

# Биологические особенности объектов аквакультуры как руководство к практическим действиям



*Кафедра аквакультуры и экологии  
ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»  
к.б.н., Купинский С.Б.*



# ▣ Основания для успешного осуществления аквакультуры

Составные элементы традиционной аквакультуры:

**ВОДОЕМ - РЫБА – ЧЕЛОВЕК.**



Условие успешного функционирования предприятий аквакультуры является обеспечение оптимального взаимодействия всех указанных выше элементов. Метод оптимизации – правильная управленческая деятельность, включающая совокупное использование правовых, экономических и технологических решений на каждом этапе реализации поставленных задач.

## ▣ **КЛЮЧ К УСПЕХУ**

- ▣ - планирование и осуществление производственной деятельности
  - ▣ с учетом свойств и биологических особенностей
  - ▣ культивируемых объектов

# ▣ Биологические особенности

## ▣ объектов аквакультуры (определение и его следствия)

Возможны различные **определения** понятия «биологические особенности» (БО).

Одно из наиболее распространенных: **БО – это уникальные морфологические, анатомические и физиологические свойства и качества объекта как биологического вида**, которые определяют его распространение по всей Земле, а также уровень его развития.

Более значимым представляется другое определение понятия БО, а именно: **БО – это исторически сложившиеся взаимоотношения т.е. Закономерные связи, биологического объекта с окружающей средой.**

Иными словами – биологические особенности обладают чертами природных законов.

**ЗАКОН ПРИРОДЫ – ЭТО НЕОБХОДИМАЯ, СУЩЕСТВЕННАЯ, УСТОЙЧИВАЯ И ПОВТОРЯЮЩАЯСЯ СВЯЗЬ (ОТНОШЕНИЕ) МЕЖДУ ОБЪЕКТАМИ И ЯВЛЕНИЯМИ ПРИРОДЫ.**

Исключительно важными являются **следствия**, вытекающие из закономерного характера биологических особенностей рыб. Главные из них:

- Четкая связь между внешними (морфологическими) признаками рыб и их требованиями к условиям обитания;
- Наличие устойчивых количественных параметров для протекающих в организме рыбы физиологических процессов при тех или иных сочетаниях факторов внешней среды, а также наличие абсолютных пределов их протекания в оптимальных условиях, например, абсолютный предел для скорости роста рыб.

Эти устойчивые связи позволяют планировать производственный процесс, прогнозировать последствия тех или иных рыбоводных операций, проводить количественный анализ результатов.

## **Важное утверждение!**

**Учет биологических особенностей рыб дает возможность предотвращать негативные последствия (ухудшение физиологического состояния культивируемых объектов) при осуществлении тех или иных рыбоводных операций.**

# Основные формы рыбоводства



Каждая форма рыбоводства характеризуется своими особыми условиями обитания, специфическим набором факторов внешней среды и требует учета этих особенностей при культивировании рыб.

# Объекты культивирования

## Карповые рыбы

В водоемах России карповые рыбы представлены широким рядом родов, объединенных

в несколько групп:

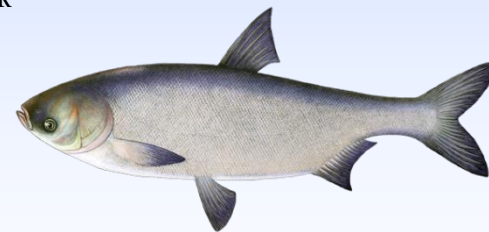
### Группа лещевые и чехоневые:

- черnobровка
- быстрянка
- уклейка
- шемая
- густера
- рыбец
- лещ (синец, белоглазка)
- амурский лещ
- амурский уклея
- верхогляд
- сунгарик
- востробрюшка
- чехонь



### Группа карповые:

- карась (золотой и серебрянный)
- карп (сазан)



### Группа толстолобиковые:

- пестрый толстолобик
- белый толстолобик

### Группа пескаревых:

- пескарь
- ханкайский пескарь
- пескарь-губачь
- чебаковидный пескарь
- лжепескарь
- носатый пескарь
- ящерный пескарь
- владиславия
- пескарь-лень
- псевдорасбора
- восьмиусый пескарь

### Группа желтошековые:

- желтощек

### Группа усачевых:

- усач
- конь
- храмуля



### Группа горчаковых:

- горчак
- золотистый горчак
- амурский горчак



### Группа ельцовых:

- плотва (плотва, тарань, вобла, вырезуб, кутум)
- алтайские османы
- белый амур
- черный амур
- елец (елец, голавль, язь, угай)
- верховка
- голяны
- красноперка
- жерех
- красноперый жерех
- трогеуб
- линь



### Группа подусто:

- подуст
- амурский подуст
- горбатый подуст



# Использование карповых рыб в различных формах аквакультуры РФ

## Товарное рыбоводство:

- ▣ **пастбищное** – разные виды карповых (сазан, лещ, вобла, тарань, плотва, язь, РЯР, шемая, рыбец, жерех, язь, укляя и др.), нерестово-выростные хозяйства (НВХ)

- ▣ **прудовое** (каarp и РЯР),

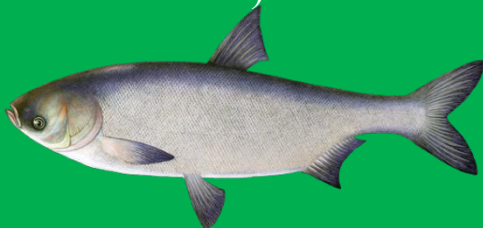
- ▣ **индустриальное** (карповые редко – но! Ранняя молодь карпа, кои),

- ▣ **Декоративно-ландшафтное** (карп-кои, золотая рыбка)

- ▣ **Аквариумное** (золотая рыбка, барбусы, данио, лабео и др.)

- ▣ **Рекреационное** (каarp=сазан, карась, лещ, плотва, язь)

- ▣ **Р/х мелиорация водоемов (экологическое)** (белый амур, толстолобики)



# Биологические особенности и значение карповых рыб

## □ Особенности:

- - теплолюбивые, устойчивые к относительно низкому
  - содержанию кислорода;
- - экологическое разнообразие форм, в том числе с точки зрения особенностей питания (бентофаги, планктофаги, фитофаги) и размножения (фитофилы, литофилы, пелагофилы);
- - высокий темп роста;
- - крупные размеры многих видов;
- - наличие глоточных зубов, играющих важную роль в пищевом поведении карповых рыб к питанию различными видами кормов (растительностью, моллюсками и т.д.).

## □ Значение:

- - высокие пищевые качества многих видов
- - многочисленность, высокая биомасса популяций
- - преобладание в уловах в естественных водоемах
- - неприхотливость и возможность культивирования
- - возможность разнообразного использования в рамках товарного, пастбищного, декоративного и рекреационного рыбоводства



# Объекты культивирования

## Осетровые рыбы

В водоемах России культивируемые осетровые рыбы представлены следующими чистыми видами (и их гибридами):



Сибирский осетр  
(разных популяций)



Веслонос



Шип



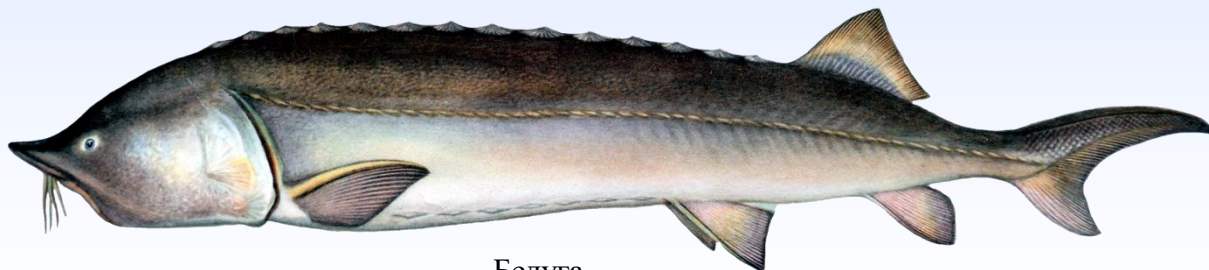
Русский осетр



Севрюга



Стерлядь



Белуга



# Биологические особенности и значение осетровых рыб

## □ Особенности:

- - относительно теплолюбивые;
- - имеют характерный внешний вид (ряды жучек, нижний рот, плоский живот) предполагающий преимущественно донный образ жизни;
- - отсутствие зубов (преимущественно мирные рыбы);
- - слабое зрение (ориентировка в пространстве и при питании
  - преимущественно за счет других органов чувств);
- - относительно высокий темп роста;
- - крупные размеры многих видов;
- - наличие проходных видов и разных экологических групп (яровые и озимые)
- - наличие большого числа специфических анатомических особенностей (хрящевой скелет, незамкнутые гонады у самок и наличие у них яйцевода).

## Значение:

- - высокие пищевые качества;
- - высокая стоимость товарной продукции (особенно икры);
- - объекты масштабного пастбищного и индустриального рыбоводства.

# Объекты культивирования

## Лососевые рыбы

В водоемах России культивируемые лососевые представлены следующими видами:



Радужная форель – главный объект Холодноводного товарного рыбоводства



Озерная форель



Атлантический лосось (семга и балтийский лосось)  
- Объекты пастбищного и товарного рыбоводства



Ручьевая форель



Сибирский таймень



Кумжа



Голец



Горбуша



Кета



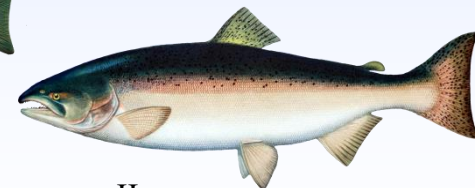
Сима



Кижуч



Нерка



Чавыча

Объекты пастбищного рыбоводства

# Биологические особенности и значение лососевых рыб

## ▣ Особенности:

- холодноводные рыбы;
- имеют прогонистое плотное тело с глубокопосаженной мелкой чешуей – достаточно устойчивы к механическим повреждениям;
- крупный конечный рот и наличие зубов;
- стайные хищные рыбы с широким спектром питания;
- на спине имеется жировой плавник;
- очень подвижны, способны к преодолению сильного течения и преград;
- ориентировка в пространстве и при питании преимущественно за счет органов зрения;
- высокая требовательность к содержанию кислорода в воде;
- достаточно высокий темп роста в оптимальных температурных условиях;
- наличие специфических анатомических особенностей, влияющих на характер рыбоводных операций при воспроизводстве (незамкнутые гонады у самок и отсутствие у них яйцевода);
- крупная неклеякая икра, развивается под галькой в темноте;
- преимущественно осенне-нерестующие литофилы

## Значение:

- высокие пищевые качества;
- высокая стоимость товарной продукции (особенно икры);
- объекты масштабного пастбищного и индустриального рыбоводства.

