



ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО

*Практикум для обучающихся по направлению
бакалавриата и магистратуры
«Водные биоресурсы и аквакультура»*



ИЗДАТЕЛЬСТВО ПЕТРОЗАВОДСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

PETROZAVODSK STATE UNIVERSITY
PRESS

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО

*Практикум для обучающихся по направлению подготовки
бакалавриата и магистратуры
«Водные биоресурсы и аквакультура»*

Петрозаводск
Издательство ПетрГУ
2019

УДК 639.2
ББК 47.28
Т502

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Петрозаводского государственного университета

Рецензенты:

А. Е. Болгов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Н. М. Калинкина, доктор биологических наук, профессор

Составители:

А. Ю. Волкова, канд. биол. наук, доцент;
М. Э. Хуобонен, канд. с-х. наук, доцент

Товарное рыбоводство : практикум для обучающихся по на-
Т502 правлению подготовки бакалавриата и магистратуры «Водные
биоресурсы и аквакультура» / сост.: А. Ю. Волкова, М. Э. Ху-
обонен ; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации,
Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования
Петрозавод. гос. ун-т. — Петрозаводск : Издательство ПетрГУ,
2019. — 86 с.

ISBN 978-5-8021-3496-2

В пособии рассмотрены основные разделы дисциплины «Товар-
ное рыбоводство», рекомендованные к изучению в рамках лекционно-
практического курса и практикума «Товарное рыбоводство». Рассмотре-
ны основные вопросы прудового, индустриального и озерного товарного
рыбоводства. Издание адресовано студентам направления подготовки
бакалавриата и магистратуры «Водные биоресурсы и аквакультура».

УДК 639.2

ББК 47.28

ISBN 978-5-8021-3496-2

© Волкова А. Ю., Хуобонен М. Э., сост., 2019
© Петрозаводский государственный
университет, 2019

Содержание

Введение	4
Тема 1. Зоны товарного рыбоводства. Рыбоводно-биологическая характеристика объектов товарного рыбоводства	7
Тема 2. Расчет рыбопродукции и рыбопродуктивности рыбоводных прудов .	13
Тема 3. Расчет плотности посадки рыб при использовании различных методов выращивания	18
3.1. Расчет плотности посадки рыб при прудовом выращивании	18
3.2. Расчет плотности посадки рыб при выращивании в садках (бассейнах)	22
Тема 4. Расчет количества производителей и ремонтного поголовья в прудовых хозяйствах различных зон рыбоводства	28
Тема 5. Структура рыбоводных хозяйств прудового типа	33
Тема 6. Расчет водопотребления в хозяйствах различного типа	43
6.1. Расчет расхода воды в бассейнах по потреблению кислорода и выделению углекислого газа	43
6.2. Расчет водопотребления в хозяйствах прудового типа	47
6.3. Расчет водопотребления в бассейнах, лотках, питомниках и канавах	49
Тема 7. Товарное осетроводство	53
Тема 8. Товарное форелеводство	58
Тема 9. Организация кормления рыб в товарном рыбоводстве	64
Тема 10. Товарное выращивание сома	69
Тема 11. Озерное товарное рыбоводство	74
Приложение 1	81
Приложение 2	82
Приложение 3	83
Рекомендуемая литература	85

Введение

Аквакультура является одним из самых молодых, перспективных и динамично развивающихся направлений производства в агропромышленном комплексе России. В условиях, когда уловы океанической рыбы и других морепродуктов сокращаются, а рыбные запасы внутренних водоемов находятся в критическом состоянии и поддерживаются в основном за счет искусственного воспроизводства, единственным надежным источником увеличения объемов пищевой рыбопродукции является аквакультура. Также велико ее значение и для сохранения биоразнообразия и численности естественных популяций ценных рыб.

На сегодняшний день лидером в этой отрасли производства является Китай, который производит более 50 млн т продукции аквакультуры в год. Объем продукции аквакультуры в России составляет более 200 тыс. т в год, это чуть более 4 % от общего объема добычи рыбы и всего 0,2 % от производимой в мире продукции аквакультуры [21].

Несмотря на благоприятные условия для развития аквакультуры в Российской Федерации (высокий спрос на рыбную продукцию, наличие большого водного фонда, благоприятные климатические условия), темп увеличения объемов производства рыбы остается недостаточно высоким, что обусловлено целым комплексом причин. Так, основной причиной многие эксперты считают необоснованное мнение, что из моря рыбу взять проще, чем вырастить. Также активно пропагандируется мнение, что дикая рыба лучше произведенной в условиях рыбоводных хозяйств. Еще важное значение имеет низкая потребительская активность населения и высокие цены на рыбу ценных пород (осетровые, лососевые, сиговые). Несмотря на это, производство продукции аквакультуры с каждым годом увеличивается.

В соответствии с Отраслевой программой «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015—2020 годы» к 2020 году планируется увеличить объем производства продукции товарного рыбоводства до 315 тыс. т.

Основными направлениями аквакультуры в России является товарное и пастбищное рыбоводство. Товарное рыбоводство представлено такими направлениями, как прудовое, садковое, озерное и индустриальное. Наибольшее количество продукции производит первое, т. е. прудовое рыбоводство. Объемы производства здесь составляют около 250 тыс. т, в основном это карповые (каarp, сазан) и растительные. Территориально прудовое рыбоводство более популярно в центральных и южных регионах нашей страны. Первое место по производству прудовой рыбы занимает Южный федеральный округ, на долю которого приходится 76,8 тыс. т рыбы (Ростовская область произвела в 2017 году 27 тыс. т, Астраханская область — 23,3 тыс. т) [15].

Также достаточно быстро идет развитие садкового рыбоводства. В основном садковые хозяйства выращивают радужную форель, сига и атлантического лосося и расположены они преимущественно в Северо-Западном регионе. Первое место по производству садковой рыбы в России занимает Карелия, на долю которой приходится более 70 % всей выращиваемой в России форели. Объемы производства форели постоянно растут. В 2017 году производство продукции аквакультуры составило 24,8 тыс. т, то есть на 17 % больше результатов предыдущего года. К 2020 году планируется выращивать на водоемах республики порядка 30 тыс. т водных биоресурсов. Также садковое рыбоводство развивается в Мурманской и Ленинградской областях. Всего хозяйствами Северо-Западного региона в 2017 году выращено 49 тыс. т рыбы [15].

Территорией развития озерного товарного рыбоводства является Западная Сибирь и Урал. Наиболее перспективны для этого направления Челябинская, Свердловская, Новосибирская области. Это регионы с большим количеством малых озер, которые и являются базой для размещения озерных товарных хозяйств.

Основными объектами производства являются сиговые и карповые рыбы.

Индустриальное рыбоводство — одно из самых перспективных направлений товарного рыбоводства. Этот вид производства рыбной продукции основан на применении высокоинтенсивных технологий выращивания. Наибольшее развитие сегодня получило применение систем замкнутого водоснабжения, что позволяет значительно снизить затраты всех ресурсов (вода, электроэнергия, производственные площади, трудовые ресурсы, время выращивания). Современные рыбоводные комплексы с использованием УЗВ работают в основном с ценными, дорогостоящими и быстрорастущими видами рыб и гидробионтов (осетровые, сомы, тляпия, креветки). Также УЗВ могут использоваться и для производства посадочного материала лососевых, сиговых, осетровых. Рыбоводные предприятия индустриального типа могут располагаться в любой климатической зоне. На территории России большая часть таких комплексов расположена в Центральном регионе. Рыбоводные хозяйства индустриального типа есть практически во всех регионах.

Пособие состоит из 11 тем, рекомендованных к изучению в рамках лабораторного практикума по дисциплине «Товарное рыбоводство». Рассмотрены основные вопросы прудового, индустриального и озерного товарного рыбоводства. Лабораторный практикум по товарному рыбоводству имеет важное прикладное значение, так как дает возможность практического закрепления теоретического материала дисциплины «Товарное рыбоводство».

Тема 1. Зоны товарного рыбоводства.

Рыбоводно-биологическая характеристика объектов товарного рыбоводства

Цель: Изучить зоны товарного рыбоводства России и дать рыбоводно-биологическую характеристику основных объектов выращивания.

Выращивание рыбы в каждом географическом районе имеет свои особенности. Они определяются комплексом почвенно-климатических факторов, влияющих на рыбопродуктивность района. В связи с этим всю территорию России разбили на 7 рыбоводных зон. Для каждой зоны рыбоводства разработаны свои бионормативы. При выделении зон в основе используется термический режим, т. е. число градусо-дней за вегетационный период с апреля по октябрь, и количество дней с эффективными температурами (более 15 °С). Также учитывают характер почвенного покрова и состояние рыбоводства, исторически сложившееся в данном районе.

Таблица 1

Распределение объектов рыбоводства по зонам выращивания

Объект	Зона товарного рыбоводства	Метод выращивания
Карп	I—VII	Прудовое, озерное рыбоводство
Сиги	I—II	Садковое, озерное
Пелядь	I—IV	Прудовое, озерное
Чир, муксун	I—II	Садковое, озерное
Ряпушка	I—II	Озерное
Форель	I—VII	Прудовое, садковое, промышленное
Растительныеядные	II—VII	Прудовое, пастбищное
Карась	I—VII	Прудовое, пастбищное
Линь	I—VII	Прудовое
Щука, судак	I—VI	Прудовое, пастбищное, садковое
Сом	III—VI	Промышленное, садковое, прудовое

Объект	Зона товарного рыбоводства	Метод выращивания
Буффало, тилапия	III—VII	Индустриальное
Американский сом	III—VII	Индустриальное
Бестер, стерлядь	I—VII	Прудовое, индустриальное, садковое
Сибирский осетр	I—VII	Прудовое, индустриальное, садковое
Русский осетр	II—VII	Прудовое, индустриальное, садковое
Веслонос	VI	Прудовое
Угорь	II—VII	Индустриальное

Основанием для расчета рыбоводных показателей в прудовом рыбоводстве является количество дней в году с температурой воздуха более 15 °С. На основании этого значения на территории России выделяют 7 зон прудового рыбоводства. Границами зон являются изолинии, характеризующие количество дней с температурой воздуха более 15 °С и выше. Характеристика зон представлена в таблице 2.

Таблица 2

Рыбоводные зоны России

Зона	Регионы	Аней с температурой более 15 °С	Наступление теплого периода	Сумма температур	Естественная рыбопродуктивность кг/га рыбы в год
1	Республика Марий Эл, южная часть Республики Бурятия и Удмуртской Республики; Красноярский край южнее ж. д. Москва — Владивосток, юж. часть Хабаровского края; Ивановская, Тверская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Псковская области, север. часть Нижегородской и Московской областей, южная часть Иркутской, Кировской, Костромской, Ленинградской, Новгородской, Пермской, Свердловской, Тюменской, Читинской и Ярославской областей	60—75	7.05—6.06	1035—1340	70

Зона	Регионы	Дней с температурой более 15 °С	Наступление теплого периода	Сумма температур	Естественная рыбопродуктивность кг/га рыбы в год
2	Северная часть Республики Башкортостан и Республики Татарстан; Еврейская автономная область и Республика Хакасия; Алтайский и Хабаровский края; Владимирская, Калужская, Курганская, Калининградская, Рязанская, Смоленская, Тульская, Челябинская области; южная часть Московской и Нижегородской областей	76—90	28.05—12.06	1294—1829	120
3	Республика Мордовия, южная часть Республики Башкортостан и Республики Татарстан; южная часть Приморского края; Брянская, Курская, Липецкая, Орловская, Пензенская, Самарская, Ульяновская области, южная часть Рязанской области	91—105	23.05—2.06	1396—2046	160

4	Белгородская, Воронежская, Оренбургская, Саратовская области	106—120	15.05—22.05	1590—2358	190
5	Кабардино-Балкарская Республика; Волгоградская, Ростовская, Свердловская, Челябинская, Курганская области	121—135	5.05—2.05	2265—2955	220
6	Республика Дагестан, Республика Калмыкия, Чеченская Республика, Ингушская Республика; Краснодарский и Ставропольский края; Астраханская область	136—150	26.04—10.05	2645—3323	240
7	Черноморское побережье Кавказа и п-ва Крым	более 175	8.05—23.05	3949—5059	260

Задание:

Дать рыбоводно-биологическую характеристику основных объектов товарного рыбоводства. Заполнить таблицу, ответить на вопросы.

*Таблица 3***Рыбоводно-биологическая характеристика объектов аквакультуры**

Название объекта (рус., лат.)	Рисунок	Характеристика

Контрольные вопросы:

1. Дать характеристику рыбоводных зон России.
2. Распределение объектов выращивания по зонам рыбоводства.
3. Характеристика карповых как объектов аквакультуры.
4. Характеристика сиговых как объектов аквакультуры.
5. Характеристика радужной форели.
6. Характеристика растительных как объектов аквакультуры.
7. Характеристика осетровых и их гибридов как объектов товарного рыбоводства.
8. Характеристика карповых как объектов аквакультуры.
9. Характеристика веслоноса, угря, тилапии.
10. Характеристика судака, щуки и сома.

Тема 2. Расчет рыбопродукции и рыбопродуктивности рыбоводных прудов

Цель: Изучить методы определения рыбопродукции и рыбопродуктивности в прудовых хозяйствах.

Рыбопродукция (G) — это общая масса рыбы, полученная с единицы площади пруда в течение вегетационного сезона.

Рыбопродукция рассчитывается по формуле:

$$G = \frac{A \times P \times B}{100} \quad \text{— в нагульных прудах,}$$

$$G = \frac{A \times P \times B}{100} \quad \text{— в выростных прудах,}$$

где A — плотность посадки рыб в пруды, шт./га;

P — выход рыбы из прудов, % от посадки;

B — масса товарной рыбы, кг;

Рыбопродуктивность прудов (Π_0) — это суммарный прирост массы рыбы, полученной с единицы площади пруда в течение одного вегетационного сезона за счет использования рыбой естественной кормовой базы пруда и искусственных кормов.

Прирост массы рыбы, полученный с единицы площади за счет естественной кормовой базы пруда в течение вегетационного сезона, принято называть естественной рыбопродуктивностью (Π_e), а за счет искусственных кормов — кормовой рыбопродуктивностью (Π_k).

Рыбопродуктивность рассчитывается по формуле:

$$\Pi = \frac{A \times P \times (B - b)}{100} \quad \text{— в нагульных прудах,}$$

$$\Pi = \frac{A \times P \times b}{100} \quad \text{— в выростных прудах,}$$

где b — масса сеголетка, годовика, кг.

Если посадочный материал — личинки на этапе смешанного питания, то их начальной массой в расчетах можно пренебречь; тогда величины рыбопродукции и рыбопродуктивности будут равны. В том случае, если посадочным материалом для выростных прудов служат подращенные личинки или мальки, то при расчете рыбопродуктивности следует учитывать их начальную массу.

