МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

М. М. Усов, О. В. Усова

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА

*Методические указания по выполнению курсовой работы
для студентов, обучающихся по специальности
общего высшего образования
6-05-0831-01 Водные биоресурсы и аквакультура*

Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2025

УДК 639.3(072)

Рекомендовано методической комиссией
факультета биотехнологии и аквакультуры.
Протокол № 6 от 25 февраля 2025 г.

Авторы:
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *М. М. Усов*;
кандидат сельскохозяйственных наук *О. В. Усова*

Рецензент:
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. Г. Марусич*

Биологические основы рыбоводства : методические указания по выполнению курсовой работы / М. М. Усов, О. В. Усова. – Горки : Белорус. гос. с.-х. акад., 2025. – 35 с.

Приведены примерный перечень заданий, указания по выполнению курсовой работы, список рекомендуемой литературы.

Для студентов, обучающихся по специальности общего высшего образования 6-05-0831-01 Водные биоресурсы и аквакультура.

© Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия, 2025

ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура – одна из наиболее интересных, разнообразных и важных сфер деятельности человека. Она обеспечивает получение весьма ценной пищевой продукции (различные виды рыб, беспозвоночных, водорослей), а также важного технического и биологического сырья (агар, альгинаты, ненасыщенные жиры, витамины, многие биологически активные вещества).

Без хорошо развитой аквакультуры невозможно сохранение биоресурсов естественных водоемов, природного генетического разнообразия их обитателей; поддержание чистоты в водоемах; создание условий для полноценного отдыха людей на природе (любительская рыбалка, декоративное домашнее и приусадебное рыбоводство).

При этом эффективная реализация любого направления культурного, т. е. управляемого и долгосрочного, использования биологических ресурсов водоема, в свою очередь, невозможна без точного количественного знания реальных возможностей водоема и обитающих в нем объектов, в первую очередь – рыб.

В традиционных учебных пособиях по рыбоводству и аквакультуре основное внимание уделено биологическим особенностям выращиваемых и разводимых рыб, т. е. подробному качественному анализу тех требований, которые предъявляют культивируемые человеком объекты на разных этапах их онтогенеза, а также тем технологическим приемам, которые способны обеспечить благоприятные условия для роста или размножения рыб.

В количественном плане традиционные учебные пособия в лучшем случае ориентированы на типовые технологии выращивания и разведения рыб, т. е. на использование комплексов взаимно связанных нормативов:

- начальных (по размерам посадочного материала, плотностям посадки и т. д.);
- текущих (по условиям выращивания, уровню кормления, проточности и т. д.);
- завершающих (по навеске товарной рыбы, общей рыбопродуктивности и т. д.).

Соблюдение прописанных в таких технологиях начальных и текущих нормативов практически гарантирует и прописанные в них ко-

нечные результаты. Это неудивительно, так как каждая подобная технология является итогом кропотливых и тщательных научных исследований в заданных условиях.

В реальной жизни выдерживание всего комплекса нормативов, предлагаемых типовой технологией, непросто. Изменение погоды, нестандартный посадочный материал, переход на другие, например, более дешевые и менее качественные корма – и технология перестает быть типовой. Заложенные в ней связи уже не работают и специалист-рыбовод вынужден принимать текущие оперативные решения, сообразуясь с реально складывающейся ситуацией, а также со своими представлениями о биологических процессах, протекающих в водоеме и в организме рыбы. Подобный стиль работы может быть назван оперативной технологией принятия решений.

Эффективность оперативной технологии принятия решений в аквакультуре априори более высокая по сравнению с типовыми технологиями. Единственное требование – специалист должен уметь быстро и точно оценивать реальные возможности объектов выращивания в существующих конкретных условиях, т. е. иметь более высокий, чем обычно, уровень количественных представлений о законах, определяющих продуктивность водоема и рост рыб в нем, а также более высокую технологическую вооруженность, т. е. наличие инструментов, позволяющих быстро получать точную информацию о главных параметрах протекающих процессов, и адекватное уровню решаемых задач программное обеспечение.

Выполнение курсовой работы позволяет выработать у студентов умение осознанно решать вполне конкретные рыбоводные задачи в широком диапазоне реальных внешних условий.

Курсовая работа способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами по учебной дисциплине «Биологические основы рыбоводства».

При выполнении курсовой работы студенты учатся пользоваться научной и справочной литературой, рыбоводно-биологическими нормативами, рыбоводными планшетами. Они должны научиться четко и логично формулировать и отстаивать свои мысли и предложения.

Основной целью данных методических указаний является оказание помощи студентам в выполнении курсовой работы: ознакомление с содержанием, порядком выполнения и оформлением, а также с основной литературой, необходимой для выполнения курсовой работы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купинский, С. Б. Биологические основы рыбоводства. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие / С. Б. Купинский, М. М. Усов, Р. М. Цыганков. – Горки : БГСХА, 2018. – 154 с.

2. Усов, М. М. Ихтиология : учеб.-метод. пособие / М. М. Усов, О. В. Усова. – Горки : БГСХА, 2020. – 168 с.

3. Усов, М. М. Экология рыб : учеб.-метод. пособие / М. М. Усов, О. В. Усова. – Горки : БГСХА, 2023. – 138 с.

4. Рыбы Беларуси. – URL: https://fishingby.com/fish-belarus/ (дата обращения: 16.12.2024).

5. Баранов, С. А. Первичная продукция водоемов как функция концентрации фитопланктона и прозрачности воды / С. А. Баранов // Водные ресурсы. – 1980. – № 2. – С. 137–157.

6. Иванов, А. П. Рыбоводство в естественных водоемах / А. П. Иванов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 367 с.

7. Козлов, В. И. Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров-Никишин, А. Л. Бородин. – М. : КолосС, 2006. – 445 с.

8. Константинов, А. С. Общая гидробиология / А. С. Константинов. – М. : Высш. шк., 1979. – 480 с.

9. Купинский, С. Б. Взаимосвязь температуры и роста рыб (взгляд с точки зрения прогнозирования) / С. Б. Купинский, С. А. Баранов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М. : ВНИИПРХ, 1988. – Вып. 51. – С. 105–115.

10. Купинский, С. Б. К анализу возможных потерь рыбной продукции на различных этапах технологического процесса / С. Б. Купинский, В. Ф. Резников, С. А. Баранов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М. : ВНИИПРХ, 1984. – Вып. 41. – С. 38–44.

11. Купинский, С. Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры / С. Б. Купинский : учеб. пособие. – пос. Рыбное : Дмитровский филиал АГТУ, 2008. – 133 с.

12. Моисеев, П. А. Биологические ресурсы Мирового океана / П. А. Моисеев. – М. : Пищ. пром-сть, 1969. – 339 с.

14. Резников, В. Ф. Стандартная модель массонакопления рыбы / В. Ф. Резников // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М. : ВНИИПРХ, 1978. – Вып. 22. – С. 182–196.

15. Реймерс, Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы гипотезы / Н. Ф. Реймерс. – М. : Россия молодая, 1994. – 367 с.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовая работа по учебной дисциплине «Биологические основы рыбоводства» характеризует степень усвоения студентом изученного материала. В процессе ее выполнения студент самостоятельно решает конкретную задачу по определению рыбопродуктивности водоема исходя из имеющихся условий, расчета кислородного баланса водоема относительно возможного замора в различные периоды выращивания рыбы, оценки траектории роста карповых рыб в соответствии с возможностями водоема. При этом необходимо показать знание биологи-

ческих особенностей выращиваемых рыб и знание законов природы, умение правильно выбирать уровень возможной рыбопродуктивности водоема с целью организации производственных операций в течение вегетационного периода, умение четко и логично формулировать свои мысли и предложения, аргументировать принятые решения.

В работе должны быть приняты наиболее рациональные решения применительно ко всем звеньям технологического процесса, начиная с подбора объектов выращивания, правильно рассчитаны параметры изучаемого водоема, рыбопродуктивность объектов выращивания.

2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа выполняется студентом по индивидуальному заданию, полученному на кафедре.