# Объекты культивирования

## Сиговые рыбы

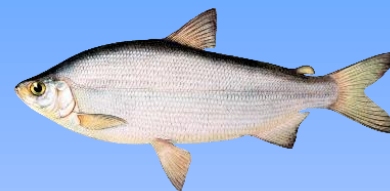
В водоемах России культивируемые сиговые представлены преимущественно следующими видами:



Байкальский омуль – самый массово воспроизводимый объект пастбищного рыбоводства



Ряпушка



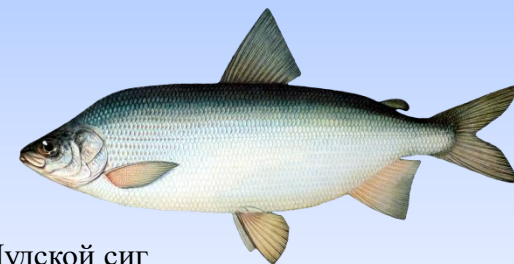
Пелядь объект пастбищного, прудового и садкового рыбоводства



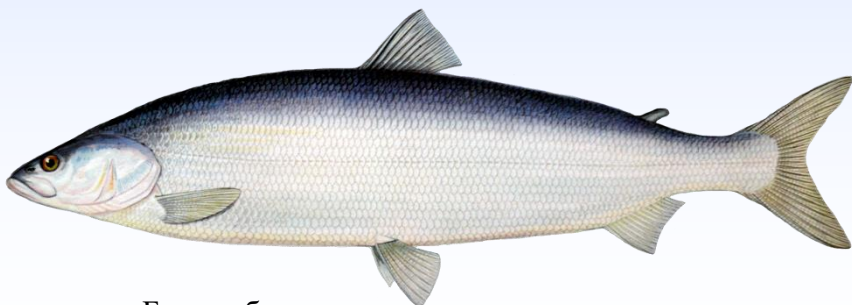
Озерный сиг-лудога



Муксун – объект пастбищного рыбоводства



Чудской сиг



Белорыбица



Нельма

# Биологические особенности и значение сиговых рыб

## ▣ Особенности:

- относительно холодолюбивые рыбы, устойчивые к повышенным температурам;
- относительно высокое и плоское тело с неглубоко сидящей крупной чешуей;
- небольшой беззубый рот, разнонаправленный у различных видов;
- стайные преимущественно мирные рыбы с широким спектром питания;
- на спине имеется жировой плавник;
- мышечные ткани имеют нежную структуру – рыбы с высокой подверженностью механическому травмированию;
- высоко чувствительны к изменениям внешних условий (течению, содержанию кислорода, качеству воды);
- ориентировка в пространстве и при питании преимущественно за счет органов зрения;
- высокая требовательность к содержанию кислорода в воде;
- высокий темп роста в оптимальных температурных условиях;
- некрупная слабосклеиваемая икра;
- исключительно осенне-нерестующие литофилы

## Значение:

- высокие пищевые качества;
- высокая стоимость товарной продукции (особенно икры);
- объекты масштабного пастбищного и индустриального рыбоводства.

# Рост рыб как главное технологическое свойство объекта труда в рыбоводстве

(для рыб всех групп и видов)

Выращивание рыбы (в любых водоемах) – это, по своей сути, создание условий для реализации рыбой природных способностей к росту.

**Несоответствие условий жизни рыбы ее потребностям – прямой путь к ухудшению ее физиологического состояния и создание предпосылок к возникновению заболеваний различной этиологии.**

В технологическом цикле выращивания рыбы знание её реальных возможностей к росту и требуемых для этого условий необходимо практически на всех этапах:

- При сборе информации – это знание границ возможного роста рыбы и степень влияния на него различных факторов;
- При планировании – расчет вариантов возможного роста (прогнозирование);
- В стадии принятия решения – оценка наиболее подходящего варианта из возможных;
- В начале работ - концентрация необходимых по качеству и количеству ресурсов (площади, корма и др.);
- В процессе осуществления выращивания - контроль роста (сравнительный анализ ожидаемого и фактического роста);
- После завершения работ необходим ретроспективный анализ состоявшегося роста рыб, выявление лимитирующих рост факторов, эффективности использования ресурсов, в целом - достижений и ошибок, принятие на этой основе корректирующих действий.

В управленческой деятельности руководителя

(взаимоотношении с подчиненными)

технологическая составляющая (подчинение законам природы)

наряду с авторитарной (подчинение приказам руководителя)

и бюрократической (подчинение должностным инструкциям)

также является одной из самых значимых.

**Вывод:**

**Успешное выращивание рыбы в значительной степени зависит от точного знания её ростовых возможностей и наличия инструментов для прогнозирования и оценки ее роста.**

# Особенности роста рыб как природного явления

**Рост – сложное природное явление**, зависящее как от внутренних (генетических), так и внешних (экологических) факторов. Может пониматься по-разному – линейный и весовой, групповой и индивидуальный. Точное **определение понятия роста** – не увеличение размеров, а **изменение размеров с течением времени** (не только увеличение размеров, но и уменьшение, например, массы).

**Главным свойством роста рыб считается его изменчивость**. Одна из причин – пойкилотермность рыб (изменение температуры тела вслед за изменением температуры воды).

При этом - **Рост рыб подчиняется строгим природным законам**.

**Лучше всего рост отображается цифрами**.

**Известно более двадцати количественных показателей роста (КПР)**. Фиксируют текущие размеры, скорость изменений и т.д.

**КПР по-разному меняются в онтогенезе**. Значения абсолютных показателей в онтогенезе растут, относительных показателей – падают.

**Для сравнительного анализа и прогнозирования роста пригодны не все КПР**.

Малопригодны те КПР, значения которых изменяются в онтогенезе.

**Наилучший показатель роста для прогнозирования – Км (общий продукционный коэффициент скорости массонакопления)**, входящий в состав стандартной модели массонакопления.

**Лучше всего отображает рост в динамике целом следующий комплекс КПР:  
РАЗМЕР+СКОРОСТЬ+УСКОРЕНИЕ**

# Предельные размеры, достигаемые некоторыми видами рыб

## КАРПОВЫЕ РЫБЫ

- елец (до 0,2кг),
- густера (до 0,4кг, редко до 1,2кг),
- белоглазка (до 1кг),
- подуст (до 1,6кг),
- рыбец (до 1,5кг),
- карась золотой (до 3кг),
- линь (до 2кг, редко до 7,5кг),
- вырезуб (до 8кг, )верхогляд (до 9кг),
- жерех (до 12кг),
- плотва (0,6-0,8кг, редко до 1,2кг),
- синец (до 1кг),
- шемая (до 1кг),
- красноперка (0,4-0,5кг, до 2кг),
- чехонь (до 3кг),
- голавль (до 4кг),
- язь (до 4кг, редко до 8кг),
- лещ (до 6кг, редко до 10кг),
- сазан (до 20кг, редко до 32кг),
- толстолобик белый (до 8-16кг)
- пестрый толстолобик (до 15-25кг, до 60кг)
- белый амур (до 35кг),
- черный амур (до 30кг),

## ОСЕТРОВЫЕ РЫБЫ

- белуга (до 1500кг),
- русский осетр (до 200кг),
- сибирский осетр (до 200кг)
- стерлядь (до 35кг),
- севрюга (до 50кг),
- веслонос (до 50кг),

## ЛОСОСЕВЫЕ РЫБЫ

- радужная форель (до 15 и более кг),
- атлантический лосось (до 35-50кг)
- горбуша (до 2,5-3кг),
- кета (до 5-6кг)
- чавыча (до 50 кг),
- нерка (до 5 кг),
- кижуч (до 5-6 кг),
- сима (до 6 кг),
- таймень (до 100кг)

## СИГОВЫЕ РЫБЫ

- байкальский омуль (до 1,5),
- пелядь (до 3-4кг),
- чир (до 6-7кг)
- муксун (до 5-6 кг),
- озерный сиг (до 5-6 кг).



# ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТИ МАССОНАКОПЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ВЫРАЩИВАНИЯ

Наилучшие показатели с точки зрения отображения производственных возможностей рыб – это скоростные показатели. Наилучшим с точки зрения стабильности в онтогенезе является показатель ПРЕДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ МАССОНАКОПЛЕНИЯ, входящий в состав стандартной модели массонакопления под названием – **генетический коэффициент скорости массонакопления – Кг**. Показывает абсолютный предел возможной скорости массонакопления. Является константой. Может использоваться как нормативная величина. Тесно связан с теплолюбивостью объекта. Конкретные значения Кг в предварительном порядке могут быть определены по степени теплолюбивости рыбы.

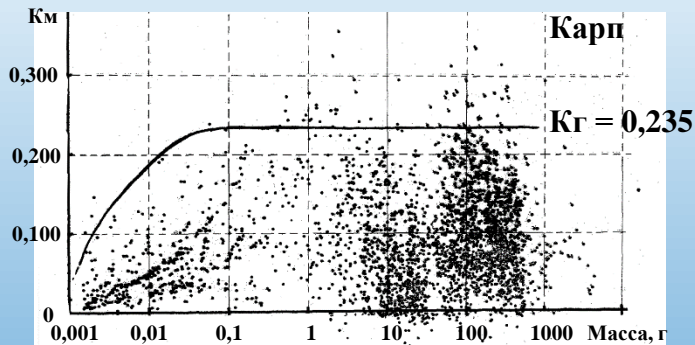
Ориентировочные значения Кг различных видов рыб в порядке возрастания их общей теплолюбивости

Схема зависимости генетических коэффициентов скорости массонакопления различных видов рыб от их теплолюбивости



Вид рыбы	Кг	Вид рыбы	Кг
Семга	0,074	Лещ	0,151
Радужная форель	<b>0,087</b>	Осетр сибирский	0,190
Сиг волховский	0,114	Буффало большеротый	0,190
Кубенская нельма	0,115	Бестер	0,190
Окунь	0,129	Пестрый толстолобик	0,195
Щука	0,134	Белый толстолобик	0,214
Пелядь	0,136	Карп	<b>0,235</b>
Омуль байкальский	0,138	Белый амур	0,240

# МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ $K_{\Gamma}$



## Способы представления массивов

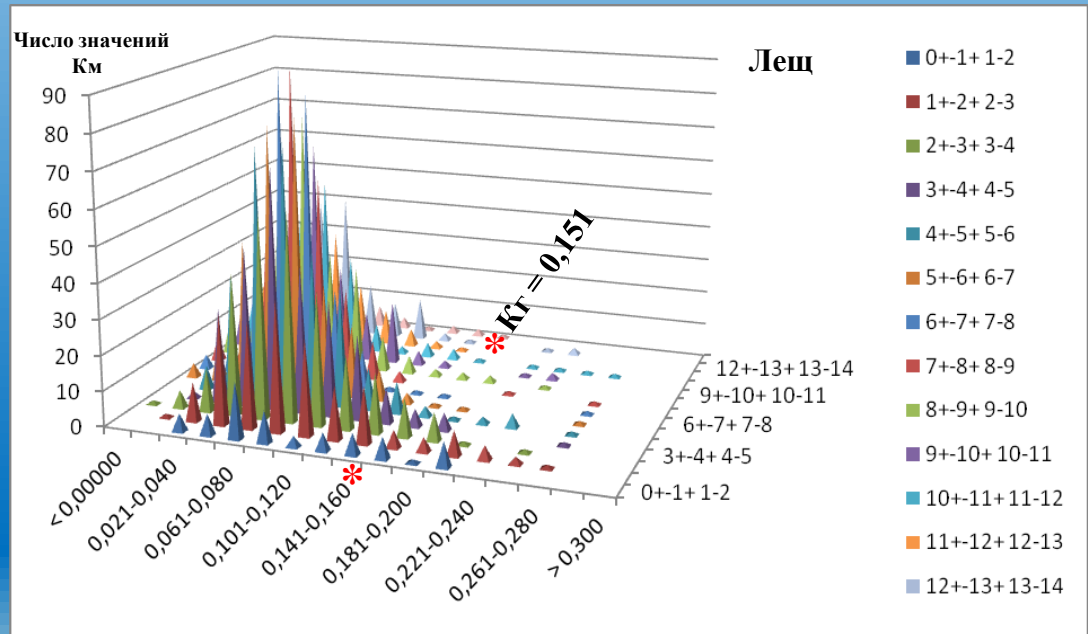
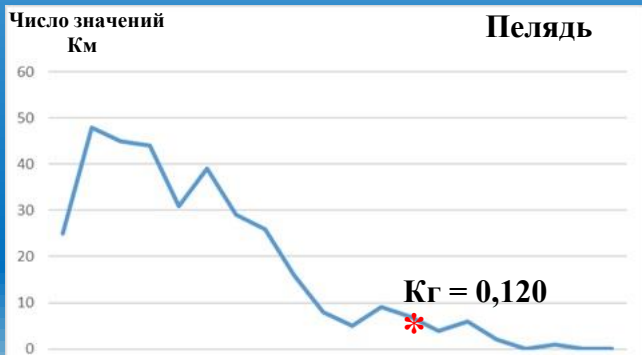
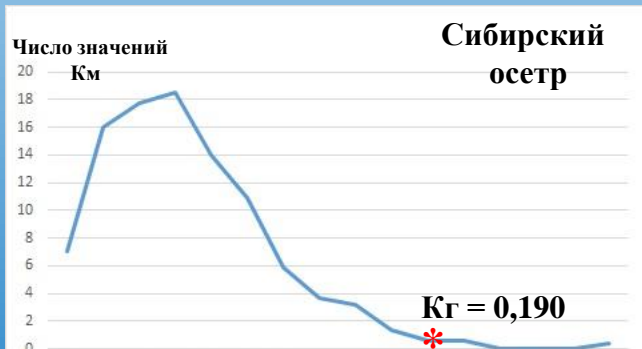
### данных по скорости массонакопления

Скорость массонакопления зависит от большого числа внутренних и внешних факторов.

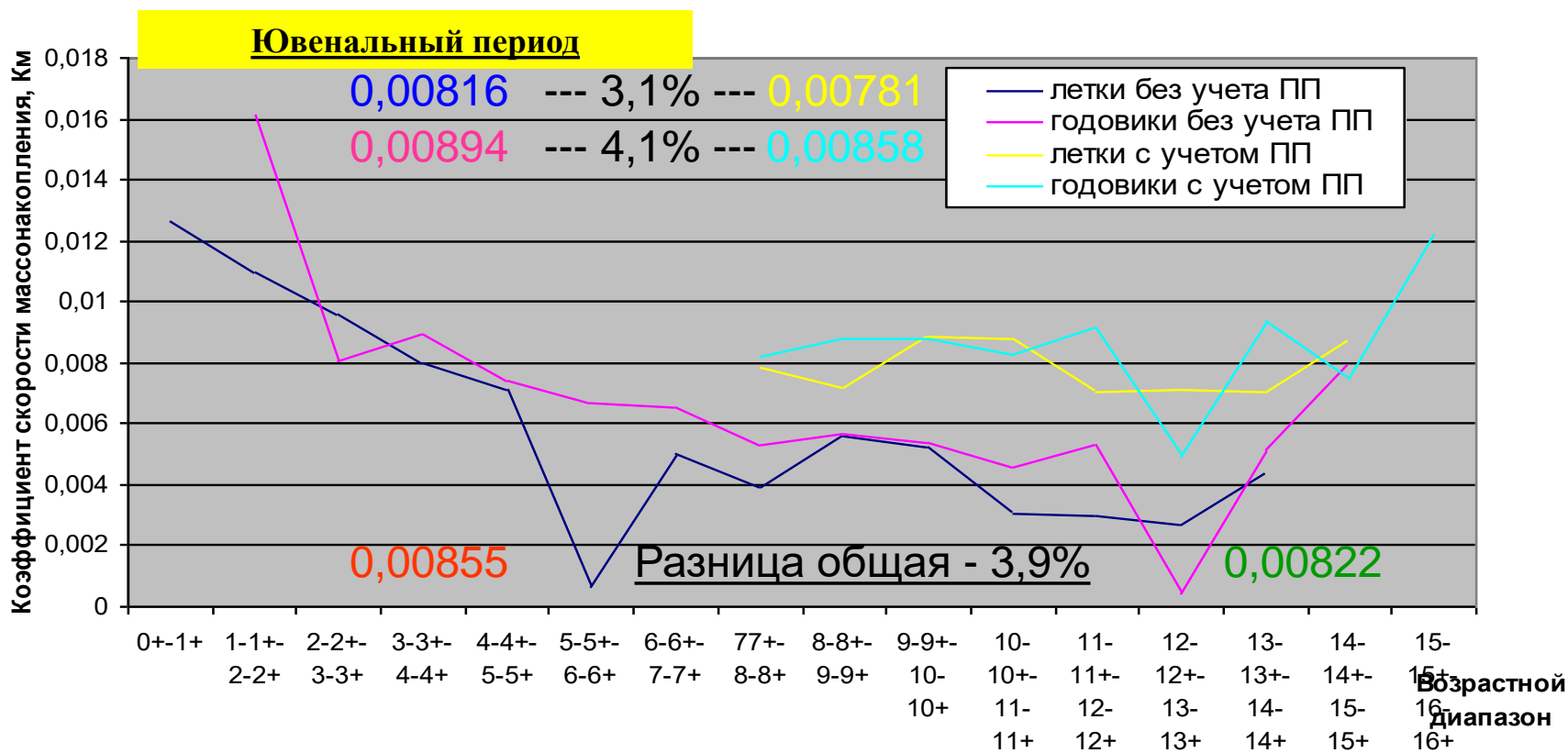
На практике чаще всего встречаются относительно невысокие показатели скорости массонакопления. Они наиболее вероятны, так как могут быть реализованы при самых различных сочетаниях внешних факторов.

Что касается предельной скорости массонакопления, то ее можно достичь лишь при одном (оптимальном) сочетании внешних факторов. Это очень трудно и маловероятно.

На этом основано предварительное определение значений  $K_{\Gamma}$  по массивам практических данных (средняя величина  $K_m$  плюс две сигмы).



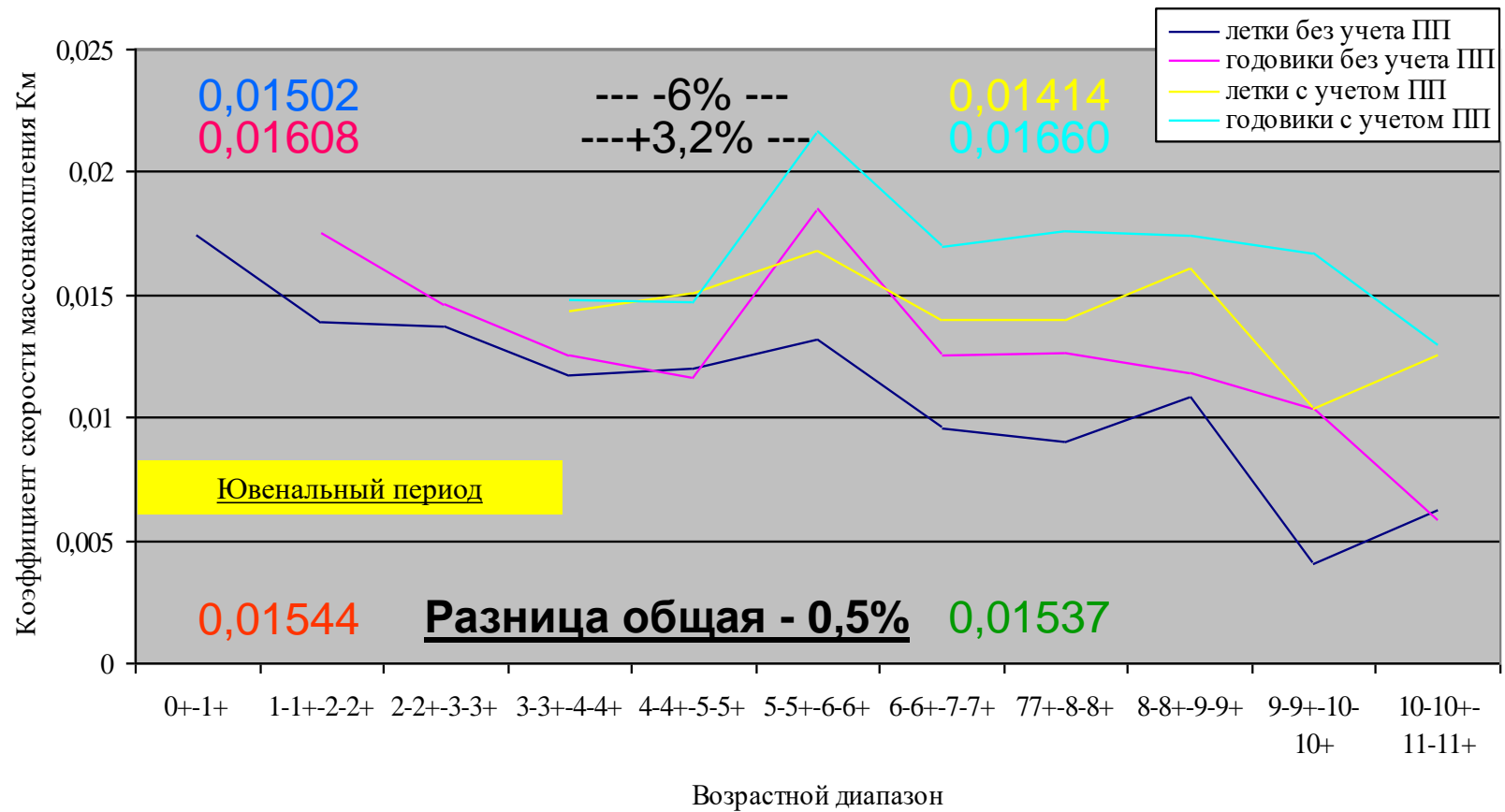
# Динамика коэффициента скорости массонакопления леща из водоемов РФ



## Комментарии:

1. Общий продукционный коэффициент скорости массонакопления Км у ювальных рыб снижается плавно (в 2-2,5 раза).
2. Разница значений Км в крайних возрастных группах составляет 68-96% от среднего.
3. У половозрелых рыб падение Км заметно меньше чем у ювальных (на 10-40%) с эпизодическими подъемами до исходного уровня и выше.
4. Введение в расчет объема выметанных половых продуктов поднимает Км до уровня неполовозрелых рыб и стабилизирует его.