Рыбопродуктивность и рыбопродукцию выражают в весовых единицах (килограммах, центнерах или тоннах) на один гектар площади пруда и нормируют по зонам рыбоводства. Величина рыбопродуктивности и рыбопродукции прудов зависит от природно-климатических условий района, используемой в хозяйстве технологии выращивания рыб, вида, возраста, породы рыб, а также уровня интенсификации, конструктивных особенностей прудов, общей культуры производства и других факторов. Рыбопродуктивность нагульных прудов при выращивании рыб по непрерывной технологии в условиях VI и VII зон прудового рыбоводства может достигать 60—70 ц/га.

Рыбопродуктивность, которую можно получить за счет естественной кормовой базы, изменяется в зависимости от длительности вегетационного сезона, вида рыбы, ее возраста, качества воды и почвы, а также от состояния естественной кормовой базы прудов и степени ее использования рыбой. Наиболее высокая естественная рыбопродуктивность наблюдается в прудах, расположенных в районах с продолжительным вегетационным периодом на плодородных почвах и питаемых водоисточником с плодородным водосбором. Средняя величина естественной рыбопродуктивности нормируется по зонам рыбоводства (табл. 4).

Таблица 4

**Естественная рыбопродуктивность прудов по зонам рыбоводства при
использовании дополнительных методов интенсификации**

Показатели	Рыбоводная зона						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Исходная естественная рыбопродуктивность по карпу для средних по плодородию почв*	70	120	160	190	220	240	260
Естественная рыбопродуктивность по карпу с применением минеральных удобрений для средних по плодородию почв с учетом исходной: <i>выростные пруды</i> <i>нагульные пруды</i>	180 85	240 120	280 190	320 250	360 265	400 310	400 320
Совместное выращивание карпа и растительноядных рыб							
Исходная естественная рыбопродуктивность по растительноядным рыбам							
<i>в выростных прудах:</i>							
белый толстолобик	—	—	—	360	580	830	990
пестрый толстолобик	—	—	300	240	200	150	90
гибрид толстолобиков (пестрый × белый)	160	250	480	—	—	—	—
белый амур	40	50	60	80	90	90	90
<i>в нагульных прудах:</i>							
белый толстолобик	—	—	—	300	450	560	690
пестрый толстолобик	—	—	200	250	300	300	300
гибрид толстолобиков	—	—	200	—	—	—	—
белый амур	—	—	50	50	50	90	110
пелядь	100	150	—	—	—	—	—
щука	40	60	60	60	60	60	60

* Поправочный коэффициент (для всех зон) на естественную рыбопродуктивность: для малопродуктивных галечниковых почв — 0,4; торфянистых — 0,5; песчаных и солончаковых — 0,6; для черноземов и др. — 1,2.

Рыбопродуктивность, получаемая за счет использования рыбой искусственных кормов, также изменяется и зависит, помимо вышеуказанных факторов, от качества и количества искусственных кормов, способа приготовления и нормирования расхода кормов, техники их раздачи, физиологического состояния рыб, скорости использования корма и других факторов. За счет искусственных кормов в карповых прудовых хозяйствах получают до 50—80 % прироста рыбной продукции.

Величина рыбопродуктивности и рыбопродукции зависит от плотности посадки, средней индивидуальной массы рыб при посадке и вылове из прудов, а также штучного выхода рыб при вылове. При совместном выращивании в пруду нескольких видов рыб эти показатели учитывают для каждого вида.

Расчет величины рыбопродукции и рыбопродуктивности можно сделать по плотности посадки и по количеству выловленной рыбы (в штуках).

Задание:

Рассчитать величину рыбопродуктивности и рыбопродукции выростных и нагульных прудов для различных зон рыбоводства по плотности посадки карпа (табл. 5) и по количеству выловленной рыбы (табл. 6). Результаты решения задач представить в виде таблицы 7.

Таблица 5

Плотность посадки карпа в пруды, тыс. шт/га

Зона рыбоводства	Выростные пруды		Нагульные пруды	
	Личинки из нерестовых прудов	Личинки от заводского способа	Годовики	Двухгодовики
I	50	100	2,6	2,5
II	55	115	2,8	3,0
III	60	120	3,0	—
IV	65	120	3,5	—
V	70	125	3,7	—
VI	75	125	3,8	—
VII	80	130	4,0	—

Таблица 6

Количество выловленной рыбы, тыс.шт./га

Зона рыбоводства	Количество выловленной рыбы		
	Выростной пруд	Нагульный пруд	
		Двухлетки	Трехлетки
I	35	2,2	2,6
II	40	2,7	2,8
III	45	2,9	—
IV	50	3,2	—
V	55	3,5	—
VI	60	3,6	—
VII	70	3,8	—

Таблица 7

Рыбопродуктивность и рыбопродукция прудов при выращивании карпа в разных зонах товарного рыбоводства

Категория прудов	I		II		III		IV		V и т. д.	
	По	G	По	G	По	G	По	G	По	G
	<i>По плотности посадки</i>									
Выростные										
Нагульные										
	<i>По количеству выловленной рыбы</i>									
Выростные										
Нагульные										

Контрольные вопросы:

1. Что такое рыбопродуктивность и рыбопродукция? В чем они измеряются?
2. Что понимают под естественной и кормовой рыбопродуктивностью?
3. Какие факторы влияют на рыбопродуктивность прудов?
4. Как можно управлять рыбопродуктивностью прудов?
5. В каких зонах рыбоводства можно получить наиболее высокую естественную рыбопродуктивность?

Тема 3. Расчет плотности посадки рыб при использовании различных методов выращивания

Цель: Изучить методы расчета плотности посадки рыб при использовании различных методов выращивания и интенсификационных мероприятий.

3.1. Расчет плотности посадки рыб при прудовом выращивании

Плотность посадки рыб влияет на выход рыбной продукции с единицы эксплуатируемой площади пруда и на индивидуальную массу рыб.

Посадка, при которой карп (или другой выращиваемый объект) достигает стандартной массы при выращивании на естественной кормовой базе без применения средств интенсификации, называется нормальной. Увеличение плотности посадки рыб сверх нормальной без интенсификационных мероприятий приводит к снижению средней живой массы и суммарного прироста рыбы.

Нормальная плотность посадки рыбы в пруды рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{P_e \times 100}{b \times p} \text{ — в выростных прудах,}$$

$$A = \frac{P_e \times 100}{(B - b) \times p} \text{ — в нагульных прудах,}$$

где P_e — исходная естественная рыбопродуктивность прудов (табл. 4), кг/га;

B — средняя масса товарных двухлетков, кг;

b — средняя масса сеголетков (годовиков), кг;

p — выход рыбы из пруда, % от начальной посадки.

Рыбопродуктивность, достигнув максимума при плотности посадки 720 шт/га, при дальнейшем уплотнении посадки начинает резко уменьшаться, так как пищевые запасы пруда истощаются, а индивидуальный прирост начинает падать настолько значительно, что вызывает снижение суммарного прироста. При высокой

степени уплотнения посадки естественная рыбопродуктивность может практически оказаться равной нулю, так как все доступные рыбе пищевые ресурсы пруда будут использоваться только для поддержания организма на определенном весовом уровне. Это положение относится к экстенсивной форме ведения прудового хозяйства.

Посадка, при которой достигается наибольшая средняя живая масса рыбы и рыбопродуктивность пруда при определенном уровне интенсификации, называется уплотненной. В зависимости от степени интенсификации уплотненная посадка может превышать нормальную в 2—5 раз и более.

Уплотненная посадка определяется по формуле:

$$A = \frac{\Pi \times 100}{b \times p} \text{ — в выростных прудах,}$$

$$A = \frac{\Pi \times 100}{(B - b) \times p} \text{ — в нагульных прудах,}$$

где Π — рыбопродуктивность прудов, полученная за счет интенсификационных мероприятий, кг/га;

B — средняя масса товарных двухлетков, кг;

b — средняя масса сеголетков (годовиков), кг;

p — выход рыбы из прудов, % от начальной посадки.

Повышения рыбопродуктивности прудов при использовании интенсификационных мероприятий можно достичь за счет уплотнения посадки рыб одного вида и возраста, применения смешанной посадки, посадки добавочных рыб и применения поликультуры.

Смешанная посадка — посадка в пруд рыб одного вида, но разных возрастов.

Добавочными рыбами считают рыб различных видов, подсаживаемых в пруд для выращивания с основной рыбой.

Поликультура — одновременное выращивание в одном пруду нескольких видов рыб, различающихся по типу питания и обладающих быстрым темпом роста.

Общий прирост (рыбопродуктивность) складывается из прироста рыбы за счет естественной кормовой базы и искусственных кормов и рассчитывается по формуле:

$$П_0 = П_е + П_к,$$

где $П_0$ — общая рыбопродуктивность, кг/га;

$П_е$ — рыбопродуктивность, полученная за счет естественной кормовой базы, кг/га;

$П_к$ — рыбопродуктивность, полученная за счет искусственных кормов, кг/га.

Также определяется рыбопродуктивность прудов с использованием прочих интенсификационных мероприятий.

Интенсификационные мероприятия в прудах влияют на рыбопродукцию и рыбопродуктивность рыбоводных прудов следующим образом:

1. Кормление рыбы искусственными кормами повышает рыбопродуктивность прудов в 2—5 раз.
2. Применение удобрений повышает рыбопродуктивность выростных прудов на 300 кг/га, нагульных — на 200 кг/га.
3. Летование прудов увеличивает рыбопродуктивность в среднем на 30 %.

Таблица 8

**Нормативные показатели выращивания карпа
и растительноядных рыб в прудах**

Объект	Норма	Зоны						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
<i>Масса годовиков, г</i>								
Карп	25—30	25	25	25	27	27	30	30
Белый толстолобик	20—30	—	—	—	20	25	25	30
Пестрый толстолобик	20—30	—	—	20	20	20	25	30
Белый амур	15—30	15	20	20	25	30	30	30
<i>Масса двухлетков, г</i>								

Объект	Норма	Зоны						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Карп	350—500	350	370	370	400	430	460	500
Белый толстолобик	350—700	—	—	350	400	500	600	700
Пестрый толстолобик	350—900	—	—	—	350	600	750	900
Белый амур	350—100	—	—	350	400	500	800	1000
Выход из прудов, %	85	85	85	85	85	85	85	85

Задание:

Рассчитать плотность посадки карпа в нагульные и выростные пруды:

1) без применения интенсификационных мероприятий, исходя из величины естественной рыбопродуктивности прудов для определенной рыбоводной зоны;

2) с применением летования;

3) с применением удобрения прудов;

4) с применением только искусственного кормления;

5) с применением искусственного кормления и удобрения прудов.

Рассчитать плотность посадки карпа и растительоядных рыб по нормам для указанной зоны рыбоводства.

Все расчеты выполнить для I—VII рыбоводных зон. При этом нужно учитывать, что естественная рыбопродуктивность (табличная величина — табл. 4) нагульных прудов на 30 % выше, чем выростных.

Результаты расчетов представить в виде таблицы 9.

Таблица 9

Плотность посадки рыб в пруды при использовании различных методов интенсификации

№	Степень интенсификации	Зоны						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Выростной пруд								

№	Степень интенсификации	Зоны						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Нагульный пруд								

3.2. Расчет плотности посадки рыб при выращивании в садках (бассейнах)

Для расчета плотности посадки рыб в садках необходимо сначала определить площадь или объем садка. Способ расчета объема и площади зависит от конфигурации садков. В настоящее время самыми популярными формами каркасов садков являются круг, квадрат, прямоугольник. Площадь и объем таких садков определяют как площадь и объем фигуры, соответствующей форме каркаса и дна садка.

Садки круглой формы (полигональные и восьмиугольные)

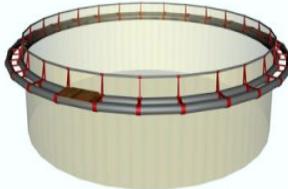


Рис. 1. Садок круглой формы
(<http://vimbaspb.com/sadki.html>)

Площадь садка определяют по формуле:

$$S = \pi \times R^2,$$

где R — радиус окружности садка, м.

Объем садка определяют по формуле:

$$V = \pi \times R^2 \times H,$$

где R — радиус окружности садка, м;

H — глубина садка, м.

Садки прямоугольной и квадратной формы

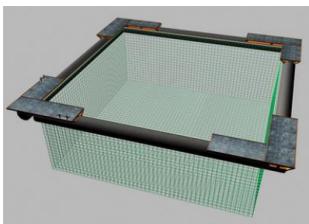


Рис. 2. Садок прямоугольной формы
(<http://vimbaspb.com/sadki/sadki4.jpg>)

Площадь садков такой формы определяют по формуле:

$$S = A \times B,$$

где A — ширина садка, м;

B — длина садка, м.

Объем садка определяют по формуле:

$$V = B \times L \times H,$$

где B — ширина садка, м;

L — длина садка, м;

H — глубина садка, м.

Расчет плотности посадки рыб в садки

Плотность посадки рыб — это численность или общая масса рыб, выращиваемых в садке, в расчете на единицу площади или объема садка.

Расчет плотности посадки по количеству рыб на единицу объема или площади производят по формулам:

$$A = \frac{N}{V} \text{ или } A = \frac{N}{S},$$

где A — плотность посадки рыб, шт./м³;

N — количество рыб в садке, шт.;

V — объем садка, м³;

S — площадь садка, м².

Плотность посадки в садках можно рассчитать как соотношение общей массы рыбы к объему или площади садка:

$$P = \frac{M}{V} \text{ или } P = \frac{M}{S},$$

где P — плотность посадки, кг/м³;

M — общая масса рыбы в садке, кг;

V — объем садка, м³;

S — площадь садка, м².

Величина плотности посадки рыбы в садках зависит от многих факторов (вид рыб, содержание кислорода в воде, температура воды, проточность и др.). Оптимальным показателем плотности посадки является соответствие гидрохимических параметров водной среды (содержание O₂ и CO₂) эффективному использованию рабочего объема садка. При соблюдении рекомендаций по размещению рыбы в садках можно добиться хорошего аппетита рыбы, высокого прироста живой массы, эффективного использования кормов и высокого выхода продукции.

Нормативные показатели плотности посадки форели разного возраста и размера представлены в таблице 10.

Таблица 10

Рекомендуемая плотность посадки радужной форели при выращивании в садках

Средняя масса рыбы, г	Плотность посадки, шт./м ³	Средняя масса рыбы, г	Плотность посадки, шт./м ³
до 1	25000	150—300	100—50
2—5	7500	300—500	50—30
5—10	2000	500—800	30—20
10—20	800	800—1000	20—10
20—30	700—500	1000—1500	10—8
30—50	500—300	1500—2000	8—5
50—100	300—150	2000 и более	до 5
100—150	150—100	—	—

Для создания благоприятных условий содержания радужной форели рекомендуется поддерживать плотность посадки при выращивании в садках на уровне 15 кг/м³. Не рекомендуется превышать плотность посадки мальков и сеголетков радужной форели. Такие же рекомендации необходимо соблюдать и при выращивании товарной рыбы, плотность посадки при этом необходимо снижать до 10—12 кг/м³.