Примерный перечень заданий:

1. Моделирование продукционных процессов в стандартных условиях (при использовании рыбоводного экологического, гидробиологического и тактического планшетов) в естественном водоеме при выращивании в нем карпа.
2. Моделирование продукционных процессов в стандартных условиях (при использовании рыбоводного экологического, гидробиологического и тактического планшетов) в естественном водоеме при выращивании в нем карася.
3. Моделирование продукционных процессов в стандартных условиях (при использовании рыбоводного экологического, гидробиологического и тактического планшетов) в естественном водоеме при выращивании в нем белого амура.
4. Моделирование продукционных процессов в стандартных условиях (при использовании рыбоводного экологического, гидробиологического и тактического планшетов) в естественном водоеме при выращивании в нем пестрого толстолобика.
5. Моделирование продукционных процессов в стандартных условиях (при использовании рыбоводного экологического, гидробиологического и тактического планшетов) в естественном водоеме при использовании в нем сложного ихтиоценоза рыб (белый амур, карп, щука).
6. Моделирование продукционных процессов в нестандартных условиях (при использовании рыбоводного экологического, гидробиологического и тактического планшетов) в естественном водоеме при использовании в нем естественного ихтиоценоза.

7. Моделирование продукционных процессов в нестандартных условиях (при использовании рыбоводного экологического, гидробиологического и тактического планшетов) в естественном водоеме при выращивании в нем карпа.

8. Моделирование продукционных процессов в нестандартных условиях (при использовании рыбоводного экологического, гидробиологического и тактического планшетов) в естественном водоеме при выращивании в нем белого амура.

9. Моделирование продукционных процессов в нестандартных условиях (при использовании рыбоводного экологического, гидробиологического и тактического планшетов) в естественном водоеме при выращивании в нем пестрого толстолобика.

10. Моделирование продукционных процессов в нестандартных условиях (при использовании рыбоводного экологического, гидробиологического и тактического планшетов) в естественном водоеме при использовании в нем сложного ихтиоценоза рыб (белый амур, карп, щука).

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа должна содержать пояснительную записку объемом 30–50 страниц печатного текста и графическую часть.

3.1. Пояснительная записка

После получения задания студент самостоятельно приступает к подбору литературы, используя при этом предметные каталоги, библиографические справочники, учебники, учебные пособия, монографии, журнальные статьи, статьи в научных сборниках, нормативный материал и др. Также используется список рекомендованной литературы, приведенный в данных методических указаниях.

Обязательный минимум содержания курсовой работы приведен ниже.

Введение.

1. Биологическая характеристика объектов выращивания.
2. Характеристика водоема.
3. Рыбоводный экологический расчет.
4. Рыбоводный гидробиологический расчет.
5. Рыбоводный тактический расчет.

Заключение.
Список литературы.
Приложения.

3.2. Графическая часть

Графическая часть курсовой работы состоит из схем и рисунков, выполняемых на компьютере, карандашом или тушью на листах бумаги формата А4. Объем графической части определяется в зависимости от задания по усмотрению студента.

Обязательная часть включает:

- копию географической карты водоема для выращивания рыбы;
- рисунки планшетов (экологического, гидробиологического и тактического) с указанием на них карандашом действий студента, направленных на определение поставленной задачи;
- графики предполагаемого роста рыб в течение периода выращивания исходя из полученных расчетов.

4. ВЫПОЛНЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Во введении к курсовой работе следует отразить состояние естественных водоемов в Республике Беларусь, показать уровни естественной продуктивности, присущие большинству из них, описать положительные и отрицательные стороны пастбищного рыбоводства в естественных водоемах, ценность объекта выращивания исходя из задания, выданного для выполнения курсовой работы.

4.1. Биологическая характеристика объектов выращивания

При описании вида следует указать систематику и латинское название, основные морфологические признаки. Необходимо учитывать специфику биологических особенностей рыб, обитающих в различных водоемах. Лучше описывать биологию объекта, обитающего в водоемах Республики Беларусь. Необходимо отметить место обитания, темп роста, размеры и возраст наступления половой зрелости у самок и самцов, половой диморфизм, указать плодовитость объектов, продуктивность водоема при выращивании в нем данного объекта, возможность выращивания в составе поликультуры.

4.2. Характеристика водоема

В данном разделе следует рассчитать общую площадь водоема исходя из предложенного в задании масштаба, определить площади глубоководной и мелководной зон водоема, опираясь на глубины прозрачности в нем.

Пример 1. *Дано:* Карта водоема с указанием масштаба (масштаб – 1:9 000) и распределением глубин (рис. 1). Длительность сезона выращивания – 120 дней. Среднесезонная прозрачность воды H = 0,7 м. Среднесезонная температура воды T = 28 °С. Объект выращивания – естественный ихтиоценоз.

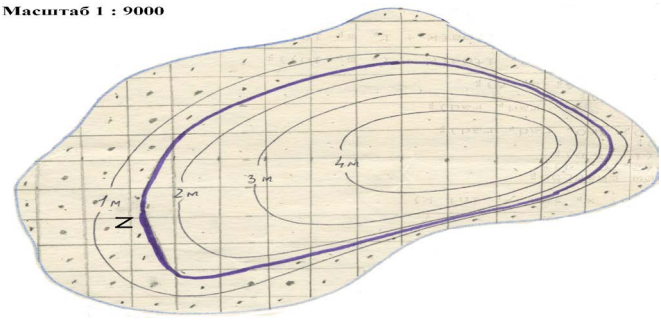

Рис. 1. Карта водоема с указанием масштаба, распределения глубин, а также границы между мелководным и глубоководным участками водоема

Необходимо определить ориентировочное значение естественной рыбопродуктивности всего водоема (∑РП) в тоннах со всего водоема за сезон.

Последовательность действий:

1. На карту водоема (скопированную на отдельный лист бумаги и вставленную в начале раздела) в соответствующей зоне между глубинами наносим линию (изобату), иллюстрирующую полосу, по которой проходит глубина, равная глубине фотического слоя (Z). Эта полоса разделяет зону мелководья и зону глубоководья. В нашем примере она проходит по глубине 1,4 м ($Z = H \cdot 2 = 0{,}7 \cdot 2 = 1{,}4$ м). В мелководной части водоема свет проникает до дна. В глубоководной части свет до дна не доходит. Зато в глубоководной части фотический слой представлен полностью, а в мелководной его мощность вдвое меньше (за счет отсечения половины фотического слоя наклоном дна). Прове-

дение изобаты по глубине, равной *Z*, позволяет разделить водоем на две части и учесть их различие по продукционной мощности.

2. На карту водоема наносим сетку из квадратов со стороной 1 см.

3. С учетом масштаба карты рассчитываем площадь одного полного квадрата. Масштаб 1:9 000 означает, что в 1 см укладывается 90 м. Значит, полная площадь одного квадрата составляет: $90 \cdot 90 = 8\,100$ м^2, в переводе на гектары – 0,81 га.

4. Определяем общую площадь водоема ($S_{общ}$). Для этого подсчитываем число полных квадратов, помещающихся внутри нулевой изобаты водоема, а также число неполных квадратов, примыкающих к урезу воды. В нашем случае это 83 и 35 шт. соответственно. С учетом того, что два неполных квадрата могут быть приравнены к одному полному, общая площадь водоема рассчитывается следующим образом:

$$S_{общ} = 83 \text{ шт.} \cdot 0{,}81 \text{ га/шт.} + 35 \text{ шт.} / 2 \cdot 0{,}81 \text{ га} = 81{,}4 \text{ га}.$$

5. Определяем площадь глубоководного участка ($S_{глуб}$). Для этого подсчитываем число полных квадратов ($Глуб_{П}$) в центральной части водоема (внутри изобаты *Z*), а также число неполных квадратов в этой же зоне ($Глуб_{НП}$). В нашем примере $Глуб_{П} = 38$ шт., $Глуб_{НП} = 29$ шт. (возможны субъективные различия). По нижеприведенной формуле определяем площадь глубоководной зоны:

$$S_{глуб} = Глуб_{П} \cdot 0{,}81 \text{ га} + Глуб_{НП} / 2 \cdot 0{,}81 \text{ га} = \\ = 38 \cdot 0{,}81 + 29 / 2 \cdot 0{,}81 \text{ га} = 42{,}5 \text{ га}.$$

6. Определяем площадь мелководной зоны водоема ($S_{мелк}$) как разность между общей площадью и площадью глубоководного участка:

$$S_{мелк} = S_{общ} - S_{глуб} = 81{,}4 \text{ га} - 42{,}5 \text{ га} = 38{,}9 \text{ га}.$$

4.3. Рыбоводный экологический расчет

Распечатайте в формате А4 рыбоводный экологический планшет и вставьте его в работу. Внимательно изучите его структуру и ознакомьтесь с поясняющей информацией для выполнения расчета. Общий вид планшета представлен на рис. 2.

