



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована DQS
по международному стандарту ISO 9001:2015

Институт рыбного хозяйства, биологии и природопользования

Кафедра «Аквакультура и рыболовство»

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

Методические указания к практическим занятиям для обучающихся по
направлению подготовки 35.04.08 – «Промышленное рыболовство».

Направленность «Управление рыболовством и сырьевыми ресурсами»

АСТРАХАНЬ – 2017

Составитель: проф. каф. «Аквакультура и рыболовство» Мельников А.В.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры «Аквакультура и рыболовство» Фоменко
В.И.

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Управление запасами промысловых рыб» утверждены на заседании кафедры «Аквакультура и рыболовство» «20» ноября 2017 г., протокол № 8

ТЕМА 1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

Содержание темы: Основные факторы, влияющие на запасы промысловых рыб. Основные причины и закономерности колебаний запасов промысловых рыб. Основные пути сохранения и увеличения запасов промысловых рыб. Популяция рыб как динамическая система с элементами саморегулирования. Общая характеристика и классификация методов, способов и моделей теории рыболовства

Цель работы – уяснить причины и закономерности колебаний запасов рыб, возникновения факторов, влияющие на запасы рыб и пути сохранения и увеличения запасов рыб.

На численность и состав промыслового стада, их колебания в наибольшей степени влияют процессы воспроизводства, развития и роста рыб, естественной и промысловой смертности.

Воспроизводство определяет пополнение промыслового стада рыб. При этом пополнение промыслового стада обычно рассматривают как частный случай воспроизводства, когда учитывают численность потомства при вступлении его в промысловое стадо или в промысел.

На количество и качество производителей влияет, прежде всего, численность и состав нерестовых популяций, их состояние.

Плодовитость рыб как показатель воспроизводства характеризуют абсолютной и относительной плодовитостью. Под абсолютной плодовитостью понимают количество икринок, которые рыба выметывает в данном году. Относительная плодовитость равна количеству икринок на единицу массы тела самки.

Абсолютная и относительная плодовитость являются видовыми признаками. Однако они изменяются в широких пределах в зависимости от возраста, обеспеченности пищей, условий внешней среды и т.д.

Условия нереста определяются размерами нерестовых площадей, температурой и соленостью воды, наличием подходящего субстрата, количеством особей другого пола и т.д. При отсутствии подходящих условий икрометание может не состояться или икра выметывается не полностью.

На численность поколения влияет продолжительность нерестового периода. Растянутый нерест, когда нерестовый ход длителен или икрометание происходит порционно, способствует лучшему использованию кормовой базы молодь и ослаблению напряженности пищевых отношений на первых этапах развития рыбы. Такой ход нереста, как правило, обеспечивает большую стабильность пополнения.

У многих рыб жизнестойкость молоди из икры в начале, середине и конце нереста неодинакова. Обычно она выше у молоди из икры самок старших и средних возрастов, которые часто подходят на нерест первыми. Такие рыбы дают более богатую пищевыми запасами икру, и она оплодотворяется первыми порциями более высококачественной спермы.

Выживаемость икры и личинок является одним из основных факторов, определяющих численность пополнения. Часто общая смертность от икрометания до конца личиночного периода превышает 99%. Подавляющая часть смертности приходится на собственно эмбриональный и предличиночный период. В это время выживаемость определяется температурой воды, соленостью, газовым режимом, ветром, волнением, наличием хищников.

Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите основные факторы, влияющие на динамику численности промысловых рыб.

2. Какие факторы и как влияют на колебания возрастной и размерной структуры стада?
3. Какие факторы влияют на величину пополнения промыслового стада?
4. Что такое морфологическая разнокачественность рыб, и от каких причин она зависит?

Методические рекомендации для практических занятий:

Для активного участия на практическом занятии в обсуждении практических вопросов студентам необходимо заранее самостоятельно изучить тему, используя рекомендуемую литературу, ответить на вопросы для самопроверки. В случае возникновения каких-либо вопросов касательно изученной темы рекомендуется задать вопросы преподавателю в начале практического занятия. В дальнейшем процесс изучения темы на практическом занятии будет основан на диалоге преподавателя с аудиторией, который будет начинаться с постановки вопроса преподавателем всем участникам для активации наиболее активных слушателей с последующим вовлечением остальных обучающихся. Для более насыщенного участия слушателям рекомендуется подготовить какие-либо интересные факты, так или иначе связанные с изучаемой темой, принимая во внимание её актуальность. Следует отметить, что подкрепление обсуждения интересными фактами будет способствовать великолепному запоминанию темы как самим слушателем, подготовившим интересный материал, так и остальными участниками.