Рекомендуемая плотность посадки рыб в садки может быть снижена в случае ухудшения условий выращивания, например, при повышении температуры воды в летнее время, изменении гидрохимического режима водоема и других негативных явлениях.

Рекомендуемая плотность посадки молоди и товарных осетров и сегов представлена в таблице 11.

Таблица 11

Рекомендуемая плотность посадки осетровых и сеговых при выращивании в садках

Осетровые		Сеговые	
Средняя масса рыбы, г	Плотность посадки, шт./м ²	Средняя масса рыбы, г	Плотность посадки, шт./м ³
1—3	200—300	До 0,05	20000—15000
3—5	100—200	0,05—0,2	15000—6000
5—30	100—150	0,2—2	6000—1500
30—50	50—100	2—10	1500—700
50—80	30—50	10—30	700—300
80—100	20—30	30—60	500—300
100—400	10—20	60—100	300—200
400—800	20—10	100—200	150—100
800—1000	10—15	200—300	100—70
1000—2000	5—10	300—700	70—50

В садках перед размещением рыбы на зимнее содержание рекомендуется увеличивать плотность посадки на 30 %.

Плотность посадки рыб при зимнем содержании в садках

Средняя живая масса, г	Радужная форель, шт./м ³	Ленский осетр, шт./м ²
30—50	600—500	100—150
50—100	500—400	50—100
100—150	400—300	30—50
150—200	300—100	20—30
300—500	100—60	10—20
500—1000	60—20	10—15
Более 1000	15—10	5—10

Во время зимнего содержания рыб в садках необходимо придерживаться оптимальных значений плотности посадки:

- для осетровых — 5—10 кг/м²;
- для сиговых, карповых — до 20 кг/м³.

Задание:

1. Найти общую площадь и объем садков в хозяйстве, если используются садки круглой формы с диаметром каркаса 9 м и глубиной погружения 6 м в количестве 10 штук. Рассчитать, какое количество товарной продукции радужной форели можно вырастить на этой производственной площадке.

2. В садковом хозяйстве необходимо вырастить 200 т радужной форели со средней живой массой 2 кг. Начальная масса посадочного материала (годовики) 400 г. Рассчитать необходимую площадь и объем садков. Какое количество садков (размеры 8×8×10 м) потребуется?

3. Сколько товарной радужной форели (т) можно вырастить в садке диаметром 12 м и глубиной 9 м?

4. Найти общую площадь и объем садков в хозяйстве, если используются садки с размерами каркаса 3×5 м и глубиной погружения 4 м в количестве 10 штук. Рассчитать, какое количество товарной продукции ленского осетра (средняя масса 1,5 кг) можно вырастить на этой производственной площадке.

5. Сколько товарной продукции сига (тонн) можно вырастить на садковой линии в 6 садках с диаметром 10 м и глубиной 9 м?

6. В водоеме-охладителе установлена садковая линия для выращивания товарного карпа. Линия включает 100 садков с общей площадью 1040 м². Какое количество товарной продукции можно получить в течение одного сезона, если начальная живая масса рыб 80 г?

7. В садковом хозяйстве необходимо вырастить 100 т сига со средней живой массой 1 кг. Начальная масса посадочного материала (годовики) 200 г. Рассчитать необходимую площадь и объем садков. Какое количество садков прямоугольной формы (размеры 6×8×8 м) потребуется?

8. В садковом хозяйстве необходимо вырастить 800 т радужной форели со средней живой массой 2 кг. Начальная масса посадочного материала (годовики) 400 г. Рассчитать необходимую площадь и объем садков. Какое количество садков (диаметр 10 м, глубина 12 м) потребуется?

9. Рассчитать количество зимовальных садков для двухлетков радужной форели с общей массой 350 т, средней массой 1,5 кг. Параметры садка: диаметр 5 м, глубина 8 м.

10. Сколько садков для сеголетков, годовиков (на зимовку) и двухлетков осетра необходимо для получения 50 т товарного осетра?

Контрольные вопросы:

1. Что такое нормальная посадка рыб в пруды?
2. Что такое кратность посадки рыб?
3. От чего зависит величина плотности посадки рыб в пруды?
4. Какие рыбоводные показатели определяют величину плотности посадки?
5. Как зависит величина плотности посадки от степени интенсификации выращивания рыбы?

Тема 4. Расчет количества производителей и ремонтного поголовья в прудовых хозяйствах различных зон рыбоводства

Цель: Изучить рыбоводно-биологические показатели работы с производителями карпа, способы определения их количества в прудовых хозяйствах.

Полносистемное рыбоводное хозяйство или рыбопитомник должно располагать производителями в количестве, необходимом для получения нужного объема посадочного материала и товарной рыбы. При этом запас производителей должен составлять 50—100 %. Если в хозяйстве применяется естественный нерест производителей карпа, то при расчете их необходимого количества продуктивность самок (по выходу жизнеспособных личинок от одного гнезда) принимается на 40 % ниже, чем при заводском способе получения потомства.

Плодовитость самок зависит от качества производителей. Так, нормативная рабочая плодовитость самок карпа при естественном нересте составляет 70—120 тыс. жизнеспособных личинок в зависимости от зоны рыбоводства, при этом плодовитость элитных самок достигает 400—460 тыс. личинок, а при заводском способе получения потомства — в среднем 300—500 тыс. личинок.

В зависимости от способа получения потомства соотношение самцов и самок различно: при заводском способе — 0,6:1, при естественном нересте — 2:1. Предельный срок эксплуатации производителей принимают равным для самок — 7 годам, для самцов — 5.

Возраст полового созревания карпа зависит от климатических условий. Так, в центральной зоне самки созревают в 5-летнем возрасте, самцы — в 4 года, в южных районах половое созревание наступает на 3—4-м году жизни. Для получения половых продуктов рекомендуется использовать производителей среднего возраста: 6—8-летних самок и 5—7-летних самцов. Средняя продолжительность использования производителей составляет 4 года.

Общую численность ремонта определяют исходя из количества производителей, подлежащих ежегодной замене. Обычно ежегодное пополнение стада составляет 25—35 %. Основные показатели получения посадочного материала карпа представлены в таблице 13.

Таблица 13

Рыбоводно-биологические нормативы для работы с ремонтно-маточным стадом карпа

Показатели	Зоны рыбоводства						
	1	2	3	4	5	6	7
Естественная рыбопродуктивность прудов, кг/га	70	120	160	190	220	240	260
Выход личинок от одного гнезда производителей, тыс. шт.	70	80	90	100	110	120	120
Выход сеголетков из пруда, %	65	65	65	65	65	65	65
Выход годовиков, %	70	75	75	80	80	85	85
Выход двухлетков, %	85	85	85	85	85	85	85
Ср. масса двухлетков, г	350	370	400	430	460	500	500
Резерв производителей, %	100	100	100	100	100	100	100
Начало использования производителей карпа (самки/самцы), год	6/5	5/4	5/4	5/4	4/3	4/3	4/3
Выращивание ремонта на одно выбракованное гнездо:							
двухлетки, шт.	90	90	90	90	90	90	90
трехлетки, шт.	8	8	8	8	8	8	8
четырёхлетки (самки/самцы), шт.	8	8	8	8	8	8	8
пятiletки (самки/самцы), шт.	8	8	8	8	—	—	—
шестiletки (самки), шт.	—	—	—	—	—	—	—

Для определения необходимого количества производителей для производства посадочного материала рыб используют рыбоводно-биологические нормативы (табл. 13). При расчетах необходимо учитывать следующие показатели:

- выход (выживаемость) на каждом этапе рыбоводного цикла;
- рабочую плодовитость самок при использовании заводского метода получения молоди рыб;
- выход личинок от одного гнезда производителей при естественном нересте;
- соотношение самок и самцов в маточном стаде;
- резерв производителей.

Для расчета количества производителей (самок) в маточном стаде можно использовать формулу:

$$N = \frac{100 \times P \times S \times k}{m \times n \times q}, \text{ шт.},$$

где P — естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га;

S — площадь пруда, га;

k — коэффициент запаса производителей (он равен 1,5 при 50%-й обеспеченности и 2,0 при 100%-й обеспеченности производителями);

m — средняя масса сеголетка, кг;

n — выход личинок от одной самки, шт.;

q — выживаемость сеголетков, % (от числа посаженных личинок).

Также для определения количества производителей можно применять поэтапные расчеты с учетом нормативов для каждой зоны рыбоводства. Применяют следующий порядок расчетов:

1. Найти количество товарных двухлетков.
2. Найти количество годовиков, необходимых для получения определенного количества товарных двухлетков.
3. Найти количество сеголетков, необходимых для получения определенного количества годовиков.
4. Учтявая выход сеголетков (от числа посаженных на выращивание личинок) определить необходимое количество личинок.
5. Найти количество гнезд (число самок карпа), необходимое для получения нужного количества личинок.
6. Учтявая соотношение производителей в маточном стаде, определить необходимое количество самок и самцов с учетом резерва.

Задание:

1. Рассчитать необходимое число нерестовых гнезд при естественном нересте карпа для получения сеголетков средней массой 30 г, при площади пруда 24 га в хозяйстве, расположенном в Ростовской области. Обеспеченность производителями 100 %.

2. Рассчитать, какое количество карпов-производителей и ремонтного молодняка необходимо содержать прудовому хозяйству, расположенному в Краснодарском крае, для ежегодного получения 500 т товарной продукции карпа.

3. Сколько гнезд карпа необходимо иметь прудовому хозяйству в Смоленской области для ежегодного получения 500 т товарных двухлетков?

4. Рассчитать необходимое количество производителей карпа при естественном нересте для получения товарных двухлетков при площади пруда 50 га в хозяйстве, расположенном в IV зоне рыбоводства; $k = 2$.

5. Рассчитать, какое количество карпов-производителей и ремонтного молодняка необходимо содержать прудовому хозяйству, расположенному в Астрахани, для ежегодного получения 700 т товарной продукции карпа.

6. Рыбоводное хозяйство расположено в VI зоне товарного рыбоводства. Производственная мощность составляет 2 млн шт. годовиков карпа. Рассчитать количество производителей при использовании естественного нереста. Определить площадь нерестовых, выростных и зимовальных прудов.

7. Рыбоводное хозяйство расположено в III зоне товарного рыбоводства. Производственная мощность составляет 1 млн двухлетков карпа. Рассчитать количество производителей при использовании естественного нереста. Определить площадь нагульных прудов.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличается заводской нерест карпа от естественного?
2. От чего зависит возраст созревания производителей карпа?

3. В каком возрасте производители карпа дают наиболее качественные половые продукты?
4. При каком методе воспроизводства применяют нерестовые гнезда?
5. Какое количество ремонтных рыб необходимо для ежегодного пополнения маточного стада?
6. От чего зависит соотношение самок и самцов в маточном стаде?
7. Какая величина плодовитости может быть у самок карпа?

Тема 5. Структура рыбоводных хозяйств прудового типа

Цель: Изучить структуру рыбоводных хозяйств прудового типа. Изучить способы определения площади прудов различных категорий в прудовых хозяйствах.

В зависимости от технологического процесса выращивания рыбы прудовые тепловодные и холодноводные хозяйства делят на **полносистемные** и **неполносистемные**. В полносистемном хозяйстве рыбу выращивают от икринки до товарной массы. В таком хозяйстве имеется рыбопитомник, где выращивают и содержат ремонтное и маточное стада производителей, получают от них потомство, подращивают молодь и выращивают сеголетков. Перезимовавших в рыбопитомнике рыб помещают в нагульные пруды, где их выращивают до товарной массы. К полносистемным можно отнести и племенные хозяйства, в которых разводят и выращивают племенных производителей рыб. Имеются также специальные селекционно-племенные рыбоводные хозяйства, основная цель которых — выведение новых высокопродуктивных пород рыб.

Неполносистемные хозяйства делят на питомники и нагульные хозяйства. В рыбопитомнике занимаются разведением и выращиванием посадочного материала, который затем выращивают до товарной массы в нагульных хозяйствах. Рыбопитомники бывают обычные — составная часть полносистемного хозяйства, зональные — поставщики посадочного материала для нагульных хозяйств или специализированные — составная часть селекционно-племенного хозяйства. В нагульном хозяйстве выращивают только товарную рыбу.

Продолжительность выращивания рыбы от икринки до товарной массы в прудовых хозяйствах называется **оборотом**. В аквакультуре используют однолетний, двухлетний и трехлетний обороты выращивания рыбы. Продолжительность выращивания зависит от биологии объектов выращивания и климатических условий. Важное значение имеет температурный режим конкретного региона и конечная масса товарной рыбы. При однолетнем

обороте выращивание карпа до товарной массы длится 5—6 месяцев, при двухлетнем — 16—17, при трехлетнем — 28—29 месяцев.

Однолетний оборот применяется в основном в южных регионах и позволяет сократить затраты и получить продукцию в короткие сроки. Двухлетний оборот является наиболее распространенным, его недостаток состоит в невысокой товарной массе рыбы из-за недостатка тепла в период выращивания.

Трехлетний оборот позволяет получить рыбу более крупной массы, однако при этом увеличиваются затраты и себестоимость продукции.

Категории прудов и их отличительные особенности

Головные пруды предназначены для накопления воды с последующей подачей ее в систему производственных прудов. Место расположения головного пруда выбирается с таким расчетом, чтобы горизонт воды в нем был выше горизонта всех производственных прудов. Это позволяет обеспечить самотечное водоснабжение прудов. Размеры головных прудов определяются в зависимости от размеров производственных прудов.

Нерестовые пруды предназначены для размножения рыбы и должны отвечать оптимальным условиям для нереста, развития икры и содержания личинок. Водоснабжение прудов обязательно независимое. Пруды должны быстро спускаться. Нерестовые пруды не следует использовать для других целей, чтобы не привести к вымоканию и исчезновению на дне луговой растительности, а также из соображений профилактики заболеваний.

Мальковые пруды предназначены для подращивания личинок, пересаживаемых из нерестовых прудов или поступающих из инкубационного цеха. Для лучшего развития кормовой базы ложе мальковых прудов рекомендуется распахивать и вносить органические удобрения.

Выростные пруды служат для выращивания сеголетков. Личинки, пересаженные из нерестовых или мальковых прудов, содержатся в выростных прудах до конца вегетационного периода, затем молодь пересаживают в зимовальные пруды. Водоснабжение выростных прудов должно быть независимым, с устройством на

водоподающей системе гравийных и песчаных фильтров, а также установкой на водоподаче рыбосороуловителей.