Стандартные условия модели. Представлены в верхней части планшета и включают 6 характеристик, принятых в качестве точек отсчета для оценки состояния водоема:

1. Трофические цепи обязательно на основе фитопланктона.

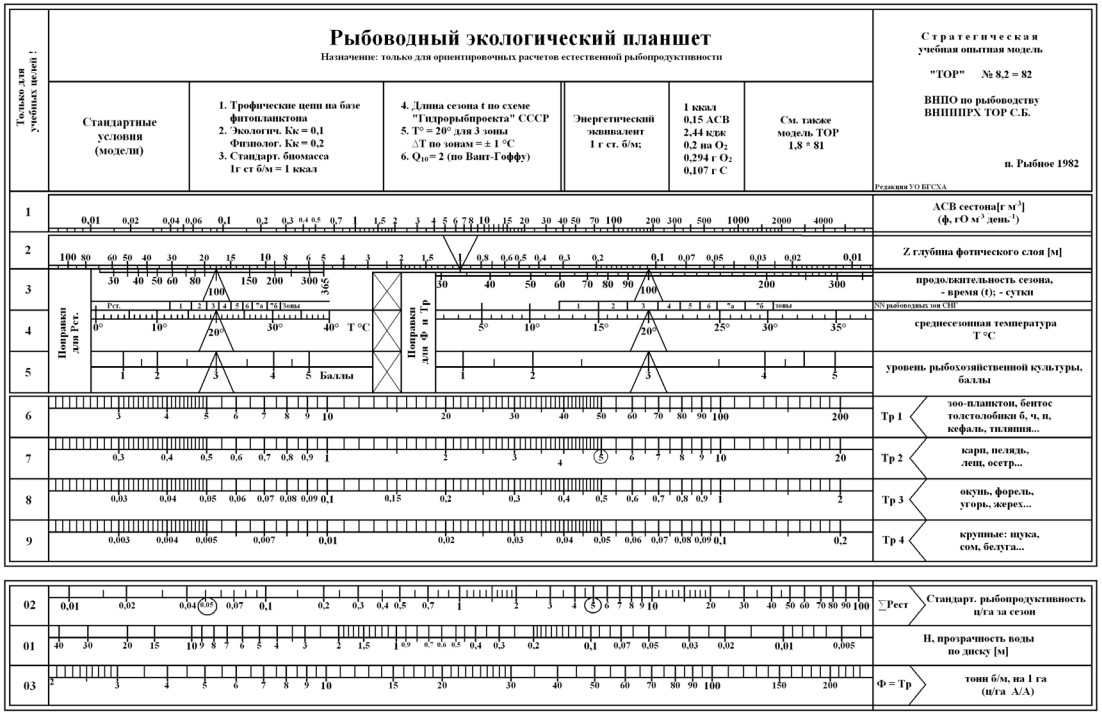

Рис. 2. Общий вид рыбоводного экологического планшета

2. Экологический коэффициент, равный 0,1. Это означает, что в процессе питания с одного трофического уровня на другой переходит только 10 % энергии, а 90 % теряется. Максимальная эффективность – на уровне физиологического коэффициента 0,2.

3. Энергетическая ценность (стандарт) 1 г сырой биомассы 1 ккал.

4. Длина сезона по схеме Гидрорыбпроекта. Это 100 дней с температурой воздуха более 15 °С для 3-й зоны рыбоводства (±15 дней для других зон).

5. Температура 20 °С в 3-й зоне рыбоводства (±1 °С в других зонах).

6. Ускорение процессов в зависимости от изменения температуры на уровне $Q_{10} = 2$ (эмпирическое правило Вант-Гоффа). Означает увеличение скорости биологических процессов в 2 раза при повышении температуры на 10 °С.

Пример 2. *Дано:* Карта водоема с указанием масштаба (масштаб – 1:9 000) и распределением глубин (см. рис. 1). Длительность сезона выращивания – 120 дней. Среднесезонная прозрачность воды $H = 0{,}7$ м. Среднесезонная температура воды $T = 28$ °С. Объект выращивания – естественный ихтиоценоз. Необходимо определить ориентировочное значение естественной рыбопродуктивности всего водоема (∑РП) в тоннах со всего водоема за сезон.

Последовательность действий:

1. По экологическому планшету определяем величину естественной рыбопродуктивности для стандартных условий (100 дней, 20 °С) применительно к рассматриваемому объекту – естественный ихтиоценоз (ихтиофауна водоема формируется самостоятельно, без участия человека), т. е. ∑Рест на шкале 02 экологического планшета (рис. 3). Таким образом, ∑Рест = 0,7 ц/га.

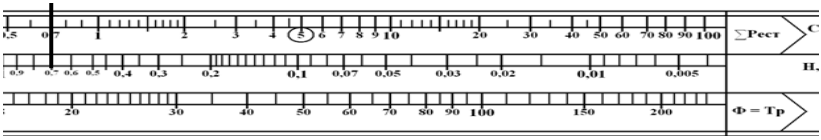

Рис. 3. Графическое определение ∑Рест при $H = 0{,}7$ м

2. Вносим поправки на ∑Рест из-за несоответствия длительности сезона (120 дней) и температуры (28 °С) стандартным условиям. Длина отрезков, характеризующих поправки, отмеряется по правому блоку

шкал 3 и 4, так как все данные по продуктивности рыб различных трофических уровней привязаны к предельной продуктивности.

После внесения поправки на длительность сезона ∑Рест увеличилась с 0,7 до 0,9 ц/га, а после учета фактической температуры – до 1,8 ц/га. Именно эта величина (∑Рест) будет использована в качестве базовой для расчета общей рыбопродуктивности водоема.

3. Определяем общую рыбопродуктивность водоема путем суммирования рыбопродуктивности мелководной и глубоководной зон водоема по следующей формуле:

$$\sum РП_{ц/водоем} = (S_{мелк} \cdot Тр_{баз} / 2) + (S_{глуб} \cdot Тр_{баз}) =$$
$$= (38{,}9 \text{ га} \cdot 1{,}8 \text{ ц/га} / 2) + (42{,}5 \text{ га} \cdot 1{,}8 \text{ ц/га}) = 111{,}51 \text{ ц} = 11{,}51 \text{ т}.$$

Ответ. В заданных условиях при зарыблении представленного конкретного водоема карпом можно рассчитывать на общую естественную рыбопродуктивность всего водоема на уровне 11,51 т рыбы за сезон.

Следующий пример может быть актуальным в случае наличия в курсовой работе направленного формирования ихтиоценозов в регулируемых водных экосистемах (озерное, пастбищное, рекреационное рыбоводство, вновь создаваемые рыбохозяйственные водоемы, рыбохозяйственная мелиорация с целью повышения или изменения продуктивности водоема, акклиматизация новых объектов и т. д.).

Пример 3. Определите рыбопродуктивность водоема, в котором 37 % ихтиоценоза (по доле используемой кормовой базы) могут занять растительноядные рыбы, 25 % – мирные, 25 % – некрупные хищники, 13 % – крупные хищники. Глубина водоема – 4 м, прозрачность – 1,5 м. Условия – стандартные. Площадь водоема – 81,4 га.

Последовательность действий:

1. На шкале 01 находим заданную величину прозрачности H = 1,5 м. Определяем базовое значение предельной рыбопродуктивности $Тр_0$. Для этого ниже прозрачности H = 1,5 м, на шкале 03, считываем значение. Таким образом, $Тр_0$ = 12,7 ц/га.

2. Проверяем соотношение реальной глубины водоема и удвоенной прозрачности. Реальная глубина водоема (h = 4 м) превышает глубину фотического слоя (Z = 1,5 м · 2 = 3 м). Поправки не нужны.