Вопросы для обсуждения на практических занятиях:

1. Как рационально использовать кормовые ресурсы водоемов для повышения их продуктивности?
2. Как обеспечить хорошие условия воспроизводства стада рыб?
3. В чем состоят принципы рациональной эксплуатации запасов рыб?
4. Перечислите основные методы оценки запасов промысловых рыб.
5. Перечислите основные пути сохранения и увеличения запасов промысловых рыб.

ТЕМА 2. КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАПАСОВ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

Содержание: Общая характеристика контроля. Общая характеристика прогнозирования. Характеристика прогнозирования с применением метода группового учета аргументов (МГУА).

Цель: иметь понятие о характеристике контроля и прогнозирования с применением метода группового учета аргументов.

Под контролем систем управления рыболовством, как и других систем управления промышленным рыболовством, понимают проверку количественных и (или) качественных характеристик свойств систем на соответствие установленным требованиям, в.т.ч. промыслово-биологическим, техническим, экономическим и другим требованиям. Такой контроль проводят для отдельных элементов систем и показателей, которые характеризуют работу систем в целом. Элементами (подсистемами) всех систем управления рыболовством являются объект лова (запасы), средства лова и внешняя среда в промысловых водоемах.

Как принято для технических систем, контроль рассматриваемых систем должен проводиться на всех стадиях жизненного цикла - разработки, производства, эксплуатации, сохранения.

Стадия разработки системы управления рыболовством включает выбор объекта лова, времени и места лова, средств лова, анализ элементов системы, предварительное обоснование их параметров, интенсивности и селективности рыболовства и т.д. На стадии разработки систем контролируют состояние и динамику запасов, современные научно-технические достижения, гипотетическую возможность выполнения требований нормативных документов и т.д. Комплекс подобных мероприятий контроля принято называть оценкой уровня качества систем управления или их элементов.

На стадии производства контроль сводится к оценке качества и состояния технологических процессов изготовления средств лова, например орудий лова. Условно к этой стадии относят уточнение состояния и распределения запасов, условий внешней среды до начала эксплуатации запасов.

При эксплуатации систем управления рыболовством контролируют состояние элементов системы (особенно запаса), соответствие работы системы требованиям нормативной документации, заданным промыслово-биологическим, техническим, экономическим и другим показателям.

Прогнозирование является одной из важных задач управления рыболовством. Прогнозирование рыболовства связано с большими сложностями из-за влияния на оценку запасов и управление запасами большого числа случайных факторов, необходимостью иметь значительный объем биологической, промысловой, океанологической и другой информации за предшествующие годы.

О сложности проблем прогнозирования рыболовства свидетельствует, в частности, современная методика прогнозирования состояния запасов и общего допустимого улова (ОДУ) методами предосторожного подхода к проблемам рыболовства. Такой подход включает ретроспективный анализ запаса, обоснование ориентиров управления рыболовством, прогнозирование запаса и общего допустимого улова, обоснование рекомендуемого ОДУ.

Практически невозможно и нецелесообразно иметь один универсальный метод прогнозирования показателей рыболовства. Условия рыболовства, специфика состояния запасов, характер исходной информации, особенности динамики прогнозируемых показателей, характер задачи прогнозирования и т.д. требуют индивидуального подхода к прогнозированию и комплексного применения методов.

С другой стороны, задача прогнозирования рыболовства иногда облегчается значительной общностью прогнозирования различных процессов и явлений, появлением современной вычислительной техники, облегчающей математическое моделирование прогнозов.

Прогнозированию запасов и рыболовства в ряде случаев способствует налаженная система контроля запасов и состояния рыболовства, сбора исходных данных для прогнозирования.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие качественные и количественные исследования запасов промысловых рыб и управления запасами в основном проводили до начала XX века?
2. Какова роль русского ученого Ф.И. Баранова в разработке математического моделирования теории рыболовства и как эти методы развивались в дальнейшем?
3. С какого времени активно развиваются методы регулирования интенсивности и селективности рыболовства?
4. Когда и на каких принципах в теории рыболовства начали развиваться кибернетические методы и методы предосторожного подхода?

5. Какие основные причины препятствуют рациональному и эффективному использованию запасов промысловых рыб в настоящее время?

Рекомендации для практических занятий:

Самостоятельно подготовиться к обсуждению вопросов, выносимых на практическое занятие. Вопросы будут обсуждены в порядке совместного диалога между преподавателем и слушателями. В конце практического занятия будет проведён краткий опрос наименее активных участников обсуждений.

Вопросы для обсуждения на практических занятиях:

6. Перечислите основные области и функции управления промышленным рыболовством.

7. Перечислите основные проблемы организации, регулирования, контроля и прогнозирования управления запасами промысловых рыб и рыболовством.

8. Перечислите основные закономерности пополнения промыслового стада рыб.