Зимовальные пруды предназначены для зимнего содержания рыбы. Они располагаются вблизи от источника водоснабжения, что позволяет уменьшить возможность охлаждения воды в период поступления ее в пруды и прекращения водоснабжения зимовальных прудов. Для создания оптимальных условий зимовки рыбы необходимо выдерживать оптимальные глубины из расчета не менее 1 м непромерзающего слоя воды, проточность порядка 15 л/с на га. Вода источников водоснабжения должна иметь высокое содержание кислорода, низкую окисляемость, отсутствие загрязнения.

Нагульные пруды предназначены для выращивания товарной рыбы. Это наиболее крупные в хозяйстве пруды, рыбопродуктивность которых зависит от их размеров. На небольших рыбоводных прудах, где легче осуществить комплекс различных интенсификационных мероприятий, получают более высокий выход рыбной продукции. Большие глубины неблагоприятны для питания и роста карпа, что связано с более низкими температурами воды и меньшим содержанием кислорода в придонных слоях. Для обеспечения лучшей эксплуатации пруды должны быть хорошо спланированы, чтобы при спуске полностью осушаться.

Маточные пруды предназначены для летнего и зимнего содержания производителей и ремонтного молодняка. Размеры и количество прудов зависят от численности производителей.

Карантинные пруды предназначены для временного содержания больной рыбы или производителей, завозимых из других хозяйств. Их делают обязательно проточными, но у водоспуска воду (если в пруду сидит больная рыба) обеззараживают хлорированием. Располагаются такие пруды в конце хозяйства на удалении от остальных категорий прудов хозяйства.

Пруды-садки используются осенью для хранения живой рыбы, а весной — для временной передержки годовиков до их реализации. Садки используются также весной для содержания производителей до посадки их на нерест и ремонтного материала до посадки в маточные пруды.

Преднерестовые пруды предназначены для содержания производителей до высадки на естественный нерест в нерестовые пруды и для выдерживания после гипофизарных инъекций. Пруды должны находиться в непосредственной близости от инкубационного цеха, иметь хорошую проточность и при необходимости быстро спускаться.

В хозяйстве, ведущемся с трехлетним оборотом, имеется дополнительно еще одна категория прудов — **выростные пруды второго порядка**, не отличающиеся по устройству от нагульных прудов при двухлетнем обороте.

Процентное соотношение площадей прудов отдельных категорий зависит от типа, системы, оборота, мощности хозяйства, принятой технологии разведения и выращивания рыбы, степени интенсификации, рыбоводно-технологических нормативов. Площади маточных и карантинных прудов устанавливаются в зависимости от процентного соотношения прудов основных категорий. Соотношение прудов основных категорий (табл. 14) является примерным и изменяется в зависимости от особенностей технологии, уровня интенсификации отдельного прудового хозяйства.

Площадь прудов различных категорий рассчитывается по формулам, представленным в таблице 15. В случае если лимитирующим фактором является мощность источника водоснабжения, сначала определяют площадь зимовальных прудов.

При определении площади рыбоводных прудов можно использовать нормативные показатели выращивания карпа в различных рыбоводных зонах. Для этого в расчетах учитывают показатели выхода рыбы на каждом этапе, плотность посадки рыб на выращивание и естественную рыбопродуктивность прудов. Основные рыбоводные нормативы для определения площади прудов представлены в таблице 16.

Таблица 14

Примерное соотношение отдельных категорий прудов, (%)

Пруды	Полносистемное хозяйство с двухлетним оборотом	Полносистемное хозяйство с трехлетним оборотом	Рыбопитомник
Нерестовые	0,1—0,5	0,25—0,5	2—3
Выростные 1-го порядка	3—7	10—12	90—95
Выростные 2-го порядка	—	20—25	—
Зимовальные	0,2—1	3—4	3—7
Нагульные	91—96	60—65	—

Таблица 15

Формулы для определения площади прудов различных категорий

Категория пруда	Показатели, необходимые для расчета площади прудов	Формула для расчета площади
Зимовальный	Q — зимний дебит источника водоснабжения, л/с; C — планируемый водообмен, сут.; H — глубина непромерзающего слоя воды; 0,00864 — коэффициент перевода суток в секунды	$S_{\text{зим.}} = \frac{Q \times 0,00864 \times C}{H}$
Выростной	n — количество сеголетков, шт.; B — средняя масса сеголетков, кг; Π ₀ — общая рыбопродуктивность выростных прудов, кг/га; A — плотность посадки сеголетков в зимовальные пруды, шт./га	$S_{\text{выр.}} = \frac{n \times B}{\Pi_0}$ $S_{\text{выр.}} = \frac{A \times B \times S_{\text{зим}}}{\Pi_0}$

Категория пруда	Показатели, необходимые для расчета площади прудов	Формула для расчета площади
Нагульный	<p>X — количество двухлетков, шт./;</p> <p>B — планируемая средняя масса двухлетков, кг;</p> <p>b — средняя масса годовиков, кг;</p> <p>Π_o — общая рыбопродуктивность нагульных прудов, кг/га</p>	$S_{\text{наг.}} = \frac{X \times (B - b)}{\Pi_o}$
Нерестовый	<p>P — необходимое количество личинок, шт.;</p> <p>$S'_{\text{нер}}$ — площадь одного нерестовика (на 1 гнездо), м²;</p> <p>p — выход личинок от одного гнезда, шт.;</p> <p>1,3 — коэффициент запаса производителей (30 % резерв)</p>	$S_{\text{нер.}} = \frac{P \times S'_{\text{нер.}} \times 1,3}{p}$
Летний маточный (ремонтный)	<p>N — количество производителей (ремонта), сажаемых в летний маточный пруд, шт.;</p> <p>A — плотность посадки производителей (ремонта) в пруд, шт./га</p>	$S_{\text{ам.}} = \frac{N}{A}$
Зимний маточный (ремонтный)	<p>N — количество производителей (ремонта), сажаемых в зимний маточный пруд, шт.;</p> <p>B — средняя масса производителей или ремонта (по группам), кг;</p> <p>A — плотность посадки производителей (ремонта) на зимовку, кг</p>	$S_{\text{зим.}} = \frac{N \times B}{A}$

**Нормативные показатели выращивания карпа
в прудовых хозяйствах**

Показатель	Зоны рыбоводства						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Естественная рыбопродуктивность прудов, кг/га	70	120	150	200	220	240	260
Общая средняя рыбопродуктивность выростных прудов 1-го порядка, кг/га	800	900	980	1050	1130	1260	1260
Выход личинок от одного гнезда, тыс. шт.	70	80	90	100	110	120	120
Соотношение самок и самцов в одном гнезде	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2
Площадь нерестовика на одно гнездо производителей, га	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Средняя масса, кг:							
сеголетков	0,025	0,025	0,025	0,027	0,027	0,03	0,03
двухлетков (товарных)	0,35	0,37	0,4	0,43	0,46	0,5	0,5
двухлетков	0,55	0,65	0,80	1,0	1,3	1,3	1,3
трехлетков	1,4	1,6	1,8	2,3	2,5	2,6	2,6
четырёхлетков	2,3	2,6	2,9	3,5	3,7	3,8	3,8
пятилетков	3,2	3,6	4,0	4,7	—	—	—
производителей	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Плотность посадки личинок в выростные пруды, тыс. шт./га	50	55	60	60	65	65	65
Плотность посадки сеголетков в зимовальный пруд, тыс. шт./га	500	550	600	650	700	750	800

Плотность посадки годовиков в нагульные пруды, тыс. шт./га	3,1	3,6	4,0	4,0	3,9	3,8	3,8
Плотность посадки производителей и ремонта в зимовальные пруды, ц/га	100	100	100	100	100	100	100
Плотность посадки в летне-ремонтные пруды:							
годовиков, шт./га	1000	1100	1200	1300	1400	1400	1400
двухгодовиков, гол./га	450	500	550	575	600	600	600
трехгодовиков, гол./га	300	320	350	375	400	400	400
четырёхгодовиков, гол./га	150	170	200	200	—	—	—
производителей, гол./га	100	120	150	175	200	200	200
Выход рыбы из прудов, %:							
сеголетков	65	65	65	65	65	65	65
годовиков	70	75	75	80	80	85	85
двухлетков	85	85	85	85	85	85	85
ремонта	90	90	90	90	90	90	90
производителей	95	95	95	95	95	95	95

Задание:

1. Рассчитать площади отдельных категорий прудов для полносистемного карпового хозяйства, расположенного в Ставропольском крае, при плане реализации товарной продукции 3000 т.

2. Определить общую площадь и площадь отдельных категорий прудов в строящемся полносистемном хозяйстве на территории 650 га в Саратовской области.

3. Рассчитать площади отдельных категорий прудов для полносистемного карпового хозяйства, расположенного в VI зоне товарного рыбоводства, для ежегодного производства 120 т карпа.

4. Прудовое хозяйство, расположенное в Краснодарском крае, закупило 1,2 млн шт. годовиков карпа. Рассчитать объем товарной продукции (товарные двухлетки, шт., т) и площадь нагульных прудов.

5. Рассчитать, какое количество и массу товарной рыбы (карпа) можно получить в хозяйстве, расположенном в Краснодарском крае. Количество производителей 300 шт. Определить площадь прудов всех категорий.

6. Рассчитать, какое количество и массу двухлетков можно получить в хозяйстве, расположенном в Ростовской области. Количество сеголетков 30000 шт. Определить площадь выростных, зимовальных и нагульных прудов.

7. Хозяйство расположено в I зоне товарного рыбоводства. Его производственная мощность оставляет 150 т товарных двухлетков карпа. Определить количество производителей при заводском способе получения потомства, площадь летних маточных прудов, рыбопродуктивность нагульных прудов.

8. Рыбное хозяйство расположено в IV зоне товарного рыбоводства. Площадь зимовальных прудов составляет 0,3 га. Рассчитать: количество годовиков, необходимых для зарыбления нагульных прудов, площадь нагульных прудов, плотность посадки годовиков, рыбопродуктивность и рыбопродукцию нагульных прудов.

9. Рыбное хозяйство расположено во II зоне выращивания. Площадь выростных и нагульных прудов составляет 100 га (соотношение 1:7). Определить потребность в посадочном материале (личинки и годовики), рыбопродукцию и рыбопродуктивность нагульных прудов.

Контрольные вопросы:

1. В чем отличие полносистемных и неполносистемных прудовых хозяйств?

2. Что такое оборот?

3. Назовите основные категории прудов полносистемных хозяйств с двухлетним и с трехлетним оборотом выращивания товарной рыбы.

4. Перечислите основные преимущества и недостатки одно-, двух- и трехлетнего оборота.

5. Обозначьте назначение и отличительные особенности каждой категории прудов в полносистемном и неполносистемном карповом хозяйстве.

6. Пруды каких категорий необходимы в хозяйствах-рыбопитомниках?

Тема 6. Расчет водопотребления в хозяйствах различного типа

Цель: Изучить методы расчета водопотребления в рыбоводных хозяйствах разного типа.

6.1. Расчет расхода воды в бассейнах по потреблению кислорода и выделению углекислого газа [14]

Условия водообмена в бассейнах определяются комплексом факторов. Один из них — интенсивность потребления кислорода выращиваемыми рыбами (приложения 1, 2).

Расход воды по кислороду (Q) в садках или бассейнах рассчитывается по следующей формуле:

$$Q = \frac{\sum O_2}{O'_2 - O''_2} = \frac{O_2 \times P}{O'_2 - O''_2}; \text{ л/с,}$$

где $\sum O_2$ — количество O_2 , расходуемое на дыхание рыб в секунду, мг O_2 /с;

P — масса находящейся в садке рыбы, кг;

O_2 — потребление O_2 рыбой в мг/с на 1 кг массы;

O'_2 — содержание кислорода в притекающей воде, мг/л;

O''_2 — допустимое содержание кислорода в воде садка или бассейна, мг/л (табл. 18).

Процесс водообмена включает также удаление свободной углекислоты (наряду с другими продуктами обмена). Расход воды по свободной углекислоте (Q') можно рассчитать по формуле:

$$Q' = \frac{\sum CO_2}{CO''_2 - CO'_2}; \text{ л/с,}$$

где Q' — расход воды по свободной углекислоте, л/с;

$\sum CO_2$ — количество свободной углекислоты, выделяемое при дыхании всей рыбой в мг/с, определяется исходя их респирационного коэффициента (RQ), равного:

$$RQ = \frac{\sum CO_2}{\sum O_2} = 0,71,$$

где $\sum CO_2 = \sum O_2 \times 0,71$ при энергетическом обмене за счет окисления жиров;

CO'_2 — содержание свободной углекислоты в притекающей воде, мг/л;

CO''_2 — допустимое содержание свободной углекислоты в воде садка или бассейна, мг/л (табл. 18).

В тех случаях, когда удаление CO_2 обеспечивается значительно меньшим расходом, чем это требуется для поддержания необходимого кислородного режима, может оказаться целесообразным повысить содержание O_2 в притекающей воде путем аэрации, что позволит уменьшить расход воды.

Для определения необходимой концентрации O_2 в аэрируемой воде O_{2a} при уменьшении расхода воды можно воспользоваться формулой:

$$O_{2a} = \frac{\sum O_2 + O'_2 + Q'}{Q'}, \text{ мг}O_2/\text{л},$$

где O_{2a} — концентрация O_2 в аэрируемой воде, мг O_2 /л;

$\sum O_2$ — количество O_2 , расходуемое на дыхание рыб в секунду, мг O_2 /с;

O'_2 — содержание кислорода в притекающей воде, мг/л;

Q' — расход воды по свободной углекислоте, л/с.

Насыщение воды кислородом при нормальном атмосферном давлении зависит от температуры воды (приложение 2). Для определения интенсивности потребления O_2 (обмена) при температурах, отличных от 20 °С, следует разделить величину потребления O_2 при 20 °С (табл. 17) на температурную поправку q (табл. 19).