3. Рассчитываем рыбопродуктивность, которую в нашем задании должны обеспечить растительноядные рыбы (РЯР). Расчет осуществляется через их долю в ихтиоценозе (37 %) в предположении, что одновременно это доля и в производимом водоемом корме, и в предельной рыбопродуктивности:

$$Р_{РЯР} = Тр_0 \cdot 0,37 = 12,7 \cdot 0,37 = 4,7 \text{ ц/га}.$$

4. Рассчитываем рыбопродуктивность, обеспечиваемую мирными (Мрн) рыбами. Расчет осуществляется через их долю в ихтиоценозе (25 %), а также с учетом наличия дополнительного (промежуточного) трофического уровня (через коэффициент 0,1). Как и в предыдущем пункте, принимаем, что доля мирных рыб в 25 % относится к производимому водоемом корму. Исходной величиной является предельная рыбопродуктивность ($Р_{Пр}$). Расчет производится по следующей формуле:

$$Р_{Мрн} = Р_{Пр} \cdot 0,25 \cdot 0,1 = 12,7 \cdot 0,25 \cdot 0,1 = 0,3175 \text{ ц/га}.$$

5. Рассчитываем рыбопродуктивность, обеспечиваемую некрупными хищными (НХ) рыбами. Расчет осуществляется через их долю в ихтиоценозе (25 %), а также с учетом наличия двух дополнительных (промежуточных) трофических уровней, на каждый из которых переходит лишь 10 % энергии. Расчет производится по следующей формуле:

$$Р_{НХ} = Р_{Пр} \cdot 0,25 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 12,7 \cdot 0,25 \cdot 0,01 = 0,03175 \text{ ц/га}.$$

6. Рассчитываем рыбопродуктивность, обеспечиваемую крупными хищными (КХ) рыбами. Расчет осуществляется через их долю в ихтиоценозе (13 %), а также с учетом трех дополнительных (промежуточных) трофических уровней, на каждый из которых переходит лишь 10 % энергии. Расчет производится по следующей формуле:

$$Р_{КХ} = Р_{Пр} \cdot 0,13 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 12,7 \cdot 0,13 \cdot 0,001 = 0,001651 \text{ ц/га}.$$

7. Определяем общую ($Р_{У}$) рыбопродуктивность путем суммирования рыбопродуктивности по каждой группе рыб:

$$Р_{У} = Р_{РЯР} + Р_{Мрн} + Р_{НХ} + Р_{КХ} = 4,7 + 0,3\,175 + 0,0\,318 + 0,0\,017 = 5,0509 \text{ ц/га}.$$

8. Определяем общую продукцию рыбы с водоема за вегетационный сезон:

$$В = Р_{У} \cdot S_{водоема} = 5,0509 \cdot 81,4 = 448,433 \text{ ц}.$$

Ответ. Общая естественная рыбопродуктивность формируемого ихтиоценоза может составить 5,0509 ц/га. Бóльшую часть в ней составит продукция растительноядных рыб – 4,7 ц/га, продукция мирных рыб составит 0,3175 ц/га, мелких хищных – 0,0318 ц/га, крупных хищных – 0,0017 ц/га. Биомасса рыбы с водоема составит 448,433 ц.

4.4. Рыбоводный гидробиологический расчет

Распечатайте в формате А4 рыбоводный гидробиологический планшет (рис. 4). Внимательно изучите его структуру и ознакомьтесь с поясняющей информацией для выполнения расчета.

Стандартные условия модели. Представлены в верхней части планшета и включают 9 характеристик, принятых в качестве точек отсчета для оценки состояния водоема:

1. Среда состоит из воды и сестона. Это означает, что трофические цепи в водоеме базируются на основе фитопланктона.

2. В сестоне ≈ ½ – биомасса фитопланктона. Это означает, что среди всех взвешенных в толще воды живых и мертвых частиц (бактерии, фито- и зоопланктон, минеральные и органические частицы, остатки корма и т. п.) около половины биомассы составляют именно микроскопические водоросли.

3. $Z = 2H$ ($2H \pm 1H$), т. е. фотический слой водоема принимается равным глубинам прозрачности с возможным диапазоном от $3H = 2H + 1H$ (яркий солнечный день) до $1H = 2H - 1H$ (пасмурный день).

4. t = 20 VI (с. ш.) означает, что в качестве стандарта принят самый длинный летний день северного полушария.

5. T = 20 °С – так же, как и в экологическом планшете, температура воды, которая чаще всего встречается в разгар летнего периода.

6. E = 500 клк/ч – обычная интенсивность солнечного света.

7. Облачность, равная 5 баллов, означает такой режим облачности в течение дня, когда половину светлого времени суток солнце закрыто облаками, а в остальное время солнце светит без ограничений.

8. Цвет 2.561.2 обозначает наиболее характерный для середины лета цвет воды в рыбохозяйственных водоемах, а именно желто-зеленый (длина световой волны 561 нм). В данный пункт стандартных условий помимо цвета также входит стандартное количество примесей белого и черного цвета. Примеси обозначаются цифрой 2, с которой начинается и заканчивается связка цифр (2.561.2). Каждая из этих цифр показывает, что число примесей белого (первая двойка) и черного цвета (вторая двойка) составляет по 20 %. В сумме – 40 % (почти половина сестона). Белые примеси в сестоне могут образовываться при массовом развитии бактерий, при внесении пылевидных частиц корма или при попадании в водоем различных светлых минеральных и органических частиц. Темные примеси – это чаще всего частицы ила, попавшие в толщу воды в результате роющей деятельности рыб (карпа).

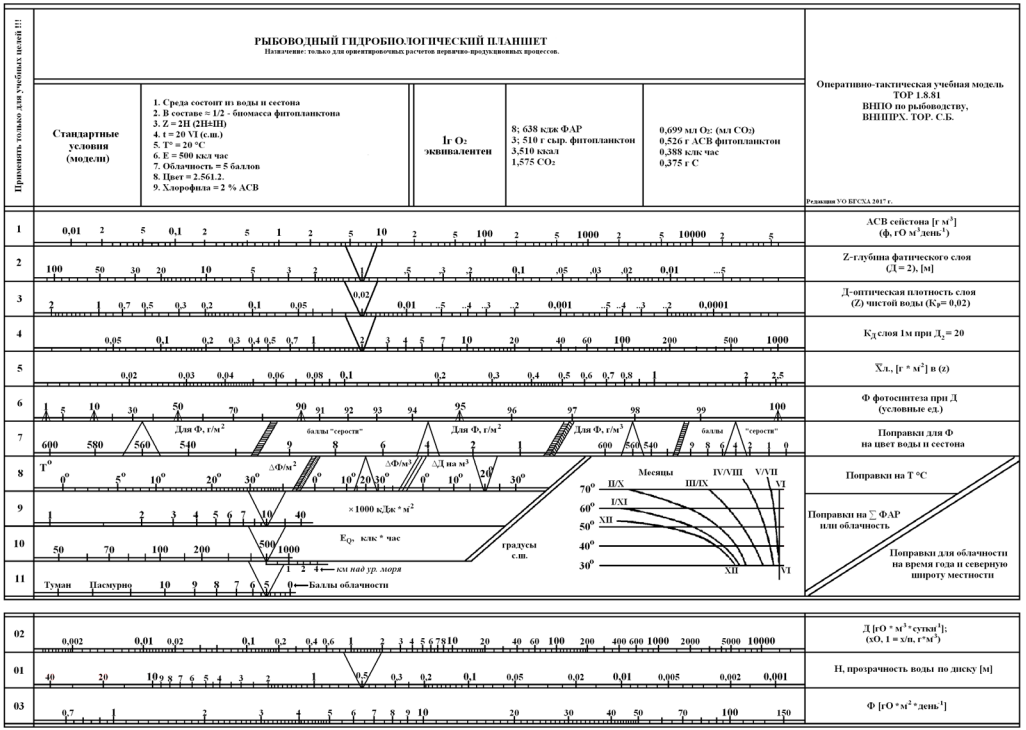

Рис. 4. Общий вид гидробиологического планшета

9. Хлорофилла 2 % АСВ означает, что за точку отсчета принято такое состояние водоема, в котором 2 % абсолютно сухого вещества (АСВ) сестона приходится на хлорофилл. Связано с пунктами 1 и 2 стандартных условий.

Пример 4. Водоем – обычный пруд. Прозрачность воды – 0,4 м. Фактическая глубина h = 1,5 м. Оцените изменение ситуации с кислородным балансом по сравнению со стандартной в двух случаях (вариантах):

- 1-й вариант – резкое изменение погоды при сохранении состава сестона;
- 2-й вариант – кардинальное изменение обстановки по всем показателям.