## Динамика коэффициента массонакопления Км щуки из водоемов РФ



### Комментарии:

1. Коэффициент скорости массонакопления Км ювенольной щуки плавно снижается (на 15-25% за 2-3года).
2. У половозрелой щуки он также продолжает достаточно плавно снижается – примерно в 2 раза за 8 лет.
3. Разница значений Км в крайних возрастных группах составляет 95% у летков и 101% у годовиков от среднего.
4. Введение в расчет объема выметанных половых продуктов поднимает Км до уровня неполовозрелых рыб (иногда выше) и заметно стабилизирует его.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА РЫБ В ЮВЕНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ИХ ЖИЗНИ

с помощью стандартной модели массонакопления в широком диапазоне факторов внешней среды

## Стандартная модель массонакопления

$$dM/dt = K_M M^{2/3}$$

$dM/dt$  – скорость массонакопления,  $M$  – текущая масса тела (г),  
 $K_M$  – общий продукционный коэффициент скорости массонакопления

1. Аналитическая формула для расчета конечной массы тела рыбы в зависимости от вида рыбы температурных и кормовых условий

$$M_k = (M_0^{0,333} + K_G K_T K_{KO} t / 3)^3$$

2. Аналитическая формула для расчета необходимой начальной массы тела рыбы в зависимости от заданной конечной массы, вида рыбы, температурных и кормовых условий

$$M_0 = (M_k^{0,333} - K_G K_T K_{KO} t / 3)^3$$

$M_k$  и  $M_0$  – конечная и начальная масса тела (г),  $t$  – время выращивания (сутки)

## Структура стандартной модели

$$K_M = K_G K_{\Sigma} = K_G K_T K_{KO}$$

$K_G$  – генетический коэффициент,  $K_{\Sigma}$  – общий экологический коэффициент,  
 $K_T$  и  $K_{KO}$  – частные экологические коэффициенты ( $K_T$  – температурный и  
 $K_{KO}$  – кормовой обеспеченности)

3. Аналитическая формула для расчета температуры, необходимой для получения заданной конечной массы при известной начальной массе и определенных значениях температуры и кормовой обеспеченности

$$K_T = 3 (M_k^{0,333} - M_0^{0,333}) / (t K_G K_{KO})$$

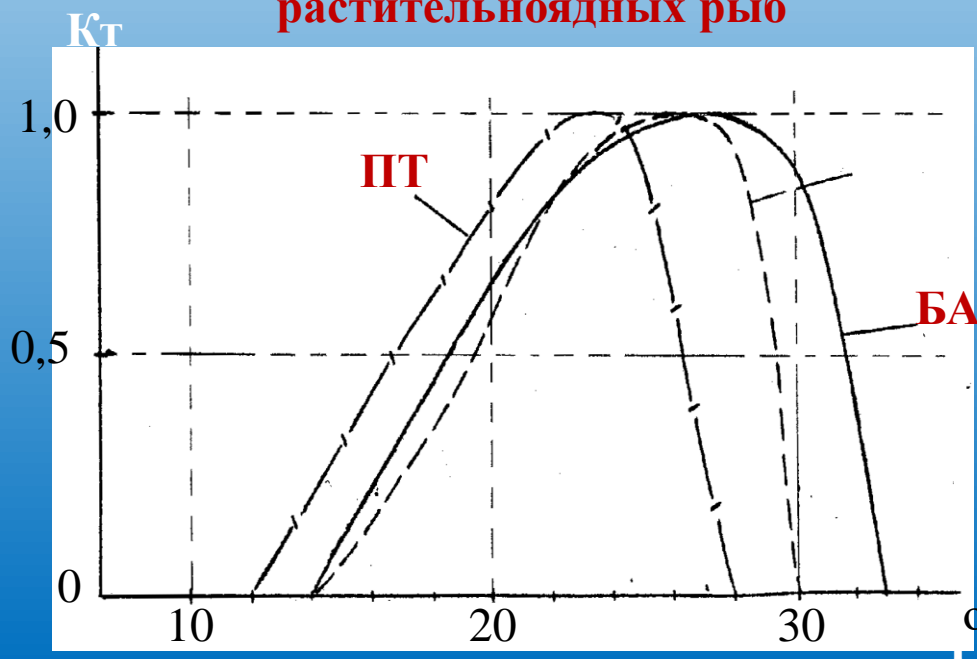
4. Аналитическая формула для расчета необходимой длительности выращивания рыбы от конкретной начальной массы до необходимой конечной массы при известной температуре и кормовой обеспеченности

$$t = 3 (M_k^{0,333} - M_0^{0,333}) / (K_G K_T K_{KO})$$

# ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РОСТ РЫБ

Отображается через температурный коэффициент. Определяется для условий оптимума всех остальных факторов. В совокупности для всего диапазона приемлемых для рыбы температур может быть представлен так называемой функцией продуктивного действия температур. Это всегда одновершинная кривая (см. график). Верхняя её точка – значение  $K_T$ . Для некоторых видов рыб ориентировочные значения  $K_T$  представлены в таблице.

## Функции продуктивного действия температуры ( $K_T$ ) на примере растительоядных рыб



**ПТ – пестрый толстолобик**

**БТ – белый толстолобик**

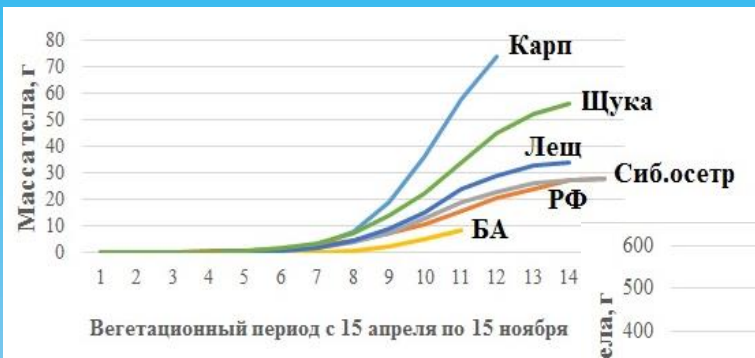
**БА – белый амур**

## Коэффициенты продуктивного действия температуры ( $K_T$ ) некоторых рыб

$T^{\circ}C$	$K_T$ для разных видов рыб						$T^{\circ}C$	$K_T$ для разных видов рыб					
	К	БА	СО	Л	Щ	РФ		К*	БА	СО	Л	Щ	РФ
4			0			0	22	0,90	0,80	0,80	0,95	1	0,80
6			0,05	0	0	0,20	24	0,94	0,90	0,90	1	0,85	0,2
8			0,10	0,10	0,20	0,40	26	0,98	0,97	1	0,80	0	0
10	0		0,15	0,20	0,40	0,55	28	1	1	0,90	0,45		
12	0,20		0,20	0,30	0,53	0,70	30	0,80	0,95	0,60	0		
14	0,40	0	0,30	0,40	0,67	0,80	32	0,50	0,50	0,20			
16	0,60	0,10	0,40	0,60	0,80	0,90	33	0,30	0	0			
18	0,70	0,35	0,50	0,75	0,90	1	34	0,1					
20	0,80	0,55	0,60	0,85	0,97	0,90	35	0					

(\*) Виды рыб: К – карп; РФ – радужная форель; БА – белый амур; СО – сибирский осетр; Л – лещ; Щ – щука.

# Пример расчетных траекторий роста рыб разных видов в условиях Северного Подмосковья



Расчетные траектории роста в 1-й год жизни

## Условия

Ход температуры – как в

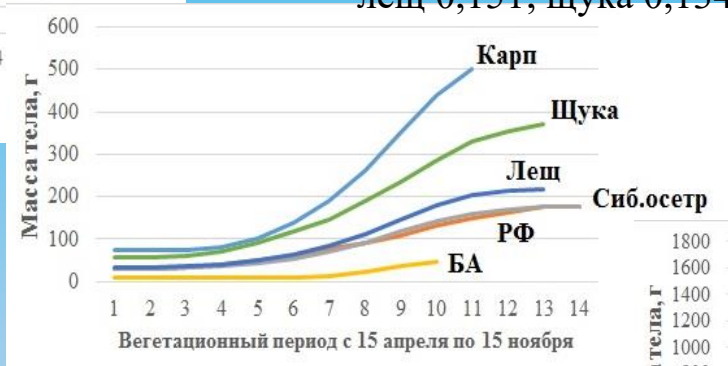
Жестылевском в/х

Дмитровский р-н, МО

Кормовая обеспеченность -70%

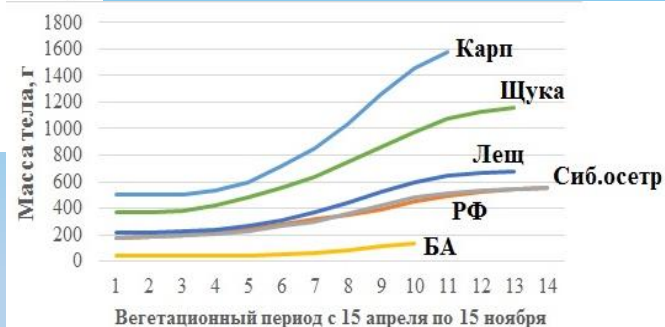


Параметры стандартной модели  
КГ – белый амур 0,24; карп 0,235; сибирский осетр 0,190;  
лещ 0,151; щука 0,134; радужная форель 0,087.



Расчетные траектории роста на 2-м году жизни

Расчетные траектории роста в 3-й год жизни



Расчет сделан для неполовозрелых (ювенальных) рыб.