Таблица 17

Интенсивность потребления кислорода рыбами при массе 1 кг

Виды рыб	Потребление O_2 при 20 °С
Осетровые	0,042
Лососевые	0,038
Карповые	0,033

Таблица 18

Допустимое содержание в воде O_2 и свободной углекислоты для промысловых рыб

Название рыб	мг O_2 /л	мг CO_2 /л
Осетровые	6,0	10
Лососевые	8,0	10
Проходные карповые	6,5	10
Полупроходные карповые	4,0	10
Судак	5,0	10

Таблица 19

Таблица температурных поправок (q) для приведения значений обмена к 20 °С

t, °С	Q	t, °С	q						
5	5,19	10	2,67	15	1,57	20	1,00	25	0,659
6	4,55	11	2,40	16	1,43	21	0,92	26	0,609
7	3,96	12	2,16	17	1,31	22	0,847	27	0,563
8	3,48	13	1,94	18	1,20	23	0,749	28	0,520
9	3,05	14	1,74	19	1,09	24	0,717	29	0,481
								30	0,444

Задание:

1. В бассейн необходимо посадить производителей осетра общей массой 200 кг. Определить проточность воды (расход воды) в бассейне по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде равна соответственно 8 и 1 мг/л, а температура воды составляет 14 °С. До какого уровня нужно аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

2. В бассейн планируется посадить производителей рыбца общей массой 60 кг. Определить проточность воды в бассейне по

кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде равна соответственно 7 и 2 мг/л, а температура воды составляет 20 °С. До какого уровня нужно аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

3. В бассейн необходимо посадить производителей леща общей массой 80 кг. Определить проточность воды в бассейнах по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде с температурой 17 °С равна соответственно 7 и 2,5 мг/л. До какого уровня следует аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

4. В бассейн необходимо посадить производителей судака общей массой 90 кг. Определить проточность воды в бассейне по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде с температурой 8 °С равна соответственно 12 и 0,5 мг/л. До какого уровня следует аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

5. В бассейн будут посажены производители пеляди общей массой 120 кг. Определить проточность воды в бассейне по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде с температурой 5 °С соответственно равна 10 и 1 мг/л. До какого уровня нужно аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

6. В бассейн будут посажены производители муксуна общей массой 110 кг. Определить проточность воды в бассейне по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде с температурой 5 °С равна соответственно 11 и 0,5 мг/л. До какого уровня нужно аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

7. В бассейн планируется посадить производителей семги общей массой 200 кг. Определить проточность воды в бассейне по кислороду и свободной углекислоте, если концентрация O_2 и CO_2 в притекающей воде с температурой 6 °С равна соответственно 10 и 1 мг/л. До какого уровня нужно аэрировать воду в случае уменьшения проточности?

6.2. Расчет водопотребления в хозяйствах прудового типа

Количество воды, необходимое для работы прудового хозяйства, складывается из следующих параметров:

- расхода воды на наполнение прудов — $Q_{\text{нап.}}$,
- расхода воды на водообмен — $Q_{\text{в.}}$,
- расхода воды на насыщение ложа прудов — $Q_{\text{нас.}}$,
- потерь воды на фильтрацию сквозь ложе прудов — $Q_{\text{ф.}}$,
- испарения воды с поверхности.

Расход воды на наполнение прудов определяется по формуле:

$$Q_{\text{нап.}} = \frac{S \times H_{\text{ср.}}}{t \times 86400} ; \text{ л/с,}$$

где $Q_{\text{нап.}}$ — расход воды на наполнение прудов, л/с;

S — площадь прудов, м²;

$H_{\text{ср.}}$ — средняя глубина прудов данной категории, м;

86400 — коэффициент перевода суток в секунды;

t — время наполнения прудов водой до нормативной отметки, сут.

Расчет расхода воды на водообмен производят по формуле:

$$Q_{\text{в.}} = \frac{S_{\text{кат.}} \times H_{\text{ср.}} \times 1000}{t_{\text{вод.}} \times 86,4} ; \text{ л/с,}$$

где $Q_{\text{в.}}$ — расход воды на водообмен, л/с;

$S_{\text{кат.}}$ — площадь прудов определенной категории, га;

$H_{\text{ср.}}$ — средняя глубина прудов данной категории, м;

1000 — переводной коэффициент;

86,4 — переводной коэффициент времени;

$t_{\text{вод.}}$ — время водообмена в прудах, сут.

Расход воды на насыщение ложа прудов определяют по формуле:

$$Q_{\text{нас.}} = \frac{W_{\text{нас.}}}{t_{\text{нас.}}} ; \text{ л/с,}$$

где $Q_{\text{нас.}}$ — расход воды на насыщение ложа прудов, л/с;

$W_{\text{нас.}}$ — объем воды, необходимый для насыщения ложа прудов, л;

$t_{\text{нас.}}$ — время насыщения зоны аэрации грунтов ложа прудов (может быть равно времени наполнения прудов — приложение 1), с.

Объем воды, необходимый для насыщения ложа прудов ($W_{\text{нас.}}$) определяют по формуле:

$$W_{\text{нас.}} = \mu \times S \times h_{\text{гр.}}, \text{ л,}$$

где μ — коэффициент недостатка насыщения грунта (разность между пористостью и естественной влажностью грунта), для суглинистых и глинистых почв равен 0,06 и 0,07;

S — площадь поверхности водного зеркала прудов, м²;

$h_{\text{гр.}}$ — средняя глубина залегания грунтовых вод от дна пруда, м.

При расчете затрат воды учитывают также потери за счет фильтрации ($Q_{\text{ф}}$):

$$Q_{\text{ф.}} = H \times S_{\text{кат.}}, \text{ л/с,}$$

где H — норма потерь на фильтрацию сквозь ложе и испарение с водной поверхности (л/с × га).

$S_{\text{кат.}}$ — площадь прудов определенной категории, га.

Общий расход воды в прудах с учетом потерь (Q) составит:

$$Q = Q_{\text{нап.}} + Q_{\text{в.}} + Q_{\text{ф.}}$$

При учете потерь на фильтрацию, пропитку ложа прудов, испарение и транспирацию воды растениями можно использовать ориентировочные средние данные по сумме всех потерь воды при эксплуатации рыбоводных прудов по условным климатическим зонам. В разных рыбоводных зонах потери различаются. Так, по Северо-Западному региону они составляют 0,6 л/с на 1 га, в средней полосе — 0,7 л/с на 1 га, в южных районах — 0,9 л/с на 1 га.

Задание:

1. Найти общий расход воды в хозяйстве-питомнике, если имеются 9 нерестовых прудов площадью 0,1 га, 2 выростных с площадью 12 и 11,2 га, летний маточный пруд — 0,4 га и летний ремонтный — 0,2 га. Предприятие расположено в VI зоне рыбоводства.

2. Найти площадь нагульных прудов и расход воды в товарном хозяйстве, необходимые для выращивания товарных двухлетков в течение одного лета в VI зоне рыбоводства, если количество посадочного материала (годовики) составляет 828000 шт. со средней массой 27 г.

3. Определить расход воды для наполнения зимовальных прудов в количестве 7 шт. с общей площадью 2,2 га и средней глубиной 2,2 м. Время наполнения одного пруда — сутки.

4. Определить площадь нерестовых прудов и общий расход воды в питомнике для получения 40000 шт. сеголетков. Для расчетов использовать нормативы для VI зоны рыбоводства.

5. Определить площадь и расход воды на наполнение и водообмен зимовальных прудов для зимовки сеголеток в прудовом хозяйстве. Зимний дебит источника водоснабжения равен 24 л/с, планируемый водообмен 10 суток, VI зона товарного рыбоводства.

6.3. Расчет водопотребления в бассейнах, лотках, питомниках и канавах

При выращивании рыб в хозяйствах индустриального типа очень важно обеспечивать предприятие достаточным количеством воды. Как правило, высокий уровень водообмена в рыбоводных емкостях не только доставляет рыбе достаточное количество растворенного в воде кислорода, но и осуществляет вынос из бассейна большей части продуктов обмена рыб и различных взвешенных частиц.

В зависимости от конструкции бассейнов расчет затрат воды производится по разному.

Для рыбоводных емкостей прямоугольной и квадратной формы при определении расхода воды следует использовать формулу:

$$Q = \frac{V \times L \times h \times 1000}{t} ; \text{ л/мин,}$$

для бассейнов круглой формы:

$$Q = \frac{h \times 3,14 \times R^2 \times 1000}{t}; \text{ л/мин,}$$

где Q — расход воды, л/мин;

B — ширина бассейна, м;

L — длина бассейна, м;

h — уровень воды в бассейне, м;

t — время наполнения бассейна, время полной смены воды в бассейне, мин;

R — радиус бассейна круглой формы, м.

Таблица 20

Нормативный расход воды при выращивании в бассейнах (л/мин.)

Стадия развития	Атлантический лосось	Радужная форель	Осетровые	Сиговые
Инкубация на 10 тыс. икринок (личинок)	2—3	0,2—2,5	2—6 на 1 кг икры	0,08—0,10
Выдерживание личинок	1,0—1,3 на 1 кг	0,2—2,5	4—5	2—15
Мальки (на 1000 шт.)	0,5—0,7 на 1 кг	0,25—4,5	6—7	4—6
Сеголетки (на 1 кг массы)	0,4—0,5	0,9—1,3	1—2	6—8
Двухлетки	—	10—95 (на 1000 шт.)	1—2	4—7

При определении расхода воды в водоемах продольного типа необходимо учитывать скорость течения и время полной смены воды, которое рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{L}{v},$$

где t — время смены воды в канале, с;

L — длина канала (питомника, канавы), см;

v — скорость течения воды в канале, см/с.

Расход воды в каналах, питомниках и подобных им рыбоводных емкостях определяют по формуле:

$$Q = \frac{V \times L \times h \times 1000}{t},$$

где Q — расход воды в одном канале, л/с;

V — ширина канала, м;

L — длина канала, м;

h — глубина канала (уровень наполнения), м;

t — время смены воды в канале, с.

Задание:

1. Определить расход воды в хозяйстве по выращиванию товарной форели (1+) в количестве 20000 шт. Масса начальная 200 г, конечная 1000 г. Плотность посадки 10 кг/м², длительность выращивания 80 суток. Размеры бассейнов: диаметр 5 м, глубина 1 м, время смены воды 15 мин.

2. Какой расход воды на один питомный канал необходим во время выклева и выдерживания свободных эмбрионов кеты и горбуши, если длина питомного канала 19 м, глубина 0,1 м, ширина 2 м, скорость течения воды во время выклева 1 см/с, во время выдерживания — 0,8 см/с для эмбрионов кеты и 0,5 см/с — для горбуши.

3. Какой расход воды необходим для выращивания сеголетков осетра в круглых бассейнах объемом 4 м³, если время полной смены воды 45 мин.? Какую плотность посадки сеголетков можно использовать при таких показателях водообмена?

4. Нормативный расход воды в лотках (длина 3,85 м, ширина 0,56 м, глубина 40 см) при выращивании осетра с массой 3 г составляет 2 л/мин. Какой должна быть скорость течения в лотках?

5. Сколько воды (Q) необходимо подавать в питомный канал длиной 19 м, шириной 2 м, глубиной 0,1 м для создания скорости течения 1 см/с?

6. Во время инкубации икры горбуши в питомных каналах скорость течения должна поддерживаться на уровне 1,5 см/с. Рассчитать расход воды для одного канала с длиной 19 м, шириной 2 м, глубиной 0,1 м.

7. Расход воды в питомных каналах (размеры: L — 19 м, В — 2 м, h — 0,1 м) во время выдерживания предличинок лососевых составляет 50—60 л/мин. Определите время полной смены воды в канале и скорость течения, необходимые для создания оптимальных условий выдерживания.

Контрольные вопросы:

1. Какие методы расчета потребности воды применяют в рыбоводстве?

2. Из каких параметров складывается баланс воды в прудовом хозяйстве?

3. Каким образом содержание кислорода в воде влияет на расход воды при выращивании рыбы?

4. Какие потери воды учитывают при расчете водопотребления в прудовых хозяйствах?

5. Каким образом расход воды связан с плотностью посадки рыб?

Тема 7. Товарное осетроводство

Цель: Изучить основные рыбоводно-биологические показатели товарного выращивания осетровых.

В современных условиях определились три основных направления развития товарного осетроводства:

- индустриальное осетроводство — выращивание товарной продукции в бассейнах, садках, установках замкнутого водоснабжения;
- выращивание осетровых до товарной массы в обычных рыбоводных прудах в моно- и поликультуре;
- полноциклическая пастбищная аквакультура — зарыбление озер, ильменей, водохранилищ молодь осетровых рыб и выращивание из нее товарной рыбы на естественных кормах.

Основными объектами товарного осетроводства являются: бестер, сибирский осетр, русский осетр, остер, стерлядь, веслонос. В настоящее время объем производства товарных осетровых в России увеличивается в основном за счет продукции тепловодных индустриальных хозяйств, а также развития пастбищной аквакультуры.

Наличие большого количества крупных энергетических предприятий, в процессе эксплуатации которых вырабатывается значительный объем подогретой воды, пригодной для использования в рыбоводных целях, создает реальные предпосылки для дальнейшего развития индустриального рыбоводства. Также актуальным является садковое выращивание осетровых для получения товарной продукции. При соблюдении нормативов и поддержании оптимальных параметров водной среды, в которой размещаются садки, можно эффективно и быстро получать продукцию осетровых (товарная рыба, посадочный материал, пищевая икра) очень высокого качества.

Так как осетровые обладают высокой адаптационной пластичностью, то они могут проявлять самые различные качества при товарном выращивании. Скорость их роста может сильно варьировать в зависимости от температурного режима. Так, оптимальными условиями для выращивания являются водоемы

с температурой воды 18—25 °С. При выращивании в таком температурном режиме в условиях УЗВ товарной массы 1,2—2 кг осетры или их гибриды могут достигать в течение 12—18 месяцев. В условиях естественных температурных режимов, например, при использовании садкового метода, рост осетровых менее интенсивный. Так, рыбу с товарной массой 1,2—1,5 кг можно получать через два-три сезона выращивания.

Очень популярным методом выращивания осетровых (ленского осетра, стерляди и гибрида белуги и стерляди — бестера) является использование теплых вод ГРЭС и других энергетических объектов. В водоемах-охладителях устанавливаются садковые линии и круглогодично содержится молодь, выращивается товарная рыба и производители осетровых. Высокая температура воды в летний и зимний периоды позволяют выращивать осетровых значительно быстрее. Так, скорость роста осетров при этом способе в 7—9 раз выше, чем в естественных температурных условиях.

При обеспечении оптимальных условий содержания (температура воды 18—25 °С и содержание растворенного в воде кислорода не менее 5 мг О₂) осетровые проявляют очень высокую пищевую активность. В начале подращивания молоди осетровых самым лучшим кормом является артемия. Постепенно живой корм заменяют на гранулированные корма, разработанные специально для осетровых. Также можно использовать пастообразные корма на основе рыбного фарша и отходов производства рыбных товаров. Но приготовление и использование этих кормов сопровождается высокими затратами труда и поэтому применяется только для производителей осетровых. Для кормления при индустриальных методах выращивания можно использовать различные кормораздатчики. Состав кормов должен соответствовать пищевым потребностям осетровых.