В обоих вариантах величина прозрачности сохраняется на уровне H = 0,4 м.

Факторы, имеющие отклонения от стандартных условий:

для 1-го варианта: T = 24 °С, облачность – 10 баллов;

для 2-го варианта: T = 24 °С, облачность – 10 баллов, цвет воды – 600 нм, «серость» – 8 баллов, дата – 20 августа, широта – 50° с. ш.

Необходимо определить кислородный баланс для стандартных условий и его изменение в каждом из двух вариантов. В случае если обнаруживается вероятность замора, следует установить ориентировочное время его наступления с учетом того, что исходная среднесуточная концентрация кислорода в водоеме составляет 6 мг/л.

Последовательность действий:

1. Определяем кислородный баланс пруда в стандартных условиях.

1.1. Определяем базовые значения фотосинтеза (Ф, г $O_2/м^2$ в день) и деструкции (D, г $O_2/м^3$ в сутки) для водоема в стандартных условиях. Для этого используем шкалы 01, 02 и 03. Для стандартных условий получаются величины: $Ф_{баз}$ = 7 г $O_2/м^2$ в день и $D_{баз}$ = 1,8 г $O_2/м^3$ в сутки.

1.2. Выявляем необходимость внесения поправок на соотношение реальной глубины водоема и глубины фотического слоя. В нашем водоеме $Z = 2H = 2 \cdot 0{,}4$ м = 0,8 м. Реальная глубина h = 1,5 м. Сопоставление глубин (Z / h = 0,8 м / 1,5 м) показывает, что фотический слой меньше реальной глубины водоема и может функционировать в полную мощность. Понижающих поправок на фотосинтез не нужно. Таким образом, $Ф_{баз} = Ф$.

1.3. Определяем суммарную интенсивность деструкции (D, г $O_2/м^3$

в сутки) путем умножения базового значения $D_{баз}$ = 1,8 г O_2/м^3 на реальную глубину водоема. Получаем:

$$D = 1{,}8 \text{ г } O_2/\text{м}^3 \cdot 1{,}5 \text{ м} = 2{,}7 \text{ г } O_2/\text{м}^3.$$

1.4. Рассчитываем суточный кислородный баланс пруда для стандартных условий:

$$\Phi - D = 7 - 2{,}7 = +4{,}3 \text{ г } O_2/\text{м}^2 \text{ в сутки.}$$

Баланс положительный. Опасности возникновения в пруду заморной ситуации нет.

2. Определяем кислородный баланс пруда для ситуации резкого изменения погодных условий.

2.1. Определяем интенсивность фотосинтеза и интенсивность деструкции при стандартных условиях. Аналогично п. 1.1 данного примера $\Phi_{баз}$ = 7 г O_2/м^2 в день и $D_{баз}$ = 1,8 г O_2/м^3 в сутки.

2.2. Вносим поправки на интенсивность деструкции по температуре. Для деструкции действующими являются поправки только на один фактор внешней среды – температуру. Для внесения поправки на температуру на шкале 8 (самая правая часть шкалы, рис. 5) измеряем соответствующий отрезок (между температурами 20 и 24 °С) и откладываем его с учетом соответствующего направления стрелки на шкале 02 от базового значения деструкции (от $D_{баз}$ = 1,8 г O_2/м^3 в сутки). Получаем скорректированное значение D = 2,4 г O_2/м^3 в сутки.

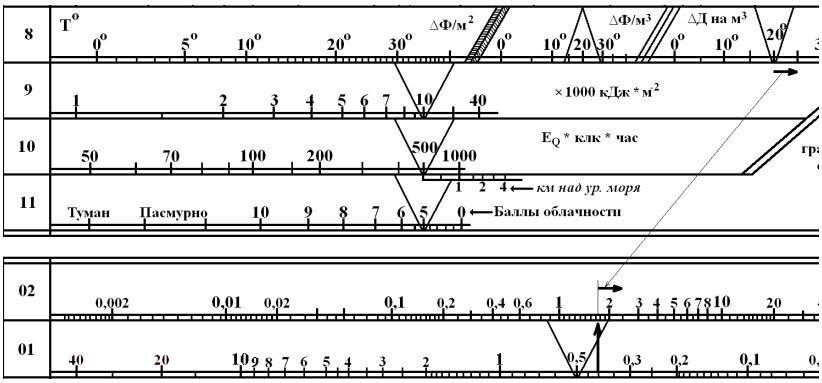

Рис. 5. Графическое внесение поправок для деструкции на температуру (T = 24 °С) при прозрачности H = 0,4 м

2.3. Вносим поправки для деструкции на глубину водоема. Размерность деструкции – граммы O_2 на кубический метр в сутки. Это значит, что суммарное потребление кислорода будет зависеть от глубины. В нашем случае h = 1,5 м. Значит, суммарное потребление кислорода

$$D = 2{,}4 \text{ г } O_2/м^3 \cdot 1{,}5 \text{ м} = 3{,}6 \text{ г } O_2/м^3 \text{ в сутки.}$$

2.4. Вносим поправки на интенсивность фотосинтеза. Предварительно отметим, что на фотосинтез влияют практически все факторы внешней среды. В нашем случае (вариант со сменой погоды) от стандартных показателей отличаются температура и облачность. Величину поправок для каждого фактора оцениваем графически с помощью поправочной шкалы 8 (левая часть) и шкалы 11 соответственно. В дальнейшем эти отрезки переносятся на шкалу 03 и последовательно, независимо друг от друга, с учетом направления каждой стрелки откладываются от базового значения Ф = 7 г $O_2/м^2$ в день (рис. 6).

В результате получено итоговое значение Ф = 3,7 г $O_2/м^2$ в день.

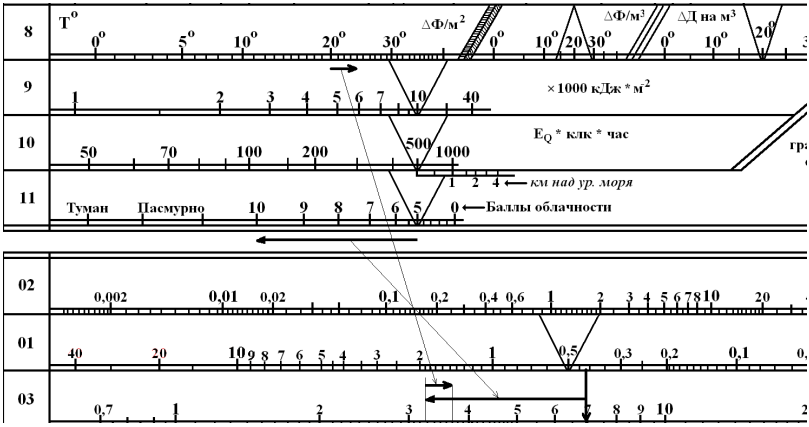

Рис. 6. Графическое внесение поправок для фотосинтеза на температуру (T = 24 °C) и облачность (10 баллов) при H = 0,4 м

2.5. Рассчитываем суточный кислородный баланс пруда для варианта со сменой погоды:

$$Ф - D = 3{,}7 - 3{,}6 = +0{,}1 \text{ г } O_2/м^2 \text{ в сутки.}$$

Баланс положительный, однако при этом очень близок к нулевому. Опасности возникновения в пруду заморной ситуации в ближайшей

перспективе нет. Однако следует внимательно следить за изменением состояния сестона и другими факторами, способными ухудшить ситуацию.

3. Определяем кислородный баланс пруда для случая кардинального изменения всех внешних факторов относительно стандартных условий. Напомним исходные данные: T = 24 °С, облачность – 10 баллов, цвет воды – 600 нм, «серость» – 8 баллов, дата – 20 августа, широта – 50° с. ш. Исходная концентрация кислорода – 6 мг/л.

3.1. Определяем интенсивность фотосинтеза и интенсивность деструкции при стандартных условиях (базовые величины). Определение осуществляется аналогично пп. 1.1 и 2.1 данного примера: $\Phi_{баз}$ = 7 г O_2/м^2 в день и $D_{баз}$ = 1,8 г O_2/м^3 в сутки.