# **❑ Способы повышения эффективности аквакультуры рыб, выявленные при анализе ростовых возможностей рыб разных видов**

Существует достаточно много приемов и способов оптимизации производственного процесса выращивания рыб и предотвращения ухудшения их физиологического состояния. В их числе:

- 1. Учет сложного характера кормовой обеспеченности.**
- 2. Точное определение величины рациона.**
- 3. Ускоренная динамика смены величины рациона.**
- 4. Учет характера взаимодействия нескольких факторов в процессе их изменения (на примере рациона и температуры).**
- 5. Точный расчет необходимого размера посадочного материала.**
- 6. Обеспечение условий для предельно возможного роста рыб.**
- 7. Взаимодействие рыбы и водоема (возможные выгоды)**
- 8. Использование поликультуры (во всех направлениях рыб-ва).**
- 9. Предотвращение негативных результатов после отличного начала (польза прогнозирования следствий) и др.**



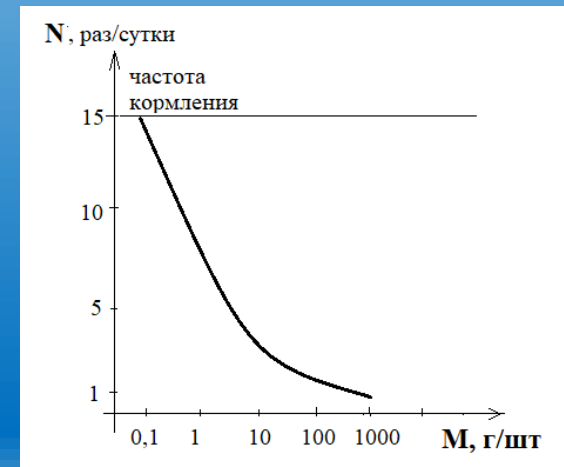
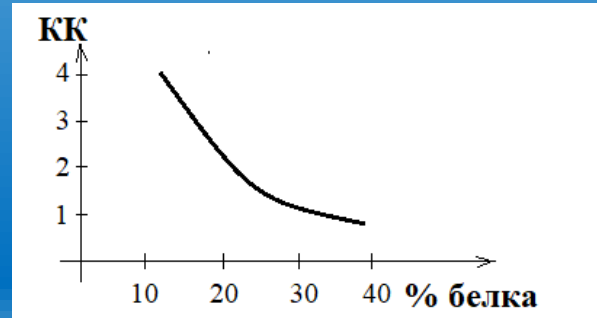
# Учет сложного характера кормовой обеспеченности

- **Фактор кормовой обеспеченности** – один из важнейших с точки зрения обеспечения роста рыб. Одновременно с этим – один из самых сложных. В том числе – с точки зрения его количественной оценки. Прежде всего потому, что в данном показателе одновременно присутствуют три составных элемента: количество корма, его качество и частота кормления.

**Количество корма**

**Частота кормления**

**Качество корма**



**Высокий уровень кормовой обеспеченности возможен только за счет одновременной оптимизации всех трех элементов.**

# Точное определение величины рациона

- При наличие подходящего корма и соответствующей размеру рыб частоте кормления на первый план выходит точное определение величины **рациона R**, т.е. количества корма на рыбу в сутки.
- Основными факторами** определяющими его значение является текущий **размер рыбы и температура**, т.е. факторы, сильнее других влияющие на массонакопление рыбы
- Именно на них основаны практически все таблицы норм кормления рыб. Различие только в показателях (% от массы тела или в г/шт).

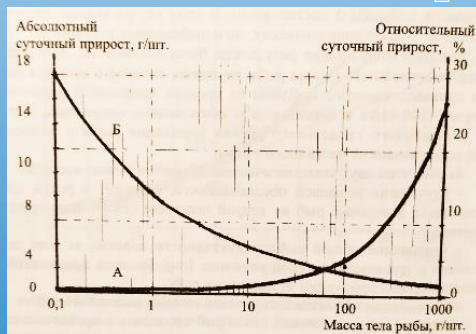
## Кормление рыбы осуществляется под ее «обещание»

(точнее - возможность, обеспеченную законами природы)

### **вырасти!**

#### Влияние размера

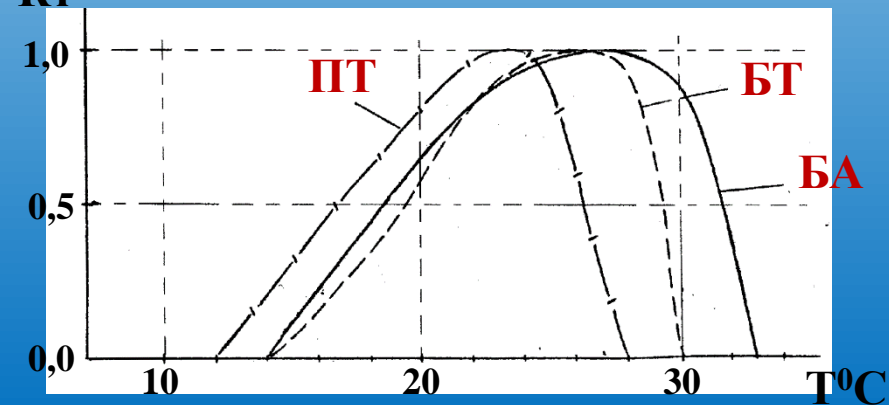
Влияние массы тела на суточный прирост в различных показателях (г/шт. и %)



#### Влияние температуры

Функции продуктивного действия

температуры ( $T_c$ ) на примере растительноядных рыб



РЫБОВОДНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПЛАНШЕТ		МОДЕЛЬ ТОР-83-83	
<b>ХАРАКТЕРИСТИКА</b> 1. Видовая принадлежность: <input type="checkbox"/> Карповые <input type="checkbox"/> Лещевые <input type="checkbox"/> Сазановые <input type="checkbox"/> Карасевые <input type="checkbox"/> Сомовые <input type="checkbox"/> Песчаные <input type="checkbox"/> Колюшковые <input type="checkbox"/> Синежаберные <input type="checkbox"/> Стерляжьи <input type="checkbox"/> Осетровые <input type="checkbox"/> Копьевые <input type="checkbox"/> Скумбровые <input type="checkbox"/> Сельдевые <input type="checkbox"/> Тресковые <input type="checkbox"/> Морские <input type="checkbox"/> Прочие		2. Видовая принадлежность: <input type="checkbox"/> Карповые <input type="checkbox"/> Лещевые <input type="checkbox"/> Сазановые <input type="checkbox"/> Карасевые <input type="checkbox"/> Сомовые <input type="checkbox"/> Песчаные <input type="checkbox"/> Колюшковые <input type="checkbox"/> Синежаберные <input type="checkbox"/> Стерляжьи <input type="checkbox"/> Осетровые <input type="checkbox"/> Копьевые <input type="checkbox"/> Скумбровые <input type="checkbox"/> Сельдевые <input type="checkbox"/> Тресковые <input type="checkbox"/> Морские <input type="checkbox"/> Прочие	
<b>РАСЧЕТНАЯ ВЕЛИЧИНА (г)</b> 1. Масса тела: <input type="text"/> 100 2. Температура: <input type="text"/> 20		3. Видовая принадлежность: <input type="checkbox"/> Карповые <input type="checkbox"/> Лещевые <input type="checkbox"/> Сазановые <input type="checkbox"/> Карасевые <input type="checkbox"/> Сомовые <input type="checkbox"/> Песчаные <input type="checkbox"/> Колюшковые <input type="checkbox"/> Синежаберные <input type="checkbox"/> Стерляжьи <input type="checkbox"/> Осетровые <input type="checkbox"/> Копьевые <input type="checkbox"/> Скумбровые <input type="checkbox"/> Сельдевые <input type="checkbox"/> Тресковые <input type="checkbox"/> Морские <input type="checkbox"/> Прочие	
<b>РАСЧЕТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b> 1. Суточный прирост (г/шт.): <input type="text"/> 10 2. Суточный прирост (%): <input type="text"/> 10		4. Видовая принадлежность: <input type="checkbox"/> Карповые <input type="checkbox"/> Лещевые <input type="checkbox"/> Сазановые <input type="checkbox"/> Карасевые <input type="checkbox"/> Сомовые <input type="checkbox"/> Песчаные <input type="checkbox"/> Колюшковые <input type="checkbox"/> Синежаберные <input type="checkbox"/> Стерляжьи <input type="checkbox"/> Осетровые <input type="checkbox"/> Копьевые <input type="checkbox"/> Скумбровые <input type="checkbox"/> Сельдевые <input type="checkbox"/> Тресковые <input type="checkbox"/> Морские <input type="checkbox"/> Прочие	

Инструмент для оперативного определения суточных норм кормления карпа в прудовых условиях

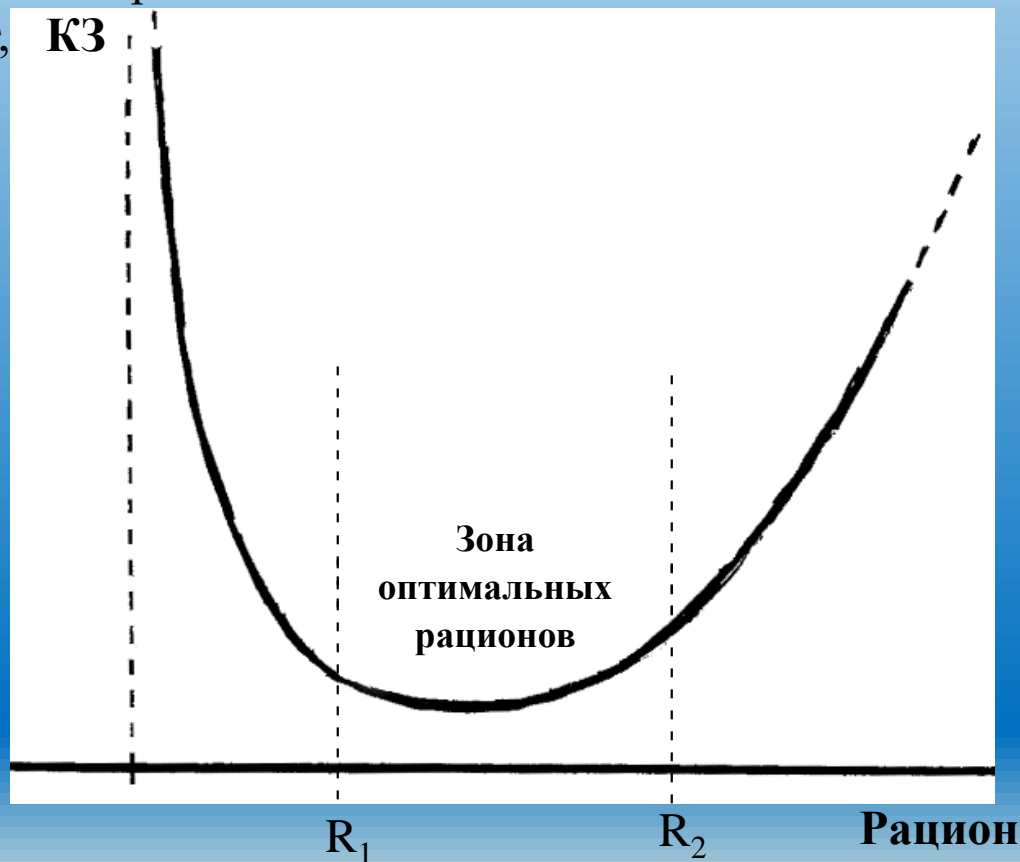
02	005	006	008	010	01	02	03	04	05	06	08	01	2	3	4	5	6	7	8	10	14	16	20	30	СТАНДАРТН. ПРИРОСТ %/шт. Д ПЕРЕХОД К Г/ШТ. ДЕНЬ	
01	01	02	03	05	07	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	40	50	70	100	200	300	500	700	1000	2000	СРЕДНЯЯ ШТУЧНАЯ МАССА Г/ШТ.
03	30	25	20	15	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1,5	1										СУТОЧНЫЙ ПРИРОСТ, % ОРИЕНТИР. ЧАСТОТЫ КОРМЛЕНИЯ	

# Повышение эффективности использования корма в случае точного определения величины рациона

В реальном производстве помимо обеспечения возможного в заданных условиях роста рыб важной составляющей является эффективность использования корма.