ТЕМА 3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ, ОБЩЕЙ И ПРОМЫСЛОВОЙ СМЕРТНОСТИ РЫБ

Содержание: Общие особенности количественной оценки воспроизводства запасов и пополнения промыслового стада. Общая характеристика кривых пополнения промыслового стада. Статистические методы оценки пополнения промыслового стада. Оценка доли пополнения в улове методом Аллена. Оценка роста рыб. Способы количественной оценки смертности рыб. Определение естественной смертности рыб. Оценка общей смертности рыб. Определение промысловой смертности рыб. Применение показателей промысловой смертности для оценки общего допустимого улова.

Цель: знать особенности количественной оценки воспроизводства запасов и пополнения промыслового стада. Уметь оценивать рост и способы количественной смертности рыб

Ранее была рассмотрена качественная оценка воспроизводства, роста, промысловой и естественной смертности рыб. Однако для оценки запасов и управления запасами промысловых рыб необходима их количественная оценка.

Плодовитость рыб является видовым признаком. Однако она изменяется в широких пределах в зависимости от возраста, обеспеченности пищей и условий внешней среды и других факторов. Наиболее важной и определенной является обычно экспоненциальная зависимость плодовитости от возраста рыбы (с увеличением возраста плодовитость обычно растёт). Однако плодовитость старых рыб снижается, и они участвуют в нересте не каждый год.

Качество половых продуктов определяется, прежде всего, размером икры и запасом в икре желтка. Из теоретических предпосылок выживаемость икры растёт с увеличением размера икры и желтка в икре, и эта зависимость также описывается восходящей экспоненциальной кривой.

Известны исследования оценки влияния условий и хода нереста на результаты воспроизводства. Установлены различные эмпирические зависимости воспроизводства от этих факторов для отдельных видов рыб и конкретных условий воспроизводства. Полуэмпирические зависимости для этих случаев имеют вид экспоненциальных кривых

или сочетания линейных зависимостей с экспоненциальными, которые выражаются кривыми с максимумом. Такие зависимости можно использовать для приближенного моделирования различных рыбохозяйственных процессов.

Обычно на эмбриональный и предличиночный период приходится до 96-97% от общей смертности. Высокая смертность и низкая выживаемость в этот период требуют большой точности моделирования. Ошибка 1-2% в оценке выживаемости икры приводит к неточности оценки начального количества личинок и молоди не менее чем на 25-50%.

С учетом взаимосвязи влияния различных факторов на выживаемость икры особое значение приобретают статистические методы анализа для установления взаимосвязи факторов и выбора наиболее важных из них. При моделировании выживаемости икры важен анализ внутригодовых и межгодовых колебаний выживаемости с учетом различных факторов. По экспериментальным данным можно разрабатывать сравнительно общие полуэмпирические модели с эмпирическими коэффициентами для различных видов рыб и условий воспроизводства. По мере накопления экспериментального материала модели уточняют.

Несколько меньшая смертность наблюдается в личиночный период. Она зависит от тех же факторов, что и смертность в эмбриональный и предличиночный период, а также, в большой степени, от обеспеченности личинок пищей.

Все особенности моделирования воспроизводства для периода выживания икры характерны и для личиночного периода. Кроме того, для этого периода моделируют зависимость выживаемости от времени, а, следовательно, степени развития личинок. Смертность, в зависимости от возраста личинок, в среднем подчиняется экспоненциальному закону. Эта закономерность нарушается в критические периоды, например, при истощении желточного мешка и переходе на другое питание. В это время наблюдается почти скачкообразное увеличение смертности.

Процессы воспроизводства рассматривают не только при естественном, но и при искусственном воспроизводстве. Показатели воспроизводства в искусственных условиях существенно лучше, чем в естественных условиях. Обычно выживаемость рыб при искусственном воспроизводстве оценивают промысловым возвратом, биологической выживаемостью и рыбоводным коэффициентом. Эти показатели с различных сторон характеризуют эффективность искусственного воспроизводства.

Показатели искусственного воспроизводства моделируют с учетом двух видов факторов. Первые из них влияют на воспроизводство в искусственных условиях, вторые - на выживаемость молоди после ее выпуска в естественные водоемы. Моделирование с учетом влияния первой группы факторов не отличается от моделирования воспроизводства в естественных условиях. При моделировании с учетом второй группы факторов важнейшее значение имеет промысловый возврат молоди. Он зависит в основном от возраста или массы молоди, выпущенной в водоем и места выпуска молоди.

Для оценки показателей искусственного воспроизводства рыб используют различные методы мечения рыб и другие методы. Полученные данные служат, в основном, для моделирования динамики численности рыб.