3.2. Вносим поправки на интенсивность деструкции по температуре. Учитываем только температуру (24 °С). Действуем аналогично п. 2.2. Получаем итоговое значение D = 2,4 г O_2/м^3 в сутки.

3.3. Учитываем влияние на деструкцию реальной глубины водоема (1,5 м). Для этого

$$D \cdot h = 2{,}4 \text{ г } O_2/\text{м}^3 \text{ в сутки} \cdot 1{,}5 \text{ м} = 3{,}6 \text{ г } O_2/\text{м}^3.$$

3.4. Определяем величины поправок на интенсивность фотосинтеза. Прежде всего отметим, что в рассматриваемом варианте все пять указанных внешних факторов нестандартны. Значит, для каждого из них: температуры, облачности, «серости», цвета воды и длительности светового дня – необходимо определение величины и направления поправки.

Определяем величину и направление поправок для длительности светового дня (в зависимости от месяца и широты местности) путем определения длины отрезка на графике в правой нижней части планшета (рис. 7).

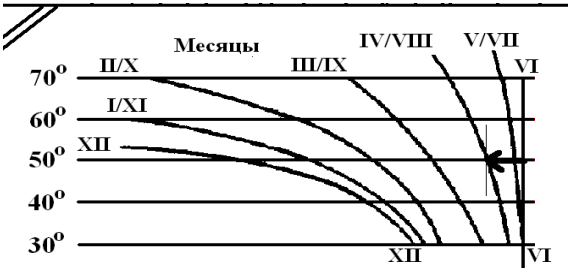

Рис. 7. Определение величины и направления поправок на длительность светового дня в зависимости от времени года (месяц) и географического положения водоема

Определение величины и направления поправок для цвета воды и «серости» проводится путем измерения длины отрезков между стандартными и фактическими значениями на шкале 7 (рис. 8).

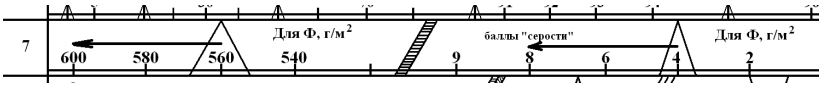

Рис. 8. Определение величины и направления поправок на цвет воды (600 нм) и «серость» (8 баллов)

3.5. Вносим поправки на интенсивность фотосинтеза. На базовую величину Ф = 7 г O_2/м^2 в день (п. 3.1) влияют все пять факторов. Для определения суммарного воздействия данных факторов ранее определенные величины поправок последовательно переносятся на шкалу 03 таким образом, чтобы каждая последующая поправка продолжала предыдущую. Если каждой поправке придать соответствующий номер, например: 1-й номер – температуре, 2-й – облачности, 3-й – «серости», 4-й – цвету воды, 5-й – длине дня, тогда их перемещение на гидробиологическом планшете (в продолжении схемы рис. 6) может быть представлено на рис. 9.

В результате суммарного воздействия всех пяти факторов, из которых только один работал на увеличение (температура), а остальные – на уменьшение интенсивности фотосинтеза, итоговая величина Ф уменьшилась с 7 г O_2/м^2 в день до 0,81 г O_2/м^2 в день.

3.6. Рассчитываем кислородный баланс путем определения разницы между фотосинтезом (Ф) и деструкцией (*D*) столба воды, расположенного под 1 м^2 поверхности, когда для каждого из составляющих этого баланса учтены все значимые факторы внешней среды и реальная глубина водоема. В нашем случае

$$Ф - D = 0{,}81 - 3{,}6 = -2{,}79 \text{ г } O_2/м^2 \text{ в день.}$$

Баланс отрицательный. Это означает, что необходимо определение ориентировочного времени наступления заморной ситуации.

3.7. Рассчитываем время наступления замора в два этапа. Сначала рассчитывается количество кислорода, которое может быть растворено в столбе воды, расположенном под 1 м^2 поверхности, с учетом того, что 6 мг O_2/л = 6 г O_2/м^3:

$$6 \text{ г } O_2/м^3 \cdot 1{,}5 \text{ м} = 9 \text{ г } O_2/м^2.$$

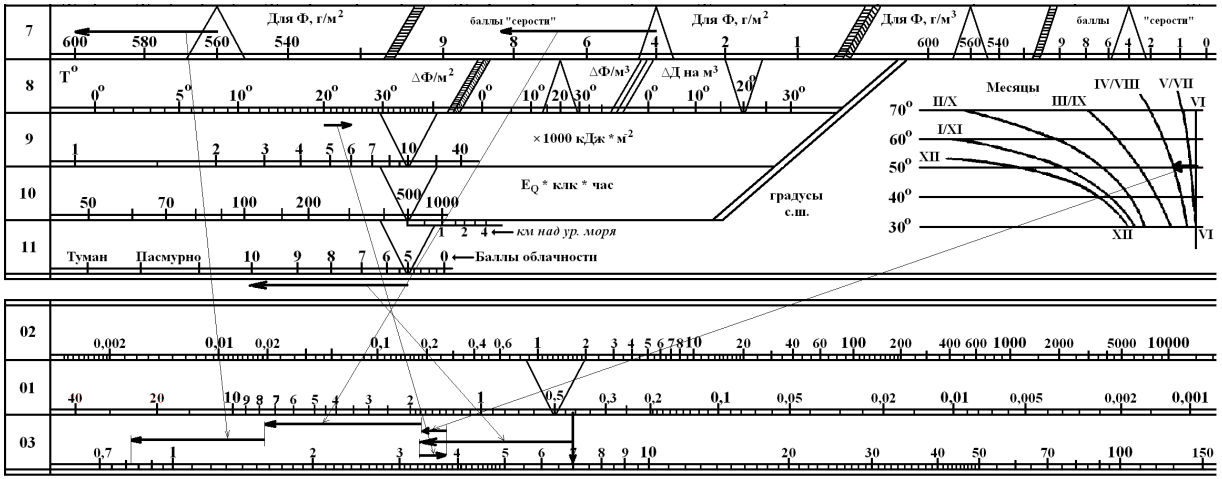

Рис. 9. Внесение поправок на интенсивность фотосинтеза:
1 – температура (24 °С); 2 – облачность (10 баллов); 3 – «серость» (8 баллов);
4 – цвет воды (560 нм); 5 – длина дня

Затем определяем время, необходимое для полного исчерпания данного количества кислорода при сохранении отрицательного баланса кислорода на уровне –2,79 г $O_2/м^2$ в сутки:

$$9 \text{ г } O_2 / 2{,}79 \text{ г } O_2 \text{ в день (сутки)} = 3{,}23 \text{ сут.}$$

Таким образом, время до полного исчерпания имеющегося запаса кислорода составляет немногим более трех суток.

Ответ. В рыбоводном пруду глубиной 1,5 м с прозрачностью 0,4 м в стандартных условиях ситуация в целом благоприятная. Кислородный баланс положительный (+4,3 г $O_2/м^2$ в сутки). Опасности возникновения заморной ситуации нет.

При резком изменении погодных условий (увеличение температуры воды до 24 °С и облачности до 10 баллов) кислородный баланс остается положительным, но заметно снижается (до +0,1 г $O_2/м^2$ в сутки). Непосредственной опасности замора нет. Однако при изменении качества воды ситуация может ухудшиться. Поэтому требуется усиление оперативного контроля за состоянием водоема.

При кардинальном изменении качества воды (возможно, при чрезмерной кормовой нагрузке на водоем) возникновение заморной ситуации неизбежно. В заданных параметрах массовый замор в пруду наступит в пределах 3–4 сут. Потребуются срочные меры по предупреждению замора и спасению рыбы.

4.5. Рыбоводный тактический расчет

Распечатайте в формате А4 рыбоводный тактический планшет (рис. 10). Внимательно изучите его структуру и ознакомьтесь с поясняющей информацией для выполнения расчета.

Пример 5. Определите две траектории предельно возможного роста массы тела карпа за семь месяцев выращивания (210 дней), если среднемесячная температура воды в рамках данного периода с начального месяца до конечного будет меняться следующим образом: 1-й вариант – 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 °С; 2-й вариант – 27, 24, 22, 20, 18, 16, 14 °С. Начальная масса тела в обоих случаях – 0,1 г (подращенная личинка). Представьте траектории роста карпа в графическом виде для обоих вариантов.