**Нормативы по товарному выращиванию осетровых
в бассейнах и садках**

Показатель	Норматив
Выращивание сеголетков в бассейнах	
Начальная масса, г	3
Конечная масса, г	350
Плотность посадки в начале выращивания, тыс. шт./м ²	0,5
Плотность посадки в конце выращивания, шт./м ³	40
Температура воды, °С	20—26
Кратность полного водообмена в бассейне, раз/ч	2
Продолжительность выращивания, сут.	130
Выживаемость сеголетков от молоди массой 3 г, %	75
Расход корма, кг/кг прироста	1,2—1,4
Плотность посадки сеголетков в бассейны на зимовку, кг/м ²	25
Выживаемость годовиков после зимовки, %	95—98
Потеря массы тела за зимовку, %	10—15
Товарное выращивание двухлетков в бассейнах и садках	
Начальная масса, г	300—350
<i>Конечная масса, г:</i>	
бассейны	1400—1600
садки	1300—1500
<i>Плотность посадки в начале выращивания, кг/м²:</i>	
бассейны	15
садки	8—10
<i>Плотность посадки в конце выращивания, кг/м²:</i>	
бассейны	20
садки	25—30
<i>Продолжительность выращивания, сут.:</i>	
бассейны	190
садки	200—210
<i>Выживаемость, %:</i>	
бассейны	95—98
садки	95
<i>Расход корма, кг/кг прироста:</i>	

Показатель	Норматив
бассейны	1,4—1,6
садки	1,1—1,3
Суточные нормы кормления для садков, % от биомассы	0,2—3,0
Периодичность определения биомассы, сут.	14
Кратность ручного кормления для садков, раз/сут.	4—2
<i>Плотность посадки двухлетков на зимовку, кг/м²:</i>	
бассейны	30
садки	30

Задание:

Определить в каждом из предложенных вариантов (табл. 22) с учетом нормативов (табл. 21):

- общую массу товарной продукции (двухлетки осетра) в конце второго сезона выращивания;
- общее количество двухлетков;
- расход кормов;
- необходимую площадь бассейнов и садков по каждому сезону выращивания;
- рыбопродуктивность бассейнов и садков (выход продукции с единицы площади).

Результаты представить в виде таблицы 24.

Таблица 22

Варианты для расчетов

Виды рыб	Количество сеголетков, тыс. шт									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Русский осетр	220	120	160	320	155	230	560	138	560	130
Сибирский осетр	500	460	340	120	220	540	280	250	100	110

Результаты выращивания

Показатели	Возрастная группа		
	Сеголетки	Годовики	Двухлетки
Выход продукции в конце сезона: % тыс. шт. общая масса, т			
Затраты кормов, т			
Необходимая площадь: бассейнов, м ² прудов, га			
Рыбопродуктивность, кг(т): с 1 га прудов с м ² бассейнов			

Контрольные вопросы:

1. Какие виды осетровых наиболее часто используются в товарном рыбоводстве?
2. Какие виды осетровых выращивают прудовым методом?
3. Перечислите основные способы выращивания осетровых?
4. Перечислите основные этапы получения посадочного материала осетровых.
5. Какие виды гибридов осетровых чаще всего используются в товарном рыбоводстве?
6. Охарактеризуйте оптимальные условия для выращивания осетровых.
7. Дайте рыбоводно-биологическую характеристику осетровых.

Тема 8. Товарное форелеводство

Цель работы: Ознакомиться с технологией ведения полносистемного форелевого хозяйства, освоить методику расчета требуемых площадей для различных возрастных групп форели при заданной мощности хозяйства.

Современное полносистемное форелевое хозяйство основано на применении высокоинтенсивных технологий с концентрированным выращиванием рыбы при обеспечении оптимальных условий окружающей среды.

Основными объектами товарного форелеводства является радужная форель и ее породы. Для получения товарной продукции могут использоваться различные способы выращивания: пруды, садки, бассейны.

Форелевые прудовые хозяйства располагаются на небольших земельных участках и могут быть полносистемными и неполносистемными. В полносистемном хозяйстве имеются все категории прудов или садков (маточные, нагульные, выростные, зимовальные и др.), инкубационный цех и другие сооружения, позволяющие осуществлять в одном хозяйстве весь цикл производства товарной продукции. Такие хозяйства имеют свой посадочный материал и работают с двухлетним оборотом.

Неполносистемное хозяйство может быть воспроизводственным комплексом, питомником или нагульным хозяйством. В воспроизводственном комплексе основной продукцией может быть оплодотворенная икра, подрощенная молодь форели, а также сеголетки. Воспроизводственный комплекс должен иметь большие площади для содержания и выращивания ремонтно-маточного стада, большой инкубационный цех и большое количество рыбоводных емкостей для подращивания личинок и выращивания молоди.

В питомнике выращивают посадочный материал для нагульных хозяйств, используют либо привезенную икру, либо икру, полученную от собственных производителей. Основными здесь являются выростные, зимовальные пруды, лотки, бассейны, садки для выращивания сеголетков и годовиков. В воспроизводственном комплексе и питомнике отсутствуют нагульные пруды и садки.

Нагульное хозяйство имеет нагульные и зимовальные пруды или бассейны, садки, необходимые вспомогательные помещения. В таком хозяйстве отсутствуют выростные пруды и воспроизводственный комплекс.

Общая характеристика прудов (бассейнов) форелевого хозяйства представлена в табл. 24.

Таблица 24

Характеристика прудов (бассейнов) в форелевом хозяйстве

Категория прудов	Площадь пруда, га	Соотношение площадей, %	Водообмен, л/сек
Выростные	0,2—0,5	60	10—15
Нагульные	0,3	20	0,5
Маточные	0,1—0,2	5	10—15
Ремонтные	0,1—0,3	10	10—15
Карантинные	0,02—0,2	5	0,5—15

В полносистемном форелевом хозяйстве весь производственный процесс разделяется на получение посадочного материала и выращивание товарной продукции.

Процесс получения посадочного материала включает подготовку производителей; получение, оплодотворение и инкубацию икры; выдерживание и подращивание личинок; летнее выращивание мальков в выростных прудах, садках или бассейнах; регулярную сортировку молоди; пересадку сеголетков на зимовку.

Выращивание товарной продукции включает выращивание товарной рыбы в нагульных прудах или садках с кормлением и сортировкой, вылов и реализацию товарной рыбы. Некоторые товарные хозяйства выращивают крупную форель с целью получения не только рыбы, но и пищевой икры. Для этого производственный цикл увеличивается еще на один год.

В процессе выращивания молоди ее регулярно кормят стартовыми комбикормами. Во избежание каннибализма молодь регулярно сортируют. Первую сортировку молоди форели проводят по достижении массы 1 г.

Плотность посадки мальков в бассейны для выращивания составляет 1,5 тыс. шт./м². В прудах плотность посадки мальков форели составляет от 100 до 600 шт./м².

Отход сеголетков форели за период выращивания в бассейнах составляет 30—35 %.

В октябре-ноябре, при температуре воды 4—5 °С, проводят полный облов бассейнов и прудов. За первое лето радужная форель вырастает до массы более 100 г. После обработки и сортировки сеголетков размещают на зимнее выращивание в бассейны или пруды.

В связи с тем, что форель в зимний период не перестает питаться, целесообразно получать ее прирост, поддерживая температуру воды в прудах на уровне 2—3 °С. При такой температуре плотность посадки сеголетков в бассейны должна быть около 10—20 кг/м³. Сеголетков в зимнее время можно содержать в выростных и нагульных прудах с плотностью посадки 200—250 шт./м². Кормить форель при температуре воды в прудах 2—3 °С и выше нужно каждый день, а при более низких температурах — два-три раза в неделю. Выход годовиков после зимовки составляет 90 %.

Двухлетков в полносистемном форелевом хозяйстве выращивают в бассейнах, прудах, сетчатых садках с плотностью 300—350 шт./м³.

Выращивание товарной форели заканчивают при снижении температуры воды до 6—4 °С. Рыбопродукция в бассейнах в конце выращивания может достигать 50—75 кг/м³, в прудах — 20—35 кг/м³. Отход двухлетков форели за период выращивания не должен превышать 10 %. Товарной может считаться форель с массой от 1 кг. Для получения более крупной рыбы с массой более 2 кг ее выращивают еще один год и реализуют трехлетков форели. При этом дополнительной продукцией является пищевая икра форели. Для получения большего количества икры можно использовать посадочный материал форели только женского пола.

В настоящее время более популярным способом выращивания форели считается садковый метод. Садки устанавливают на понтонах в естественных водоемах с хорошим гидрохимическим и гидрологическим режимом. Садки с форелью могут располагаться изолированно или могут быть объединены в садковые линии.

Количество выращиваемой рыбы зависит от температурного и кислородного режима водоема. В хозяйствах Северо-Западного региона обычно применяют плотность посадки до 20—30 кг/м³.

Форма и размеры садков могут быть самыми разнообразными. В больших озерах и морях используют более прочные и вместительные конструкции садков. Объем одного морского садка может достигать 250 тыс. м³ и вмещать огромное количество рыбы. Такие садки, как правило, используются в открытых морских акваториях. Во внутренних водоемах чаще применяют садки меньшего объема. Диаметр их может достигать 50 м, глубина — 30 м. В малых озерах, водохранилищах и реках используют садки с глубиной от 2—3 до 15 м.

Наиболее экономичными являются крупные садковые хозяйства, мощностью более 300 т товарной форели. Также для садкового выращивания форели могут использоваться водоемы-охладители электростанций. В них выращивают товарную (порционную) форель с осени до весны. В этих условиях годовики с начальной массой 7—12 г достигают за зиму товарной массы 200 г.

При выращивании форели применяют интенсивное кормление. Поскольку форель — хищник, то ее кормят главным образом кормами, состоящими из компонентов животного происхождения.

В таблице 25 представлены основные нормативы выращивания товарной форели.

Таблица 25

Условия выращивания товарной форели

Показатель	Нормативное значение		
	Пруды	Садки	Бассейны
Площадь, м ²	до 500	до 15	до 30
Глубина, м	1	3—5	0,8
Плотность посадки, шт./м ²	75	до 250	до 350
Водообмен, мин.	60	—	10—15
Предельная скорость течения, м/с	—	0,5	—
Конечная продукция, кг/м ³	3,0	50	50

**Рыбоводно-биологические показатели работы
полносистемного форелевого хозяйства**

Показатели	Значение
Рабочая плодовитость самок, икр.	3000—5000
Соотношение производителей в маточном стаде	1:1
Ежегодная выбраковка производителей, %	25—30
Созревание производителей, %	75—85
Резерв производителей, %: самок самцов	50 30
Оплодотворяемость икры, %	95
Выход свободных эмбрионов, %	75—85
Выход личинок, %	90
Выход мальков, %	85
Выживаемость сеголетков, %	90
Выживаемость годовиков, %	95
Выживаемость двухлетков, %	95
Выживаемость двухгодовиков, %	97
Выживаемость трехлетков, %	98
Расход корма на прирост (кормовой коэффициент): сеголетки двухлетки трехлетки	0,8—1,0 1,0—1,2 1,1—1,3
Прирост живой массы за сезон, раз: сеголетки двухлетки трехлетки	10—12 5—7 1,5—3

Задание:

Определить в каждом из предложенных вариантов (табл. 27) с учетом нормативов:

1. Общее количество товарной продукции (двухлетки форели) в конце второго сезона выращивания.

2. Необходимое количество годовиков, сеголетков, мальков, личинок, предличинок, икры и производителей (с учетом выхода рыбы на каждом этапе, рабочей плодовитости самок и резерва производителей).

3. Количество инкубационных аппаратов, необходимое для инкубации икры форели.

4. Расход кормов для всех возрастных групп.

5. Необходимую площадь бассейнов и садков по каждому сезону выращивания.

6. Рыбопродуктивность бассейнов и садков (выход продукции с единицы площади).

Результаты представить в виде таблицы.

Таблица 27

Варианты для расчета

Вариант	Мощность, т	Вариант	Мощность, т
1	60	9	600
2	80	10	750
3	100	11	900
4	150	12	1100
5	200	13	1200
6	250	14	2000
7	350	15	2350
8	500	16	2500

Вопросы для самоконтроля:

1. Опишите технологию получения половых продуктов производителей форели.

2. В чем состоят основные отличия тепловодных и холодноводных форелевых хозяйств?

3. Какие методы применяют для выращивания радужной форели?

4. Перечислите основные биологические особенности радужной форели.

5. Какие требования к водоемам предъявляют при выращивании радужной форели?

6. Какие инкубационные аппараты используют для инкубации икры радужной форели?

7. Перечислите основные этапы получения посадочного материала и товарной рыбы на примере радужной форели.

8. Перечислите основные породы радужной форели.

Тема 9. Организация кормления рыб в товарном рыбоводстве

Цель: Изучить основы кормления разных видов рыб в товарном рыбоводстве. Изучить методы расчета суточных рационов, затрат кормов и эффективности кормления рыб.

Питание является основой обмена веществ и следовательно жизни любого организма. Вещество и энергия, поступающие в организм в виде пищи, трансформируются в пищеварительном тракте и обеспечивают все жизненные функции. Одна часть вещества и энергии пищи используется на рост (пластический обмен), а другая — на выполнение функциональной деятельности (функциональный обмен). Важной задачей кормления является мобилизация питательных веществ на пластический обмен.

Основой современного товарного рыбоводства является рациональное кормление рыбы. Роль кормления неуклонно возрастает по мере повышения уровня интенсификации рыбоводных процессов. За счет кормов и кормления получают от 70 % продукции в прудовых хозяйствах до 100 % продукции в индустриальных хозяйствах. Затраты на комбикорма при выращивании товарных рыб составляют не менее половины общих затрат [8].

Пищевое значение кормов оценивается с нескольких позиций:

- Корм должен быть доступным по размерам и находиться в необходимой концентрации, чтобы рыба могла его легко найти и потреблять без значительных затрат энергии.
- Корм должен находиться в местах, доступных для рыб, и в то время, когда они испытывают в нем потребность.
- Корм должен быть привлекательным по вкусу и цвету, иметь химически полноценный состав, легко перевариваться и усваиваться в необходимом количестве.
- Корм должен обеспечивать все энергетические потребности организма, нормальное развитие и максимальную скорость роста.

В естественных водоемах рыба обеспечена пищей за счет естественных кормовых организмов, причем количество рыб регулируется количеством пищи. В условиях рыбоводных предприятий естественные кормовые организмы могут обеспечить лишь

часть пищевого рациона. Например, в рыбоводных прудах эта часть составляет не более 20—25 % прироста, тогда как основная часть (75—80 % прироста) происходит за счет кормления рыбы специальными комбикормами. При других формах товарного рыбоводства, в особенности индустриального рыбоводства, то есть разведения и выращивания рыбы в садках, бассейнах, небольших проточных прудах, весь прирост рыбы возможен только за счет кормления специальными комбикормами.

Быстрый рост рыб и высокая продуктивность возможны только в том случае, если рыбы обеспечены необходимым количеством питательных веществ: протеина, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов и некоторых других биологически активных веществ — и получают достаточное количество энергии для своих жизненных функций.