Максимальная эффективность достигается лишь в узком диапазоне значений рациона. При недокорме и перекорме рыбы эффективность использования корма заметно снижается. Это снижение может быть отобразено через увеличение значений показателя кормовых затрат (КЗ).

Величина кормовых затрат, КЗ



# Смена величины рациона в процессе выращивания

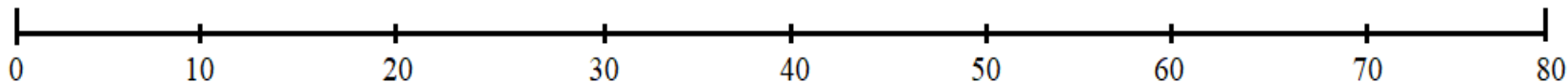
Планирование процесса выращивания рыбы, как правило, разбивается на отдельные отрезки времени по окончании которых проводится корректировка технологических операций, в том числе кормления.

Обычная длина таких отрезков между контрольными обловами – 10-15 суток.

У мальков (молоди) может быть меньше, у крупных рыб – больше.

Начало  
выращивания

Окончание  
выращивания, сут

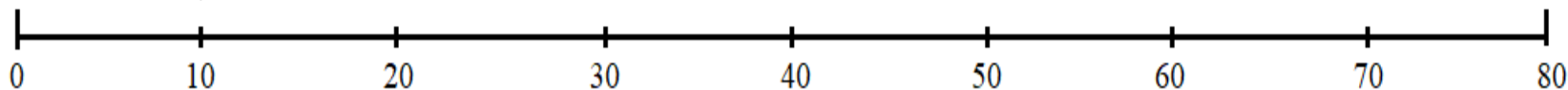


По мере увеличения массы тела рыб закономерным образом должна меняться и величина рациона. С учетом перерывов в определении текущей массы рыб (от одного контрольного облова до другого) **изменение величины рациона происходит** параллельно с контрольными измерениями, т.е. **скачкообразно**.

Стандартный характер изменения величины рациона (R)

Начало  
выращивания

Окончание  
выращивания, сут



Это означает, что в промежутке между обловами максимальная эффективность достигается лишь в узком диапазоне значений рациона. При недокорме и перекорме рыбы эффективность использования корма заметно снижается. Это снижение как это уже было показано ранее может быть отображено через увеличение значений показателя кормовых затрат (КЗ).

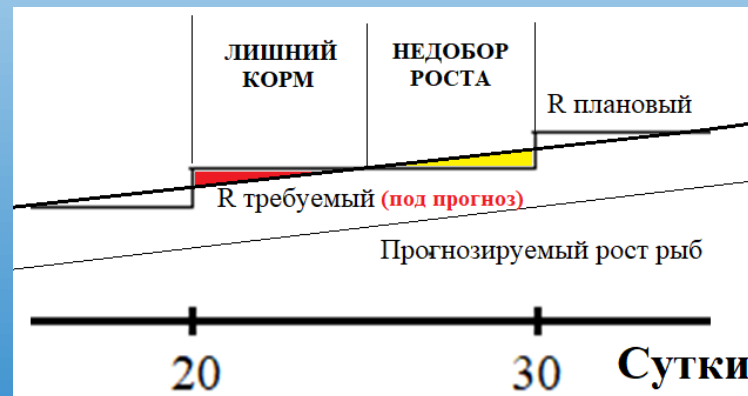
# Эффект оперативной корректировки рациона

Ступенчатый характер изменения рациона не совпадает с непрерывно изменяющимся размером рыбы в процессе роста. Это неизбежно приводит к систематическим ошибкам и технологическим потерям, причем как с точки зрения недобора возможной массы тела (рисунок А), так и с точки зрения одновременного недобора массы тела, так и неэффективного использования корма (рисунок Б).

**ОСОБЕННО КОГДА ОТРЕЗКИ ВРЕМЕНИ С НЕИЗМЕННОЙ ВЕЛИЧИНОЙ РАЦИОНА ИМЕЮТ БОЛЬШУЮ ПРОТЯЖЕННОСТЬ (В НЕКОТОРЫХ СЛУЧАЯХ – ДО 90-120суток у осетровых и лососевых)**



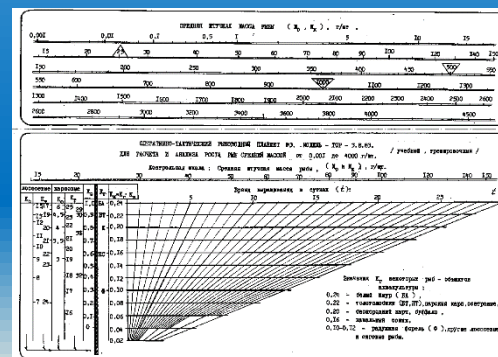
**Рисунок А.** Корректировка рациона по данным контрольного облова с сохранением расчетного рациона на весь срок до следующего измерения.



**Рисунок Б.** Корректировка по предполагаемой массе на середину отрезка между контрольными обловами.

## Способы снижения величины подобных потерь:

- 1) Использование автокормления;
- 2) Прогнозирование массы тела рыбы на каждый день и ежедневный расчет (корректировка) рациона с помощью оперативно-тактического планшета.



# Учет взаимосвязи величины рациона и температуры

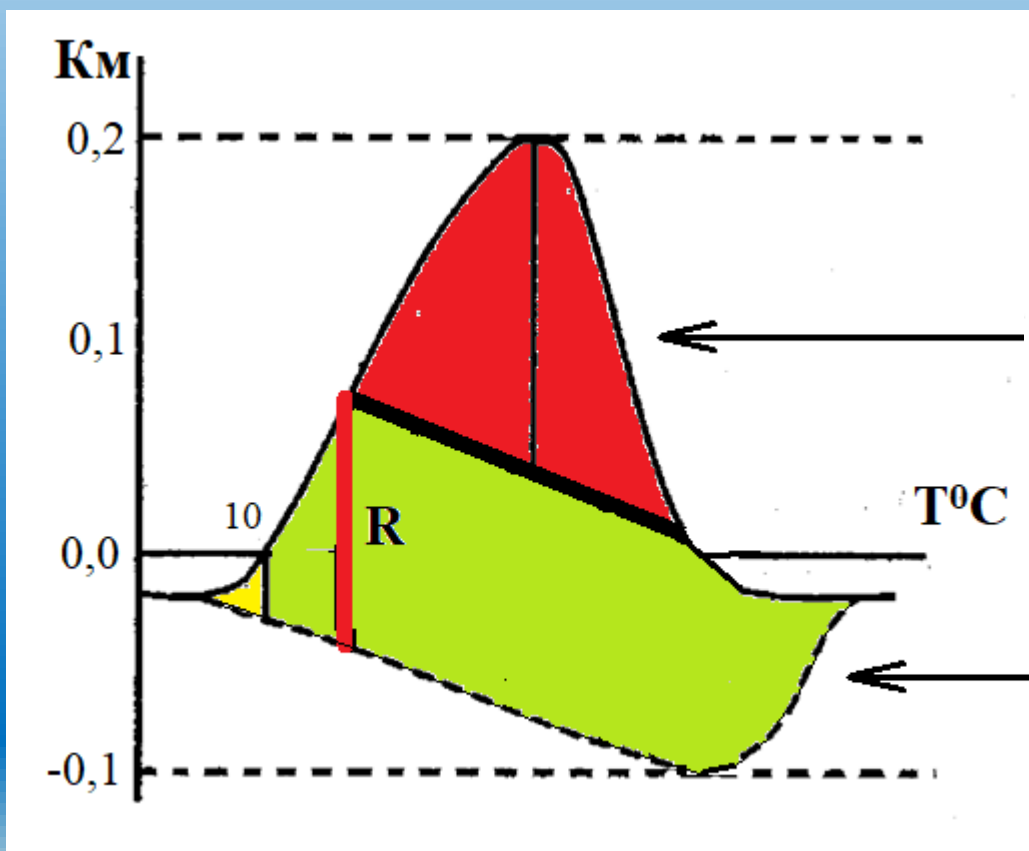
Один из основных принципов при попытках увеличения темпа роста рыб – одновременная и гармоничная, т.е. согласованная, оптимизация всех основных факторов роста. Улучшение одного фактора при сохранении количественных параметров другого может привести к обратному результату. Именно такой эффект может наблюдаться в случае повышения температуры при сохранении величины рациона.

## ВЫВОД

**- увеличение температуры должно обязательно сопровождаться увеличением рациона**

Зона нереализованного роста в результате сохранения рациона на уровне величины R

Зона фактического роста. Верхняя граница зоны демонстрирует падение реально возможной скорости массонакопления по мере роста температуры.



# Полезьа моделирования

## в предотвращении негативных результатов при прудовом выращивании рыбы

Анализ результатов выращивания карпа на разных этапах производственного процесса в прудовом рыбоводстве показывает, что наибольшее количество ошибок допускается во время 1-го сезона, т.е. на стадии выращивания посадочного материала (сеголетка).

### В числе наиболее распространенных ошибок при выращивании сеголеток карпа:

- Недостаточная хорошая подготовка выростных прудов (подготовка ложа, удобрение, заполнение водой),
  - Несвоевременное зарыбление (по температуре и степени готовности личинки);
  - Неточное определение плотности посадки личинок в выростные пруды;
- Чрезмерный оптимизм по поводу кормовой обеспеченности молоди и опоздание с началом ее кормления.

