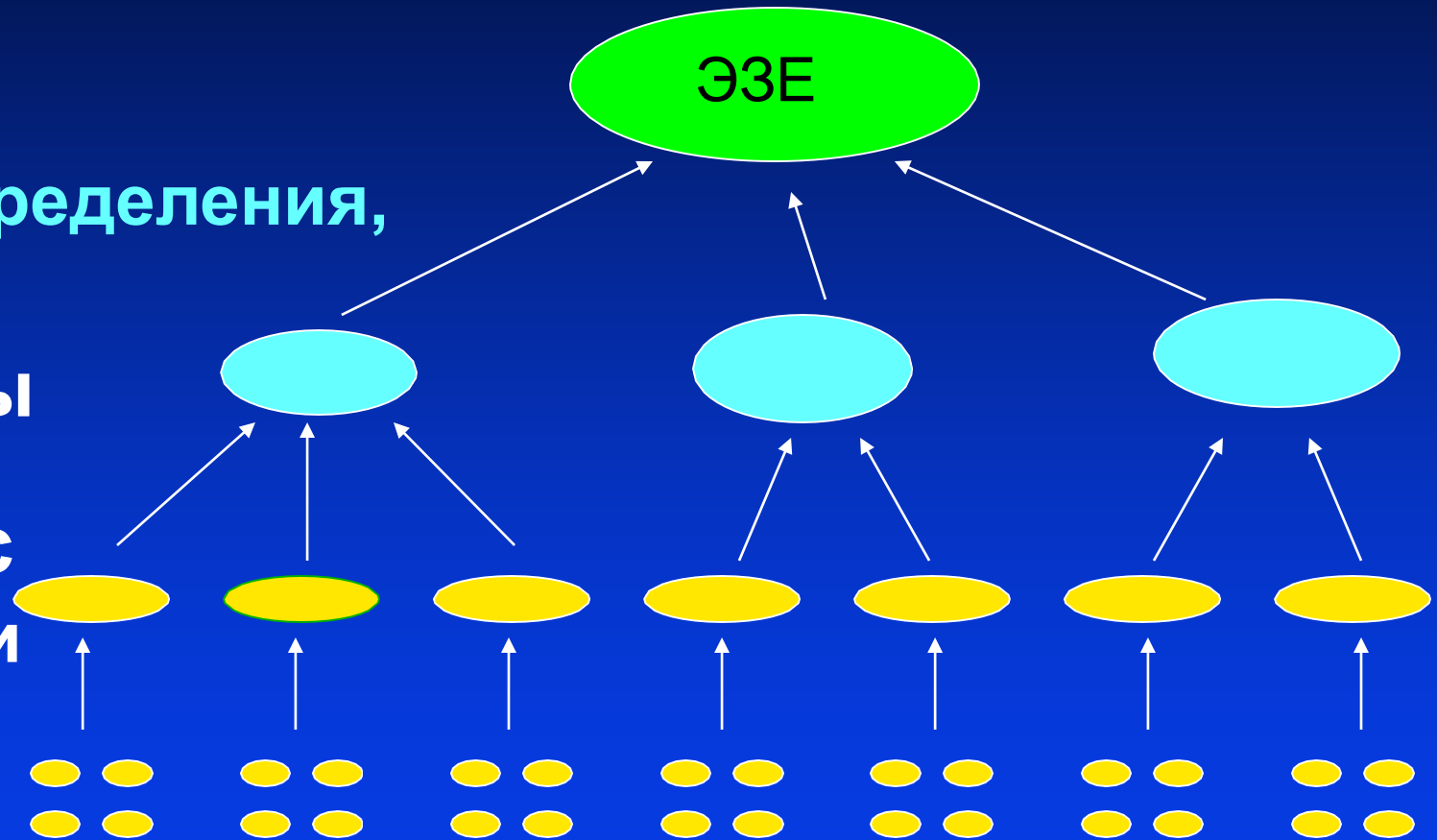
Статус ЭЗЕ

структура распределения,
разнообразие

Статус страты

Попул. статус

Характеристики
популяции



числ., продукт., структура
распределения, разнообразие

Но ...

Если а) фенотип весенней миграции
потерян на местном уровне

И б) способность восстановить
чавычу весенней расы

зависит от внедрения особей,

тогда проведение оценки риска для
каждого ЭЗЕ в отдельности может
быть недостаточным.