Потребность в питательных веществах у рыб меняется в зависимости от их видовой принадлежности, возраста, массы тела, упитанности, условий содержания, физиологического состояния, состава корма, условий внешней среды. Потребность рыб в пище определяется генетически обусловленным уровнем обмена веществ; потребление корма регулируется комплексом условных рефлекторных связей, которые у всех живых существ можно обобщенно определить как аппетит. Аппетит вызывает секрецию пищеварительных ферментов, способствует перевариванию и усвоению питательных веществ корма. В то же время аппетит зависит от содержания в крови продуктов промежуточного обмена, уровня усвоения их клетками тела, от цвета и запаха корма, температуры воды и газового режима. Однако в практике рыбоводства нельзя полагаться только на аппетит рыб — должно быть организовано рациональное кормление по научно обоснованным нормам, так как избыток пищи столь же вреден, как и недостаток.

В кормлении рыб необходимо усвоить некоторые понятия:

Норма кормления — количество корма, содержащего питательные вещества и удовлетворяющего потребность рыб в энергии. Она обусловлена физиологическим состоянием организма. Кормление, отвечающее норме, называется нормированным.

Кормовой рацион — состав и количество корма, питательность которого соответствует установленным нормам кормления. Кормовой рацион включает комплекс питательных веществ. Если он соответствует потребности рыб, то называется сбалансированным.

Полноценность кормления — понятие, включающее в себя качество кормов, их диетические свойства. Это понятие включает также структуру рациона, соотношение питательных веществ, состав и такие свойства, как питательность, поедаемость, переваримость.

Суточный рацион — количество корма, необходимое рыбе в течение суток. Он выражается в весовых единицах или в процентах к массе тела, распределяется на дозы и выдается за несколько приемов. Суточный рацион рассчитывают по формуле:

$$K_{\text{сут.}} = \frac{P \times N_k}{100},$$

где $K_{\text{сут}}$ — величина суточного рациона для группы рыб, кг;

P — общая масса рыбы, кг;

N_k — коэффициент (таблицы по кормлению).

Энергетическая питательность корма — общее количество энергии, содержащейся в корме. Нехватка корма означает нехватку энергии, что тормозит процессы обмена, процессы роста и развития.

Валовая энергия — энергия потребленной пищи — характеризует всю энергию, поступающую в организм за счет питательных веществ корма.

Переваримая энергия — энергия ассимилированной части пищи; определяется как валовая энергия минус энергия непереваренной части корма и зависит от степени переваримости потребляемых кормов.

Обменная энергия — энергия функционального обмена — характеризуется разностью между валовой энергией и энергией экскрементов и роста.

Энергия роста — энергия пластического обмена — определяется как разность между переваримой и обменной энергией.

Энергетическая питательность корма — выражается по международной системе единиц СИ в калориях (к) и джоулях (Дж). Для перевода калорий в джоули следует иметь в виду, что 1 кал. равна 4,19 Дж.

Кормовой коэффициент — показатель эффективности кормления рыбы, выражает затраты корма на прирост массы. Чем выше кормовой коэффициент, тем выше затраты кормов на прирост, тем ниже эффективность выращивания рыбы. Кормовой коэффициент (далее К) рассчитывают по формуле:

$$K = \frac{\text{Затраты корма за период}}{\text{Прирост массы}}.$$

Задание:

1. Какое количество корма потребуется для кормления 1 т сеголетков радужной форели со средней массой 50 г при температуре воды 16 °С.

2. Какое количество корма необходимо для выращивания 2 т посадочного материала ленского осетра с начальной средней массой 200 г до товарной массы 1500 г? Кормовой коэффициент — 1,1.

3. Какое количество корма в день потребуется для 10000 шт. форели со средней массой 1,5 кг при выращивании в летнее время при температуре воды 16 °С? Рассчитать прирост общей массы за неделю, если кормовой коэффициент — 1,3.

4. Какое количество корма необходимо для выращивания 10 т посадочного материала форели со средней массой 150 г до товарной массы 1000 г. К = 1,2.

5. Рассчитать необходимое количество корма для выращивания 50 т форели в течение летнего сезона от средней массы 200 г до 1000 г. К = 1,1.

6. Какое количество корма в день потребуется для 10000 шт. сига со средней массой 100 г при выращивании осенью при температуре воды 12 °С? Рассчитать прирост общей массы за неделю, если кормовой коэффициент — 1,3.

7. Какое количество корма в день потребуется для 500 т форели со средней массой 1,5 кг при выращивании в летнее время при

температуре воды 18 °С. Рассчитать прирост общей массы за 30 дней. $K = 1,1$.

8. Оценить эффективность кормления форели в хозяйстве, если затраты кормов за месяц составили 58 т, а прирост общей массы — 65 т. Кормовой коэффициент, заявленный производителем корма, — 0,9—1.

9. Рассчитать кормовой коэффициент за три месяца выращивания двухлетков осетра от начальной массы 500 г до 1500 г. Количество рыбы 140 тыс. шт. Затраты кормов составили 130 т.

Контрольные вопросы:

1. Дать характеристику пищевых и энергетических потребностей лососевых.
2. Дать характеристику пищевых и энергетических потребностей сиговых.
3. Дать характеристику пищевых и энергетических потребностей осетровых.
4. Дать характеристику пищевых и энергетических потребностей карпа
5. От чего зависят пищевые потребности рыб?
6. По каким показателям оценивают эффективность использования корма рыбами?
7. Перечислить основные компоненты кормов для рыб.
8. Что такое кормовой коэффициент?
9. Как определяют суточную норму кормления рыб?
10. Как можно повысить эффективность кормления рыб?

Тема 10. Товарное выращивание сома

Цель: Изучить технологию выращивания и рыбоводно-биологические показатели сома. Научиться рассчитывать технологические нормативы выращивания сома обыкновенного в бассейнах и садках.

Среди рыб, применяемых в товарном рыбоводстве, по числу культивируемых видов, географическому ареалу и количеству получаемой продукции одно из первых мест, в особенности за последние годы, занимает семейство сомовых. Сомы иногда называют «рыба-кошка» (англ. catfish) из-за наличия у него усиков. Наиболее распространен живущий в европейских водах сом обыкновенный, разводимые в США сомы рода икталурус и ряд видов, выращиваемых в Юго-Восточной Азии и на Дальнем Востоке.

Мясо сомов высокого качества и хорошего вкуса, пригодно для технологической обработки, пользуется большим спросом. Выращивают сомов, зарывая крупные естественные и искусственные водоемы, высаживая в пруды как объект поликультуры.

Интенсивно выращивают сомов в бассейнах, садках и каналах.

Главным объектом служит канальный сом. В рыбоводных прудах, а также в садках и бассейнах выращивают также голубого, белого и плоскоголового сомов.

Выращивание молоди канального сома в садках проводят в два этапа: первый этап — выращивание молоди до массы 5 г; второй — до 15—20 г. На первом этапе сеголетков выращивают в садках площадью 4—12 м², изготовленных из деляк с ячейей 3—5 мм, при плотности посадки молоди массой 1 г до 2,5 тыс. шт./м². Выращивание сеголетков канального сома в садках занимает в 400 раз меньше площади, чем в прудах.

Для кормления можно использовать пастообразный корм (селенка) с добавкой 1 % премикса и комбикорм. Соотношение пастообразного и сухого кормов должно быть 1:1. В настоящее время более доступным способом кормления является применение комбикормов. Величина рациона в начале выращивания составляет от 10 (в начале периода) до 6 (в конце) раз в день.

Продолжительность выращивания при благоприятных условиях равна 30—45 сут. Выход молоди составляет 60 %.

На втором этапе выращивания сеголетков переводят в садки площадью до 20 м², изготовленные из дели с ячейей 8—12 мм, при плотности посадки 1 тыс. шт./м². Для кормления используют комбикорм и пастообразный корм (селезенка) с добавкой 1 % премикса. Доля пастообразных кормов составляет 30 %. Количество корма в сутки всегда зависит от температуры воды и средней массы рыбы.

Зимой сеголетков можно оставить в тех же садках, в которых их содержат на втором этапе выращивания при той же плотности посадки. Зимой их нужно кормить обязательно. Величина рациона зависит от температуры воды: при 7—8 °С — 0,5—1,0 %; при 9—11 °С — 1—2 %; при 12—13 °С — 3 % от массы рыбы. Для кормления используют те же корма, что и в летний период. Можно использовать фарш из свежей и мороженой рыбы, добавляя в него 1 % премикса или комбикорма СБ-1 и СБ-3.

При содержании в садках, установленных в водоеме-охладителе, сеголетки активно питаются и за осенне-зимний период увеличивают массу на 15—20 %.

Товарных двухлетков канального сома выращивают в садках площадью 16—24 м², изготовленных из дели с ячейей 14—20 мм. Посадку годовиков в садки производят в марте-апреле. Плотность посадки колеблется от 300 до 350 шт./м² при массе годовиков 15—20 г.

Наряду с сухими можно использовать пастообразные корма (селезенка, фарш из свежей или мороженой рыбы с добавкой 1 % премикса), составляющие 10—20 % рациона при частоте кормления 2 раза в день (утром и вечером). Рацион равен 4—5 % массы рыбы. При продолжительности выращивания около 6 мес. двухлетки достигают массы 400 г. Выживаемость составляет 80 %, выход продукции — 90—120 кг/м².

В бассейнах площадью до 220 м² плотность посадки годовиков канального сома должна быть 200—250 шт./м² (150—190 шт./м³) при водообмене до 4—6 раз в час. При температуре 28—29 °С

и благоприятном гидрохимическом режиме воды конечная масса товарных двухлетков может достигать 500—700 г. Для мелиоративных целей в садки к сому рекомендуют подсаживать карпа и толстолобика из расчета 20 шт./м². Благодаря этому улучшается санитарное состояние в садках, стимулируется лучший аппетит сома, получается дополнительная товарная продукция. Технологические нормативы выращивания сома представлены в таблице 28.

Таблица 28

Технологические нормативы для выращивания сома

Показатели	Сом обыкновенный	Канальный сом	Клариевый сом
Работа с ремонтно-маточным стадом			
Возраст созревания: самок	3+	3+	1+
самцов	4+	4+	1+
Масса производителей, кг:			
двухлетки	—	—	2,5
трехлетки	2	2	3,5
четырёхлетки	3,5	3	5
пятiletки	4	4	7
Необходимый запас ремонта, %	100—200	100—200	100—200
Плотность посадки производителей и ремонта в садках, кг/м ²	20	20—30	10—20
Площадь садков для ремонта и производителей, м ²	12	12—24	24
Соотношение полов при воспроизводстве	1:1	1:1	1:1
Рабочая плодовитость, тыс. шт	40	10	100
Норма закладки икры в инкубационный аппарат, тыс. шт.	Вейса — 200	Днепр — 50	Вейса — 600
Выживаемость икры при инкубации, %	80	80	90

Подращивание личинок в бассейнах до массы 1 г			
Плотность посадки личинок в бассейны, лотки, тыс. шт./м ³	3—10	5—30	80—90
Объем бассейнов, лотков, м ³	2,8	1,5	1,4
Выход подрощенных личинок, %	60	90	80
Кормовой коэффициент	3	1—2	1—2
Выращивание мальков в бассейнах до массы 1—5 г:			
Плотность посадки мальков в бассейны площадью, тыс. шт./м ²	2	2,5	2,5
Площадь бассейнов, м ²	10	10	10
Выход молоди, %	60	60	80
Кормовой коэффициент	2,5		
Выращивание сеголетков в садках до массы 20 г:			
Плотность посадки в садки, тыс. шт./м ²	1	1	2,5
Площадь садков, м ²	8	12	10
Выход сеголетков, %	80	60	85
Кормовой коэффициент	2		
Выращивание двухлетков в садках до массы 1,2 кг			
Плотность посадки в садки, шт./м ²	500	300	500
Площадь садков, м ²	12	16—24	20
Выход товарных двухлетков, %	90	80	90
Кормовой коэффициент	1,5	1,2	1,2

Задание:

Используя нормативы по выращиванию сома (табл. 28) рассчитать основные производственные показатели полносистемного хозяйства в каждом из предложенных вариантов (табл. 29):

- 1) потребность в ремонтном молодняке и производителях;
- 2) потребность в икре и инкубационных аппаратах;
- 3) потребность в бассейнах и садках;
- 4) потребность в кормах.

Таблица 29

Варианты для расчета

Вариант	Мощность хозяйства, т	Вариант	Мощность хозяйства, т
1	50	8	120
2	60	9	130
3	70	10	140
4	80	11	150
5	90	12	160
6	100	13	170
7	110	14	180

Контрольные вопросы:

1. Какие методы выращивания сомов применяют в товарном рыбоводстве?
2. Как осуществляют воспроизводство сомов?
3. Какова длительность эмбрионального периода у сома?
4. Перечислить основные биологические особенности сомовых.
5. Какой температурный режим используют при товарном выращивании сома?
6. Какие виды сомов наиболее часто используют в товарном рыбоводстве?
7. Перечислить основные особенности питания сомов.

Тема 11. Озерное товарное рыбоводство

Цель: Изучить особенности выращивания рыб в озерном товарном рыбоводстве.

Основы технологии выращивания рыбы в озерном товарном рыбоводстве во многом сходны с принципами прудового рыбоводства, однако имеются и существенные отличия. Наиболее важное из них — наличие в озерных хозяйствах не только рыбоводства, но и рыболовства (в подготовительный период — отлов местной рыбы, в завершающий — отлов выращенной и местной рыбы). Это связано с неспускным характером большинства озер в отличие от прудов, что делает невозможным полное изъятие рыбопродукции.

Озерное рыбоводство выгодно отличается от прудового рыбоводства низкой себестоимостью произведенной товарной рыбопродукции, т. к. базируется в основном на естественной кормовой базе. Кроме того, в озерном рыбоводстве значительно ниже затраты на гидротехнические работы. Однако без применения интенсификационных мер выход рыбной продукции на озерах, как правило, не превышает 50 кг/га. Вместе с тем существует ряд технологических приемов, позволяющих значительно повысить эффективность озерного рыбоводства. Так, выращивание рыбы в поликультуре, гидротехнические и мелиоративные работы, организация зимовки позволяют повысить рыбопродуктивность до 200 кг/га, а с применением искусственных кормов — до 500 кг/га и более.