Рис. 10. Общий вид тактического рыбоводного планшета

Последовательность действий:

1. На графическом поле времени и температуры найдем отрезки, соответствующие заданным в каждом месяце параметрам времени и температуры. Время везде – 30 дней, температурный коэффициент $K_Э$ для температуры 14 °С – 0,4, для 16 °С – 0,6, для 18 °С – 0,7, для 20 °С – 0,8, для 22 °С – 0,9, для 24 °С – 0,95, для 27 °С – 1,0. Длина каждого из семи отрезков представлена на рис. 11. Каждому отрезку придадим свое цифровое обозначение – от 1 до 7.

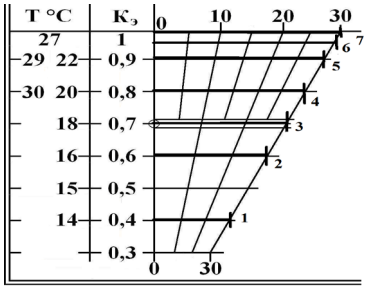

Рис. 11. Определение отрезков, соответствующих времени и температуре каждого из семи месяцев периода выращивания

2. Определяем последовательность изменений массы для 1-го варианта. Каждый из отрезков, характеризующих длительность (везде

30 дней) и среднемесячную температуру, последовательно, друг за другом (с 1-го номера по 7-й), переносим на расчетную шкалу штучной массы и отрезок за отрезком откладываем от величины начальной массы тела. В каждой точке совмещения конца и начала двух отрезков считываем необходимые промежуточные значения массы (рис. 12).

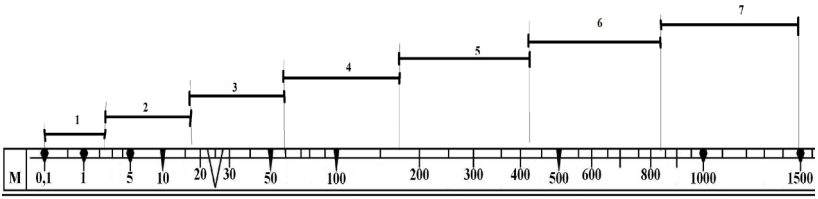

Рис. 12. Графическое определение траектории роста карпа, г/шт.
(1-й вариант примера 4)

Получаем последовательный ряд значений (траекторию) массы тела карпа на начало и конец каждого месяца. Это и есть искомая траектория роста для 1-го варианта. В нашем случае изменение массы тела рыбы (траектория № 1) помесячно выглядит следующим образом: 0,1 г, 2,3, 16, 60, 170, 410, 825, 1490 г.

3. Определяем последовательность изменений массы для 2-го варианта. Каждый из отрезков, характеризующих длительность (везде 30 дней) и среднемесячную температуру, последовательно, друг за другом (в данном варианте с 7-го номера по 1-й), переносим на расчетную шкалу штучной массы и отрезок за отрезком откладываем от величины начальной массы тела. В каждой точке совмещения конца и начала двух отрезков считываем необходимые промежуточные значения массы (рис. 13).

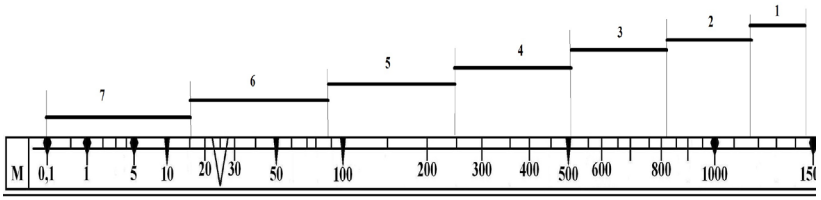

Рис. 13. Графическое определение траектории роста карпа, г/шт.
(2-й вариант примера 4)

Получаем последовательный ряд значений (траекторию) массы тела карпа на начало и конец каждого месяца. Это и есть искомая траектория роста для 2-го варианта. В нашем случае изменение массы тела рыбы (траектория № 2) помесячно выглядит следующим образом: 0,1 г, 15, 85, 240, 490, 820, 1170, 1490 г.

4. Представляем графически траектории роста для обоих вариантов. С помощью обычных инструментов (карандаш, линейка) или с использованием существующих графических редакторов, например электронных таблиц Excel, заносим ранее полученные (пп. 2 и 3) значения массы на поле значений масса – время и получаем диаграмму, аналогичную приведенной на рис. 14.

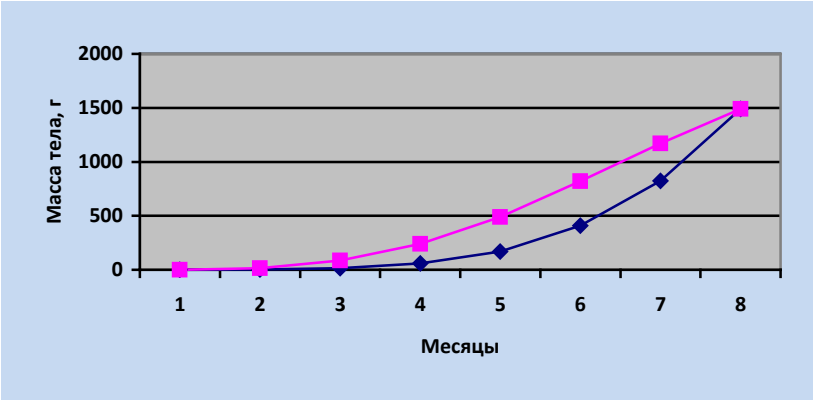

Рис. 14. Графическое представление траекторий роста карпа
№ 1 и № 2 для примера 4

Ответ. Траектории роста карпа за семь месяцев выращивания в заданных условиях будут выглядеть следующим образом:

№ 1: 0,1–2,3–16–60–170–410–825–1490 г/шт.;

№ 2: 0,1–15–85–240–490–820–1170–1490 г/шт.

Решение подобной задачи требуется в том случае, когда следует детализировать границы возможного роста карпа в условиях переменной температуры и заданной длительности периода выращивания, а кормовая обеспеченность рыб стремится к 100 %.

4.6. Заключение

Заключение должно являться итогом проделанной работы, выражать ее суть и быть кратким. Оно излагается в виде отдельных пунктов, вытекающих из работы, минимум один вывод в рамках раздела.

4.7. Список литературы

В список литературы включают лишь те источники, на которые есть ссылки в курсовой работе. Его рекомендуется составлять по мере появления ссылок. Фамилию автора следует указывать в именительном падеже. Далее следует название источника, повторяется фамилия первого автора, указываются фамилии других авторов (если они есть) в той последовательности, в какой они напечатаны в книге, перед последующей фамилией ставят запятую. Затем необходимо указать место и год издания, количество страниц.

Например:

1. Васильева, Л. М. Биологическое и техническое обоснование для организации товарной фермы по выращиванию осетровых рыб / Л. М. Васильева, Н. А. Абросимова. – Астрахань, 2000. – 25 с.

Сведения о статье периодического издания должны включать фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование издания (журнала), наименование серии (если имеется), год выпуска, номер издания (журнала), страницы, на которых помещена статья. Следует приводить номера первой и последней страниц, разделенные знаком тире без пробелов.

Например:

Баранов, С. А. Первичная продукция водоемов как функция концентрации фитопланктона и прозрачности воды / С. А. Баранов // Водные ресурсы. – 1980. – № 2. – С. 137–157.

Если в источнике более трех авторов, то сведения о нем оформляются следующим образом:

1. Основные уравнения роста биологических объектов. Биологические ресурсы внутренних водоемов СССР / С. А. Баранов [и др.]. – М.: Наука, 1979. – С. 156–168.

Ссылка на литературный источник в тексте пояснительной записки оформляется следующим образом. В квадратных скобках указывается порядковый номер книги, статьи, соответствующий списку литературы, помещенному в конце работы. Например: [15].

5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Общие требования. Курсовая работа в компьютерном наборе выполняется на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210×297 мм). Текст должен быть набран в редакторе MS Word, шрифт – Times New Roman, размер – 14 пунктов, абзацный отступ – 0,5 см. Количество знаков в строке должно составлять 60–70, межстрочный интервал – полуторный. Устанавливаются следующие размеры полей: верхнего и нижнего – 20 мм, левого – 30 мм, правого – 10 мм.