**Некоторые из серьезных ошибок могут быть предотвращены посредством априорного прогнозирования возможных негативных последствий даже после очень хорошего начала сезона.**

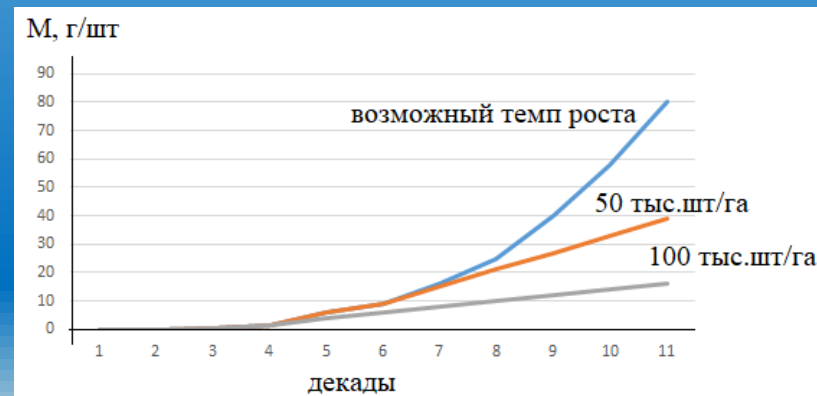
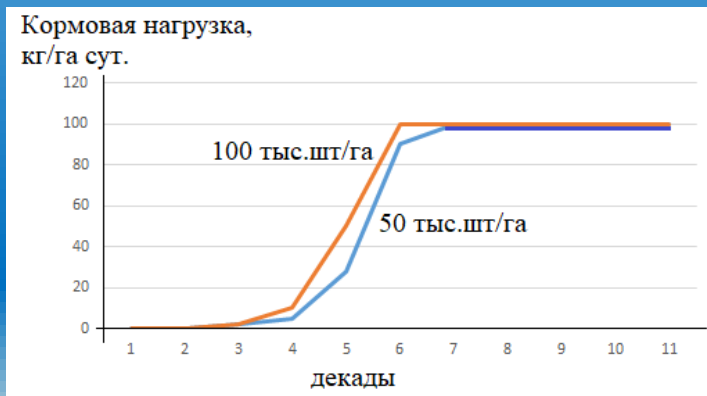
### Пример.

Стандартная плотность посадки карпа в 1-й год выращивания составляет 50 тыс.шт/га подрощенной личинки.

При посадке неподрощенной личинки допускается значительно большая плотность посадки (до 100 тыс.шт/га) в расчете на большую, чем обычно, смертность личинок из-за сложного характера перехода на внешнее питание.

В некоторых случаях, учитывая этот факт, добросовестные рыбоводы стараются как можно лучше подготовить пруд. И очень удивляются, когда в конце сезона посадочный материал из этого пруда оказывается самым плохим. Однако это вполне естественно, если представить, что на начальном этапе большая часть личинок благополучно выжила, а затем, на протяжении всего сезона, обеспечивалась кормом на уровне таком же как и все остальные пруды, т.е. из расчета стандарта в 50 тыс.шт/га, т.е. недоедала.

**ВОЗМОЖНЫЕ ВЫХОДЫ:** 1) разрежение посадки; 2) использование более качественного корма.



# ▣ **Необходимость учета изменения характера взаимоотношения объекта со средой в онтогенезе**

*Определение онтогенеза – это вся жизнь рыбы, от рождения до смерти.*

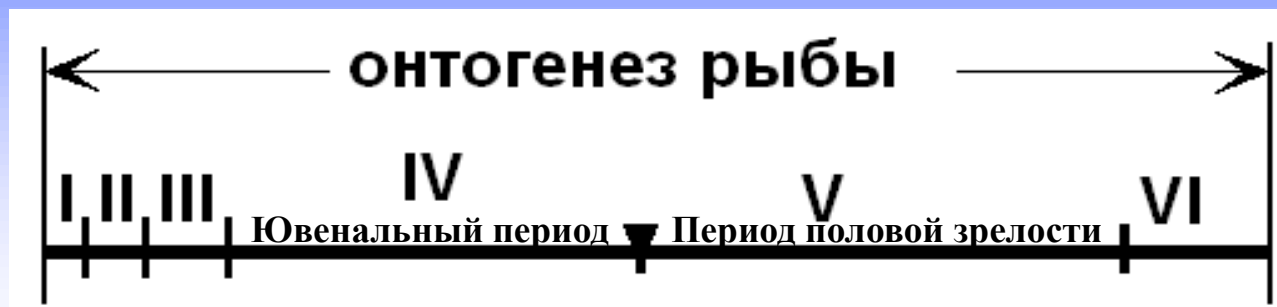
## **УТВЕРЖДЕНИЯ:**

- 1. В процессе жизни рыба постоянно меняется – как морфологически, так и физиологически. К более ранним биологическим особенностям в процессе развития рыбы постоянно добавляются новые элементы.**
- 2. Вслед за изменениями признаков и свойств объекта меняется и характер взаимоотношения рыбы с внешней средой, в том числе – набор жизненно важных внешних факторов.**
- 3. Наблюдаемые изменения касаются всех сторон жизни рыбы:**
  - отношения рыбы к температуре и кислородному режиму;
  - предпочитаемой пищи, ее размеров и подвижности;
  - зон обитания и их смены в результате сезонных изменений или прохождения полового цикла.
- 4. Некоторые из взаимоотношений имеют общий характер для всех видов рыб , например, в рамках теории этапности Васнецова, другие носят индивидуальный или узкогрупповой характер. Последние – обычно в период размножения рыб.**
- 5. Наблюдаемые в онтогенезе изменения биологии рыб требуют обязательного отражения в используемых рыбоводных приемах.**
- 6. В противном случае неизбежным результатом будут потери – от ухудшения физиологического состояния рыб до их гибели.**



# □ Теория этапности Васнецова В.В.

Условное деление онтогенеза **рыб любых видов** на этапы (периоды)



**I - Эмбриональный период.** Включает весь период пребывания зародыша (эмбриона) рыбы внутри икринки, от момента оплодотворения до выклева.

**II - Постэмбриональный период.** Начинается с момента выклева зародыша из икринки и заканчивается переходом на внешнее (экзогенное) питание. Некоторыми авторами эти два периода объединяются в один – эмбриональный.

**III - Личиночный период.** Начинается с момента перехода эмбриона на внешнее питания и заканчивается завершением процесса закладки всех внутренних органов, включая половые железы, а также формированием всего комплекса характерных для вида внешних признаков. Некоторыми авторами II и III периоды объединяются в один – личиночный.

**IV - Ювенальный период** или **период неполовозрелой рыбы.** Один из наиболее длинных периодов в жизни рыбы. Характеризуется активным ростом и неспособностью рыб к размножению. Заканчивается полноценным созреванием рыбы и первым в её жизни нерестом. Для моноциклических рыб – первым и последним.

**V - Период половой зрелости.** Характеризуется способностью рыб к размножению. У полициклических рыб весьма длительный по времени. Включает несколько половых циклов. Каждый из них имеет сложную структуру, как с точки зрения поведения рыб, так и с точки зрения характера соотношения роста тела и роста гонад. В каждом из половых циклов присутствует этап активного роста и этап собственно нереста, во время которого имеет место отчуждение части биомассы тела в виде половых продуктов.

**VI - Период старости.** Характеризуется затуханием и полной атрофией способности рыб к размножению. Заканчивается естественной смертью рыб.

□ **С точки зрения закономерных связей** биологических особенностей рыб с необходимыми для них условиями обитания **в данной теории фиксируется:**

□ **во-первых, строго определенный (неизменный) характер самой последовательности периодов (от I к VI этапу=периоду) и,**

□ **во-вторых, специфический характер изменения этих связей БО рыб со средой обитания в онтогенезе, а именно:**

□ **ВНУТРИ ПЕРИОДОВ** – взаимоотношения рыбы со средой обитания (= ее требования к среде) **остаются неизменными;**

□ **ПРИ ПЕРЕХОДЕ от одного периода к другому** - взаимоотношения резко меняются (=меняются рыбоводные операции).

# Учет биологических особенностей карповых рыб из группы фитофилов при их воспроизводстве

Карповые рыбы различаются по требованиям к условиям нереста. Выделяют группы: фитофилов (каarp, карась и др.), пелагофилов (толстолобики, белый амур) и литофилов (вырезуб, шемая и др.). Наиболее значимы представители фито- и пелагофилов.

**. Некоторые из обязательных требований к рыбоводным операциям по воспроизводству карповых рыб из группы фитофилов (каarp, карась и др.)**

<b>Биологические особенности карповых из группы фитофилов</b>	<b>Рыбоводные операции</b>
Нерест в прибрежных мелководьях на свежезалитой или свежей растительности. Нерестовые миграции слабо выражены.	Производители используются чаще всего из собственных маточных стад. Подготовка рыб - с использованием гипофизарных инъекций.
Нерест весной. Теплолюбивы.	Получение половых продуктов и инкубация на фоне растущих температур.
В оболочке икринки одно микропиле.	Осеменение – «полусухой» или «сухой» метод.
Икра сильноклеякая.	Обязательно обесклеивание. Молоком. 50 мин.
Клейкость проявляется очень быстро	Операция обесклеивания частично накладывается на процедуру осеменения.
Икра мелкая и легкая.	Инкубация во взвешенном состоянии в классических аппаратах Вейса (8л). Затемнение не требуется.
В природе икра развивается на растительности в приклеенном состоянии.	Из инкубационных аппаратов выносятся с током воды и концентрируются в садках или бассейнах.
После выклева постэмбрионы некоторое время висят на растительности, затем начинают плавать (вверх-вниз).	Для эффективного заполнения плавательного пузыря глубина водоема (бассейна) должна быть небольшой.
Показателем готовности перехода постэмбрионов к питанию является заполнение плавательного пузыря и горизонтальное плавание.	
Личинки и мальки мелкие.	Проблемы кормления значительны. Частота кормления до 10-15 раз в сутки.
Рыбы очень плодовиты.	Требуются большие выростные и нагульные площади.

# Учет биологических особенностей карповых рыб из группы пелагофилов при их воспроизводстве

Карповые рыбы различаются по требованиям к условиям нереста. Выделяют группы: фитофилов (каarp, карась и др.), пелагофилов (толстолобики, белый амур) и литофилов (вырезуб, шемая и др.). Наиболее значимы представители фито- и пелагофилов.

**Некоторые из обязательных требований к рыбоводным операциям по воспроизводству карповых рыб из группы пелагофилов (толстолобики и амур).**

<b>Биологические особенности карповых из группы пелагофилов</b>	<b>Рыбоводные операции</b>
Нерест в толще воды в струях течений. Нерестовые миграции в зоны ровных и мощных течений..	Производители используются из собственных маточных стад. Формируются в южных регионах.
Нерест весенне-летний. Весьма теплолюбивы.	Нерестовая кампания начинается позже, чем у др-х рыб.
В оболочке икринки одно микропиле.	Метод осеменения «полусухой» или «сухой».
Икра неклеякая.	Не требуется обесклеивания.
Икра сильнонабухающая (с 1мм до 4,5мм в диаметре)	Инкубация возможна только в инкубационных аппаратах увеличенного объема («Амур» и др. – V = 200л)
Оболочка икры при набухании сильно растягивается и легко повреждается.	В инкубационный аппарат икра загружается до достижения ею максимальных размеров.
В природе икра развивается в толще воды. Для этого обязательны течения. Плотность близка к плотности воды.	Инкубация во взвешенном состоянии в аппаратах со специальными устройствами водоподачи (движение воды по спирали)
Постэмбрионы продолжают развиваться в толще воды в струях течения.	Инкубация и выдерживание постэмбрионов проводится в одном и том же инкубационном аппарате .
Показателем готовности перехода постэмбрионов к питанию является заполнение плавательного пузыря и горизонтальное плавание.	Переход на горизонтальное движение – показатель для выгрузки личинок из инкубационных аппаратов и их продажи (3-х суточная личинка).
Личинки и мальки мелкие.	Есть проблемы с кормлением.
Рыбы очень плодовиты.	Требуются большие выростные и нагульные площади.