Характеристика зон озерного товарного рыбоводства

Зона	Локализация	Рыбопродуктивность, кг/га	Кол-во дней с t выше 10 °С	Виды
Сиговая	Северо-Запад Европейской части РФ, Прибалтика	75—200	70—90	Основные: пелядь, чир, муксун, сиг; добавочные: нельма, щука, карась
Сигово-карповая	Центр Евр. части РФ	150—250	90—120	Основные: пелядь, ряпушка, сиг, чир, муксун; добавочные: карп, сазан, судак, нельма, линь
Карпово-сиговая	Юг Евр. части РФ, Поволжье	150—250	125—145	Основные: карп, пелядь, карась; добавочные: чир, пыжьян, муксун, сиг, ряпушка, рипус, омуль
Карповая	Урал, Западная Сибирь, Дальний Восток	75—250	145—190	Основные: карп, амур, толстолобик; добавочные: судак, щука, сом
Карповая	Ср. Азия	250—400	150—200	Карп, сазан, растительные, чукучановые, судак
Форелево-сиговая	Средняя Азия и Сев. Кавказ	75—200	90—115	Озерная форель, сиг, пелядь

Наиболее перспективным является ведение товарного рыбоводства на малых озерах в силу большей управляемости. Объясняется это тем, что по мере роста площади водоема затрудняется и делается более дорогостоящей возможность проведения интенсификационных мероприятий. Если на небольших по площади озерах существует возможность повышения рыбопродуктивности путем использования минеральных и органических удобрений, использования искусственных кормов, масштабных гидротехнических и мелиоративных работ, то на крупных водоемах мероприятия по повышению рыбопродуктивности обычно сводятся к так называемой реконструкции ихтиофауны, заключающейся во вселении более ценных объектов, сокращении численности малоценной ихтиофауны и регулировании промысла.

В озерном товарном рыбоводстве при выборе озер для основной деятельности руководствуются показателями трофности водоема и наличием достаточной кормовой базы (табл. 31).

Нормативы по выращиванию сеголетков сигов и карпа в озерах-питомниках

Площадь озера, га	Биомасса зоопланктона, г/м ³ ; биомасса зообентоса, г/м ²	Масса рыб, г	Норма посадки личинок, тыс. шт./га	Выход сеголетков, %	Рыбопродуктивность, кг/га
Сеголетки пеляди					
До 10	2–5	10–20	20	25	20–100
Более 10	2–5	10–20	20	20	40–80
До 300	До 1	15	20	40	60
—	1–3	20	30	40	120
—	Более 3	25	40	40	160
Сеголетки муксуна					
До 100	2–5	25–45	10	40	100–180
Сеголетки омуля					
10–30	2–5	10–20	5–10	30	30
Сеголетки карпа					
До 300	10	15–20	15–20	30–50	100–150
—	10–20	15	30	40	70
—	10–20	20	40	40	90
—	Более 20	25	50	40	120

По трофности выделяют следующие типы озер:

- Олиготрофные — характеризуются большой глубиной и большими размерами. Прозрачность воды очень высокая (до 10—14 м), цветность воды — от голубоватой до зеленой. Низкое содержание биогенных веществ. Высокое содержание растворенного кислорода (6—9 мгО₂/л). Бактерио-, фито- и зоопланктон развиты слабо. В то же время их видовой состав весьма разнообразен.

- Мезотрофные — чаще всего имеют небольшие размеры и глубины. Прозрачность воды от 5 до 6 м, чаще 3—4 м. Содержание кислорода — 4—6 мгО₂/л. Достаточно большое содержание биогенов. Зоопланктон и зообентос богаты в видовом и количественном соотношении.

- Эвтрофные — чаще весьма неглубокие водоемы (средняя глубина 3—5 м, максимальная до 20 м) со значительным минерализованным питанием. Летом наблюдается хорошее насыщение кислородом, зимой недостаток. Содержат много минеральных и биогенных соединений. Очень хорошо развита бактериофлора, фитопланктон и зоопланктон.

- Дистрофные — небольшие, как правило, лесные озера, небогатые видовым разнообразием, с илистым дном и невысокой прозрачностью.

При выращивании карповых и сиговых рыб в озерах с различными показателями продуктивности и кормовой базы руководствуются нормативами (табл. 32).

Таблица 32

Нормативы выращивания пеляди

Показатель	Значение
Средняя рабочая плодовитость самок (700—800 г), тыс. икринок	300
Длительность инкубации, сут.	160
Выход икры после оплодотворения, %	90
Выход икры после инкубации, %	70
Выход личинок после выращивания, %	50
Выход годовиков от сеголетков, %	30
Выход двухлетков от годовиков, %	30—50

Выход сеголетков в озерах, %	20—40
Плотность посадки личинок в озерах-питомниках, тыс. шт.	10—50
Средняя масса производителей, кг	0,7
Средняя масса товарной пеляди, кг	0,5
Рыбопродуктивность озер, кг/га	60—160
Плотность посадки сеголетков в нагульные озера, шт./га	300—750
Плотность посадки годовиков, шт./га	200—500
Выход рыбопродукции в средnekормных озерах (1—2 г/м ³ зоопланктона), кг/га	40
Выход рыбопродукции в высококормных озерах (2—5 г/м ³ зоопланктона), кг/га	120
Вылов в тоннах от 1 млн личинок	25—40

Задание:

1. Определить количество аппаратов для инкубации икры пеляди, расход воды, вылов товарной пеляди из озера средней кормности площадью 250 га. Рассчитать площадь питомных, выростных и нагульных озер для выращивания личинок, сеголетков и товарной рыбы.

2. К какому типу озер по трофности следует отнести озера со следующими особенностями:

- с глубинами 500 м и каменистым грунтом;
- с глубинами до 20 м, илистым грунтом и пониженным содержанием кислорода в придонном слое в конце зимы;
- с глубинами 2—3 м, илистым грунтом, периодическими зимними заморами, населенные карасем.

3. Пользуясь таблицей 30, определите оптимальный состав ихтиофауны в озерах мезотрофного типа Нечерноземной зоны при количестве дней с температурой более 10 °С — 100 (120, 130, 140).

4. Пользуясь таблицей 30, определите оптимальный состав ихтиофауны в озерах мезотрофного типа Северо-Кавказской зоны, Прибалтийской зоны, Уральской зоны с температурой выше 10 °С — 150 дней.

5. Определите мощность (рыбопродукцию, т), рассчитайте площадь выростных и нагульных водоемов в озерном хозяйстве

площадью 23 тыс. га, расположенном в Курганской области. Подберите оптимальный состав поликультуры рыб. Площади выростных (питомных) озер составляют 30 га, маточных — 50—100 га, нагульных — 500 га. Рыбопродуктивность питомных озер — 100 кг/га, маточных — 110 кг/га, нагульных — 150 кг/га.

Контрольные вопросы:

1. Какие виды рыб используются в озерном товарном рыбоводстве?
2. Перечислить типы озерных хозяйств.
3. Какие озера используют для выращивания товарной рыбы?
4. Какие озера выбирают для рыбоводников?
5. Как трофность озера влияет на рыбопродуктивность?
6. Как можно повышать рыбопродуктивность в озерных товарных хозяйствах?
7. Какие методы интенсификации можно применять в озерном товарном рыбоводстве?
8. Какие методы применяют при выращивании товарной рыбы в озерном товарном рыбоводстве?
9. Как происходит подготовка озер-питомников?

Пороговые концентрации кислорода

Вид рыбы	Диапазон пороговых концентраций, мг/л
Карп	1—1,4
Карп (молодь)	2,4—3,8
Осетр	1,4—1,8
Осетр (сеголетки)	1,0—1,8
Осетр (молодь)	2,1—2,5
Осетр (личинки)	1,6
Осетр (икра)	5,6
Севрюга	1,8—2,4
Севрюга (сеголетки)	1,4—2,0
Севрюга (молодь)	2,1—3,0
Севрюга (личинки)	2,3
Севрюга (икра)	5,6
Стерлядь разновозрастная	3,4
Форель разновозрастная при 6 °С	1,12
Форель разновозрастная при 10 °С	1,8—2,5
Лосось (годовики)	1,0—1,12
Лосось (молодь)	1,12—1,8
Лосось (личинки)	1,12—3,0

**Нормальное насыщение пресной воды кислородом
при нормальном атмосферном давлении в зависимости
от температуры воды, мг/л**

Температура воды, °С	Количество растворенного в воде кислорода	Температура воды, °С	Количество растворенного в воде кислорода
1	14,24	13	10,62
2	13,85	14	10,39
3	13,49	15	10,18
4	13,14	16	9,97
5	12,81	17	9,76
6	12,48	18	9,56
7	12,18	19	9,37
8	11,89	20	9,19
9	11,62	21	9,02
10	11,35	22	8,85
11	11,10	23	8,68
12	10,86	24	8,52
		25	8,37

Характеристика прудов различных категорий

Показатели	Нерестовые	Маяковые	Выростные	Зимовальные	Нагульные	Летнемоточные (летнемоточные)	Карантинные
Площадь пруда, га	0,1—0,2	До 1,0	10—15	0,5—1,0	50—100	Не менее 0,1	0,2—2,0
Соотношение сторон	1:2—1:3	1:1,5—1:2	По рельефу	1:1,5—2:2,5	По рельефу	1:2—1:3	1:2—1:3
Средняя глубина, м	0,5—0,6	0,8—1,0	1,5	2,2	2,2—1,3	1,5—2,0	1,3—1,5
Максимальная глубина, м	0,6	До 1,5	1,5—1,8	2,5—1,5	2,0—2,5	1,8—2,3	—
Глубина непромерзающего слоя, м	—	—	—	1,5—1,0	—	—	—
Площадь мелководной зоны, %	50—70	—	До 5	—	До 10	—	—
Площадь глубоководной зоны, %	—	—	До 15	—	До 15	—	—

Показатели	Неростовые	Маяквые	Выростные	Зимаваяные	Нагуаяные	Летнематочные) (летнемонтыные)	Карантинные
Время водообмена, сут.	0,1	—	—	15—20	—	—	—
Продолжительность наполнения оаного пруда, сут.	0,1	1,0	10—15	1,0—2,0	До 15	1,0	0,3—0,5
Продолжительность спуска, сут.	0,1	0,5	3,5—10,0	1,0—1,5	5,0—15,0	—	—
Норма потеря на фильтрацию и испарение с водной поверхности, л/с на 1 га	1,0	1,5	1,5	0,1	0,5	0,5	1,0

Рекомендуемая литература

1. *Антипова, Л. В.* Рыбоводство: Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах : учебное пособие / Л. В. Антипова. — Санкт-Петербург : Гиорд, 2009. — 466 с.
2. *Барулин, Н. В.* Аквакультура ценных видов рыб и ресурсосберегающие технологии : в 3 ч. — Ч. 1. Форелеводство : учебно-метод. пособие / Н. В. Барулин. — Горки : БГСХА, 2018. — 237 с.
3. *Богерук, А. К.* Биотехнологии в аквакультуре: теория и практика / А. К. Богерук. — Москва : Росинформагротех, 2006. — 232 с.
4. *Власов, В. А.* Рыбоводство : учебное пособие / В. А. Власов. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. — 348 с.
5. *Волкова, А. Ю.* Транспортировка осетровых : учебное пособие / А. Ю. Волкова, А. Е. Болгов. — Петрозаводск : ПетроПресс, 2012. — 13 с.
6. *Волкова, А. Ю.* Технология выращивания осетровых в садках в условиях Европейского Севера : учебное пособие. — Петрозаводск : ПетроПресс, 2012. — 15 с.
7. *Ворошилина, З. П.* Товарное рыбоводство : практикум / З. П. Ворошилина, В. Г. Саковская, Е. И. Хрусталева. — Москва : Колос, 2009. — 266 с.
8. *Козлов, В. И.* Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров-Никешин, А. Л. Бородин. — Москва : МГУТУ, 2004. — 433 с.
9. *Морузи, И. В.* Рыбоводство : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Зоотехния» / И. В. Морузи [и др.]. — Москва : КолосС, 2010. — 295 с.
10. *Мухачев, И. С.* Озерное товарное рыбоводство : учебник для вузов. / И. С. Мухачев. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 400 с.
11. *Мухачев, И. С.* Биологические основы рыбоводства : учебное пособие / И. С. Мухачев. — Тюмень : Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2004. — 299 с.
12. *Озера Карелии : справочник / под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева.* — Петрозаводск, 2013. — 463 с.
13. *Привезенцев, Ю. А.* Рыбоводство : учебник для вузов / Ю. А. Привезенцев, В. А. Власов. — Москва : Мир, 2007. — 456 с.
14. *Портная, Т. В.* Рыбоводство в естественных водоемах : методические указания / Т. В. Портная, Ю. М. Салтанов. — Горки : БГСХА, 2009. — 48 с.
15. *Росрыболовство [Электронный ресурс] : официальный сайт Федерального агентства по рыболовству.* — Электронные данные. — URL: <http://www.fish.gov.ru/> — (18.02.2019).

16. *Рыжков, А. П.* Основы рыбоводства : учебник для вузов / А. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко И. М. Дзюбук. — Санкт-Петербург : Лань. 2011. — 528 с.
17. *Рыжков, А. П.* Садковое сиговодство : учебник / А. П. Рыжков. — Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2013. — 137 с.
18. *Рыжков, А. П.* Ихтиологические исследования на водоемах : учебное пособие для студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов / А. П. Рыжков, И. М. Дзюбук, Т. Ю. Кучко. — Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2013. — 69 с.
19. *Рыжков, А. П.* Нормирование выращивания посадочного материала радужной форели в садках : учебное пособие / А. П. Рыжков [и др.]. — Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2014. — 44 с.
20. *Серпунин, Г. Г.* Искусственное воспроизводство рыб : учебник / Г. Г. Серпунин. — Москва : Колос, 2010. — 256 с.
21. *Тимофеев, М. М.* Промышленное разведение осетровых / М. М. Тимофеев. — Москва : АСТ, 2004. — 138 с.
22. *Чебанов, М. С.* Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / М. С. Чебанов, Е. В. Галич, Ю. Н. Чмырь. — Москва : Росинформагротех РФ, 2004. — 136 с.
23. Экологический справочник для рыболовной промышленности Северо-Запада России / Т. Киуру [и др.]. — Хельсинки : Изд-во Nuкураино и НИИ охотничьего и рыбного хозяйства Финляндии, 2013. — 109 с.
24. *Шкодин, Н. В.* Аквакультура. Часть 2. Лабораторный практикум : в 2 ч. : учебное пособие / Н. В. Шкодин, В. П. Загрийчук. — Астрахань : Изд-во АГТУ, 2011. — 52 с.

Учебное издание

ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО

*Практикум для обучающихся по направлению
бакалавриата и магистратуры
«Водные биоресурсы и аквакультура»*

Составители:

Волкова Анна Юрьевна
Хуобонен Марина Энсиовна

Редактор *А. И. Солопова*

Художественный редактор *Н. Н. Осипов*

Подписано в печать 25.07.2019. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. 5,1 усл.-печ. л. Тираж 50 экз. Изд. № 82

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Отпечатано в типографии Издательства ПетрГУ
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

ISBN: 978-5-8021-3496-2



9 785802 134962