Опечатки и графические неточности, обнаруженные в тексте, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графиков) рукописным способом.

Титульный лист является первой страницей работы. Он набирается на компьютере в соответствии с принятой формой. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц, но номер страницы на нем не ставят. На титульном листе (приложение) указывают название факультета, кафедры, тему курсовой работы, фамилию, имя, отчество студента, ученую степень, звание, инициалы и фамилию руководителя – преподавателя, проверяющего курсовую работу.

Задание заполняется преподавателем и включает: наименование вуза, факультета, кафедры; фамилию, имя, отчество студента и руководителя; название темы; исходные данные для выполнения работы; обязательный минимум содержания пояснительной записки к курсовой работе; обязательную графическую часть.

Содержание курсовой работы помещается после задания, оформляется в виде таблицы с корректировкой «нет границы» и включает наименования всех разделов и подразделов с указанием номера страницы, на которой размещается начало материала. Например:

	Введение……...……	3
1	Биологическая характеристика объекта ……...	5
2	Характеристика водоема…….	10

Содержание должно включать все заголовки, имеющиеся в курсовой работе.

Рубрикация рукописи, нумерация страниц. Текст курсовой работы делят на разделы, подразделы и пункты. Разделы должны быть пронумерованы в пределах всей работы арабскими цифрами. После

номера раздела точка не ставится. Реферат, так же как и титульный лист, включается в общую нумерацию страниц, но номер страницы на нем не ставится. Разделы начинаются с новой страницы, а подразделы отделяются от текста межстрочными интервалами. Заголовки разделов печатают прописными буквами симметрично тексту в середине строк полужирным шрифтом размером на 1–2 пункта больше, чем шрифт основного текста. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Например:

ВВЕДЕНИЕ
1 БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ВЫРАЩИВАНИЯ

Заголовки подразделов печатают с абзацного отступа строчными буквами (кроме первой прописной) полужирным шрифтом размером шрифта основного текста. Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела должен состоять из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. После номера подраздела точка не ставится. Точку в конце заголовка также не ставят. Например:

1.1 Систематика карпа
1.3 Выращивание карпа в поликультуре с растительноядными

Пункты нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точками. Например: 2.4.1 – первый пункт четвертого подраздела второго раздела. Заголовок пункта печатают с абзацного отступа полужирным шрифтом размером шрифта основного текста в подбор к тексту. В конце заголовка пункта ставят точку.

Нумерация страниц курсовой работы должна быть сквозной и проставлена арабскими цифрами в центре нижней части листа без точки в конце. Страницы, на которых расположены задание и содержание, не нумеруются. Список литературы и приложения включаются в общую нумерацию работы.

Не допускается цветное оформление обложки, текста, таблиц и заголовков курсовой работы.

Таблицы. Цифровой материал (при желании) оформляется в виде таблиц, каждая из которых должна иметь заголовок. Таблицы нумеру-

ются последовательно в пределах раздела. Следовательно, таблицы должны иметь двойную нумерацию (номер главы и порядковый номер таблицы, разделенные точкой). Перед заголовком помещают надпись «Таблица» с указанием ее номера. Знак «№» не ставится. Заголовок и слово «Таблица» начинают с прописной буквы. Например:

Таблица 2.2 – Исследуемые показатели качества воды

Показатели	Значения
Прозрачность воды, м	0,6
Температура воды, °С	22,0

При оформлении таблиц необходимо руководствоваться следующими правилами:

- допускается применять в таблице шрифт, на 1–2 пункта меньший, чем в тексте курсовой работы;

- не следует включать в таблицу графу «Номер по порядку». При необходимости нумерации показателей, включенных в таблицу, порядковые номера указывают в боковике таблицы непосредственно перед их наименованием;

- таблицу с большим количеством строк допускается переносить на следующий лист. При переносе части таблицы на другой лист ее заголовок указывают один раз над первой частью, слева над другими частями пишут слово «Продолжение» или «Окончание». Если в работе несколько таблиц, то после слова «Продолжение» или «Окончание» указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1.2»;

- при необходимости следует давать пояснения или приводить справочные данные к содержанию таблицы в виде примечаний, которые располагают непосредственно под ней. Если примечание одно, то после слова «Примечание», написанного с абзацного отступа, ставится тире и с прописной буквы излагается содержание примечания. Если примечаний несколько, каждое из них печатается с новой строки с абзацного отступа и нумеруется арабскими цифрами. Слово «Примечания» и их содержание печатаются шрифтом размером на 1–2 пункта меньше размера шрифта основного текста.

Каждую таблицу необходимо проанализировать. На все таблицы курсовой работы должны быть даны ссылки в тексте перед таблицей. При этом слово «таблица» в тексте пишут полностью. Например: «...приведены в таблице 2.4». В повторных ссылках на таблицы следу-

ет указывать сокращенно слово «смотри». Например: «см. таблицу 2.4». В таблицах и тексте курсовой работы не допускаются произвольные сокращения (РЯР вместо растительноядные рыбы и др.). Разрешается использовать только принятые ГОСТом сокращения: т – тонна, ц – центнер, кг – килограмм, г (не гр.) – грамм, см – сантиметр, л – литр, мл – миллилитр и др. Их необходимо писать без точек. Точка ставится после сокращений: с. – страница, г. – год, гг. – годы, т. е. – то есть, и т. д. – и так далее, млн. – миллион, тыс. – тысяча и др.

Иллюстрации. Все иллюстрации (фотографии, схемы, чертежи, графики и др.) именуются рисунками и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. При ссылке на рисунок следует указывать его номер. Например: «рисунок 1.2» (второй рисунок первой главы). Повторные ссылки на рисунок делают следующим образом: «см. рисунок 1.2». Каждый рисунок должен иметь название, которое помещают под рисунком. Название рисунка печатают полужирным шрифтом на 1–2 пункта меньше основного текста. Например:

Рисунок 4.1 – Тактический рыбоводный планшет

Рисунки помещают сразу после ссылок на них в тексте.

6. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Законченная курсовая работа, подписанная студентом, после регистрации ее сотрудником на кафедре в журнале предоставляется руководителю в срок, установленный календарным планом. Руководитель проверяет курсовую работу, устанавливает ее готовность к защите и назначает дату защиты.

Защита курсовой работы проводится перед комиссией, сформированной заведующим кафедрой. Защита состоит в коротком (5 мин) докладе. Доклад может сопровождаться презентацией, разработанной студентом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Купинский, С. Б. Биологические основы рыбоводства. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие / С. Б. Купинский, М. М. Усов, Р. М. Цыганков. – Горки : БГСХА, 2018. – 154 с.

2. Усов, М. М. Ихтиология : учеб.-метод. пособие / М. М. Усов, О. В. Усова. – Горки : БГСХА, 2020. – 168 с.

3. Усов, М. М. Экология рыб : учеб.-метод. пособие / М. М. Усов, О. В. Усова. – Горки : БГСХА, 2023. – 138 с.

4. Рыбы Беларуси. – URL: https://fishingby.com/fish-belarus/ (дата обращения: 16.12.2024).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Форма титульного листа курсовой работы

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Факультет биотехнологии и аквакультуры

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

КУРСОВАЯ РАБОТА

на тему: «Моделирование продукционных процессов
с помощью рыбоводного экологического, гидробиологического
и тактического планшетов в естественном водоеме «Верхний пруд»
при выращивании в нем карпа и белого амура»

Выполнил _____ _____
(подпись) *(инициалы, фамилия)*
Студент_____курса_____группы
Шифр ___ (для студентов заочной формы обучения)
Руководитель _____ _____
(подпись) *(инициалы, фамилия)*

Горки 202__

СОДЕРЖАНИЕ

Введение....3
Список рекомендуемой литературы....5
1. Общие положения....5
2. Задания для выполнения курсовой работы....6
3. Содержание курсовой работы....7
4. Выполнение основных разделов курсовой работы....8
5. Правила оформления курсовой работы....28
6. Защита курсовой работы....32
Библиографический список....33
Приложение....34

У ч е б н о е и з д а н и е

Усов Михаил Михайлович
Усова Оксана Владимировна

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА

Методические указания по выполнению курсовой работы

Редактор *Н. Н. Пьянусова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 14.05.2025. Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,51.
Тираж 40 экз. Заказ .

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.