# Учет биологических особенностей осетровых рыб при их воспроизводстве

Некоторые из обязательных требований к рыбоводным операциям по воспроизводству осетровых рыб, вытекающие из их биологических особенностей

<b>Биологические особенности осетровых рыб</b>	<b>Рыбоводные операции</b>
<p>Литофилы. Совершают протяженные нерестовые миграции. Есть озимые и яровые формы.</p>	<p>Заготовка производителей каждой экологической группы различается по срокам.</p>
<p>Нерест весной в глубоких умеренно текущих водоемах. Откладывание икры у каждой самки растянуто по времени.</p>	<p>При подготовке производителей сочетаются экологический и физиологический методы.</p>
<p>Половые железы незамкнуты, поэтому зрелые икринки выпадают в полость тела. Длинный яйцевод с воронкообразным расширением открывается в полость тела.</p>	<p>Отцеживание получение половых продуктов затруднено. Для сохранения жизни самок проводится хирургическая операции (разрез на брюшной стенке или надрезание яйцевода по методу С.Б. Подушки)</p>
<p>В оболочке каждой икринки осетровых рыб имеется большое количество микропиле. Существует опасность проникновения сразу нескольких сперматозоидов.</p>	<p>При осеменении используется только полусухой метод с обязательным разбавлением спермы водой в пропорции 1:200 для того, чтобы избежать полиспермии</p>
<p>Икра осетровых обладает сильной клейкостью. В природе приклеивается к гальке.</p>	<p>Требуется обесклеивание (50мин.). Используются суспензии на основе ила, талька, глины и др.</p>
<p>Икра средних размеров. Рыбы относительно теплолюбивы.</p>	<p>Инкубация в аппаратах «Осетр» или «Вейса». От 1 до 1,5 недель.</p>
<p>Особое морфологическое строение тела «привязывает» большинство осетровых к обитанию на дне, т.е. к площади поверхности на одну рыбу.</p>	<p>При выращивании осетровых в ограниченном пространстве обязательно регулярное уменьшение плотности посадки рыбы с учетом интенсивности их роста.</p>

# Учет биологических особенностей лососевых рыб при их воспроизводстве

Некоторые из обязательных требований к рыбоводным операциям по воспроизводству лососевых рыб, вытекающие из их биологических особенностей

Биологические особенности осетровых рыб	Рыбоводные операции
Литофилы. Нерест в быстротекущих, мелких водоемах. Протяженные нерестовые миграции. Есть озимые и яровые формы.	Заготовка производителей – на путях нерестовых миграций. Сроки заготовки для экологических групп различны. Подготовка рыб - с помощью только экологического метода.
Нерест, как правило, осенью. Холодолюбивы.	Получение половых продуктов и инкубация на фоне понижающихся температур.
Икра крупная и достаточно тяжелая.	Инкубационные аппараты на основе горизонтальных сетчатых рамок для раскладывания икры
Икра неклеякая.	Отсутствует операция обесклеивания.
В оболочке икринки одно микропиле.	Осеменение - «сухой» метод.
Икра обладает прочной оболочкой.	Необходимо создать условия для набухания икры. Во время инкубации может размещаться в несколько слоев.
В природе икра развивается под галькой («нерестовые бугры») в зимнее время.	Инкубация и выдерживание постэмбрионов идет в условиях затемнения и долго.
После выклева постэмбрионы лишаются защиты в виде оболочки икринки. Ищут затененные места. Могут сбиваться в большие кучи. Есть опасность потерь от давки.	Перед выклевом икра переносится самим рыбоводом в бассейны для выдерживания. Для исключения потерь от «давки» используют искусственный субстрат или малые плотности посадки.
Личинки и мальки крупные.	Проблемы кормления незначительны.
Время пребывания молоди проходных лососевых разных видов различается (1, 2-3 сезона)	Семга, кижуч, нерка, чавыча и сима требуют 2-лет подращивания. Горбуша и кета – 1 сезон.

# Учет биологических особенностей сиговых рыб при их воспроизводстве

Некоторые из обязательных требований к рыбоводным операциям по воспроизводству сиговых рыб, вытекающие из их биологических особенностей

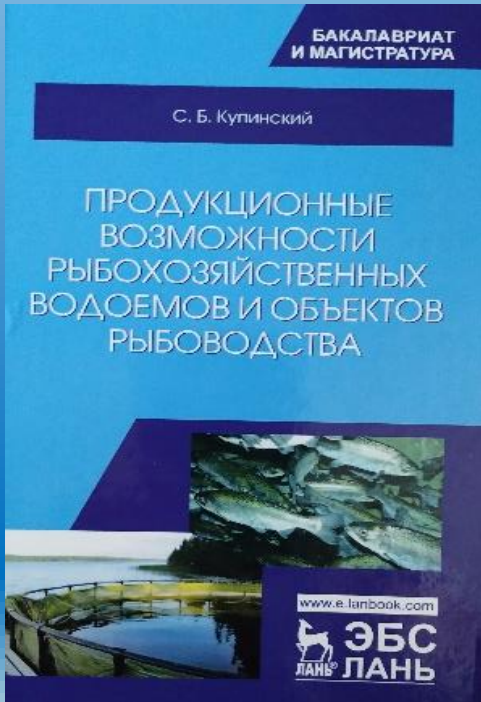
Биологические особенности осетровых рыб	Рыбоводные операции
Литофилы. Нерест в средних по глубине с умеренным течением водоемах (реках).	Заготовка на путях нерестовых миграций. Подготовка производителей - только экологический метод.
Производители легко травмируются	Необходимо предельно бережное обращение с рыбой.
Нерест осенью.	Получение икры на фоне низких температур.
В оболочке икринки одно микропиле.	Осеменение - «сухой» метод.
Икра средних размеров. Может инкубироваться во взвешенном состоянии.	Используются исключительно инкубационные аппараты Вейса.
Икра слабосклеякая.	Обесклеивание водой, изредка используется танин.
Икра обладает прочной оболочкой.	Необходимо создать условия для набухания икры.
В природе икра развивается на галечном дне в приклеенном виде Развивается долго.	Инкубация – длительная (осень, зима, начало весны).
Размер постэмбрионов и запасы желтка небольшие.	Требуется быстрый переход на внешнее (экзогенное) кормление. Корм обязательно мелкой фракции.
Постэмбрионы начинают питаться задолго до рассасывания желточного мешка.	Необходимо раннее приучение к внешнему кормлению.
Рыбы достаточно плодовиты и обладают высоким темпом роста.	Выращивание в искусственных условиях большого количества затруднено. Необходимы пруды и подготовленные водоемы-питомники.
Сиговые очень чувствительны к изменению внешних условий, в том числе - течениям.	При спуске искусственных водоемов сиги могут «уходить» из них первыми.

# ВЫВОД

**Обеспечение комфортных условий обитания для объектов аквакультуры, а значит – поддержание их физиологического состояния на хорошем уровне, возможно только в случае точного представления об их биологических особенностях и реализации этого знания на практике.**

**Ключевой принцип – ЗНАТЬ – ПРЕДВИДЕТЬ- ДЕЛАТЬ**

**Литература**, включающая подробное описание работы с расчетными инструментами (планшетами) для моделирования рыбоводных ситуаций, связанных с ростом рыб и оценкой продукционных возможностей рыбохозяйственных водоемов



**ГДЕ КУПИТЬ**  
для ОРГАНИЗАЦИЙ:  
Для того, чтобы заказать необходимые Вам книги, достаточно обратиться в любую из торговых компаний Издательского Дома «ЛАНЬ» по России и зарубежью «ЛАНЬ-ТРЕЙД»  
РФ, 196105, Санкт-Петербург, пр. Ю. Гагарина, 1  
тел.: (812) 412-85-78, 412-14-45, 412-85-82  
тел./факс: (812) 412-54-93  
e-mail: trade@lanbook.ru  
ICQ: 446-869-967  
[www.lanbook.com](http://www.lanbook.com)  
пункт меню «Где купить»  
раздел «Прайс-листы, каталоги»  
в Москве и в Московской области «ЛАНЬ-ПРЕСС»  
109387, Москва, ул. Лепная, д. 6  
тел.: (499) 178-65-85, 722-72-30  
e-mail: lanpress@lanbook.ru  
в Краснодаре и в Краснодарском крае «ЛАНЬ-ЮГ»  
350901, Краснодар, ул. Жлобы, д. 1/1  
тел.: (861) 274-10-35  
e-mail: lankr98@mail.ru

**для РОЗНИЧНЫХ ПОКУПАТЕЛЕЙ:**  
интернет-магазин  
Издательство «ЛАНЬ»: <http://www.lanbook.com>  
магазин электронных книг  
Global F5  
<http://globalf5.com/>



УДК 639.3(076.5)  
ББК 47.2а7  
К92

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и аквакультуры 27.03.2018 (протокол № 7) и Научно-методическим советом БГСХА 28.03.2018 (протокол № 7)

Авторы:  
кандидат биологических наук, доцент С. Б. Купинский (ДРТИ ФГБОУ ВО АГТУ);  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент М. М. Усов;  
Р. М. Цыганков (УО БГСХА)

Рецензенты:  
кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник РДУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» И. И. Гайдуков;  
кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры общей экологии и методики преподавания биологии БГУ В. В. Аламыч

**Купинский, С. Б.**  
К92 Биологические основы рыбоводства. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / С. Б. Купинский, М. М. Усов, Р. М. Цыганков. – Горки : БГСХА, 2018. – 152 с. ISBN 978-985-467-834-4.

Данное издание является совместной разработкой сотрудников ДРТИ ФГБОУ ВО АГТУ и УО БГСХА в рамках решения Инициативной осязы Российской-Белорусской смешанной Комиссии в области рыбного хозяйства. В нем содержатся методические указания и рекомендации для выполнения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов при изучении учебной дисциплины «Биологические основы рыбоводства». Для каждой лабораторной работы определены цель, материалы и оборудование.  
Для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство.

УДК 639.3(076.5)  
ББК 47.2а7

ISBN 978-985-467-834-4

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2018

**Спасибо  
за внимание**