Вопросы для самопроверки:

1. Чем отличается понятие «воспроизводство» от понятия «пополнение» промыслового стада?

2. От каких факторов зависят показатели воспроизводства и пополнения промыслового стада? Опишите, как зависят показатели воспроизводства и пополнения промыслового стада от этих факторов.
3. Что является конечной целью оценки естественного воспроизводства?
4. Чем отличается выбор исходных данных для построения кривой пополнения и кривой воспроизводства?
5. Для какой цели нужны кривые пополнения и кривые воспроизводства?
6. Какой вид имеют кривые пополнения Рикера и кривые пополнения Бивертон-Холта?
7. Какие методы используют для оценки влияния различных факторов, кроме численности нерестового запаса, на пополнение стада промысловых рыб?
8. Перечислите новые виды моделей запас-пополнение.

Методические рекомендации для практических занятий:

Для активного участия на практическом занятии в обсуждении практических вопросов студентам необходимо заранее самостоятельно изучить тему, используя рекомендуемую литературу, ответить на вопросы для самопроверки. В случае возникновения каких-либо вопросов касательно изученной темы рекомендуется задать вопросы преподавателю в начале практического занятия. В дальнейшем процесс изучения темы на практическом занятии будет основан на диалоге преподавателя с аудиторией, который будет начинаться с постановки вопроса преподавателем всем участникам для активации наиболее активных слушателей с последующим вовлечением остальных обучающихся. Для более насыщенного участия слушателям рекомендуется подготовить какие-либо интересные факты, так или иначе связанные с изучаемой темой, принимая во внимание её актуальность. Следует отметить, что подкрепление обсуждения интересными фактами будет способствовать великолепному запоминанию темы как самим слушателем, подготовившим интересный материал, так и остальными участниками.

Вопросы для обсуждения на практических занятиях:

1. Опишите статистический метод моделирования пополнения промыслового стада с применением дисперсионного и корреляционного анализа.
2. Опишите статистический метод моделирования пополнения промыслового стада с учетом основных влияющих факторов и с применением метода группового учета аргументов.
3. Какие данные необходимы для оценки пополнения методом Аллена?
4. Запишите основные выражения для оценки пополнения методом Аллена.
5. Какие зависимости связывают массу и длину рыбы?
6. На какие два периода можно разбить жизненный период рыб с учетом темпов их роста?
7. Запишите и охарактеризуйте уравнения Бергаланфи для оценки зависимости длины и массы рыбы от возраста.
8. Как определить возраст, в котором масса поколения достигает максимума?
9. Какие три основных вида смертности обычно оценивают?

ТЕМА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОМЫСЛОВОГО УСИЛИЯ ДЛЯ ОРУДИЙ ЛОВА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ

Содержание: Общие требования к промысловому усилию. Классификация показателей промыслового усилия. Область применения промыслового усилия в промышленном рыболовстве. Количественная оценка показателей промыслового усилия. Определение показателей промыслового усилия для орудий лова различных видов. Рекомендуемые показатели промыслового усилия для решения различных задач промышленного рыболовства

Цель изучения данной темы – иметь понятие о промысловом усилии или промысловой мощности, особенности определения показателей промыслового усилия при лове различными орудиями лова и точности оценки обловленного пространства водоема и количеством промысловых единиц.

Промысловое усилие относится к числу 10-15 основных понятий промышленного рыболовства и его применяют для решения многих задач лова, промысла и рыболовства. На английском языке термину промысловое усилие соответствует выражение «fishing effort».

Наиболее часто считают, что промысловое усилие характеризует абсолютную или относительную интенсивность использования технических средств лова рыбы, воздействия на запасы или использования запасов промысловых рыб.

Кроме понятия «промысловое усилие» часто используют выражение «промысловая мощность» (fishing power), чаще считая его промысловым усилием в единицу времени.

По первому признаку показатели промыслового усилия классифицируют как меру тех или иных затрат на промысел, интенсивности промысла, воздействия на запасы и использования водоема и запасов.

По второму классификационному признаку различают абсолютные, абсолютные стандартизированные, относительные, относительные стандартизированные показатели промыслового усилия.

Абсолютные показатели промыслового усилия имеют конкретный физический смысл и их выражают обычно в единицах количества, массы, времени, площади и объема, в денежных единицах.

Некоторые перечисленные абсолютные показатели промыслового усилия соответствуют не всем общим требованиям к показателям промыслового усилия и не получили широкого распространения. К ним относятся количество рыбаков; некоторые временные показатели лова и промысла; большинство показателей судов и орудий лова.

Многие, даже однотипные промысловые единицы при оценке их различными показателями промыслового усилия неравноценны, так как на единицу промыслового усилия может приходиться различная величина улова. Неравноценность может быть обусловлена внутренними и внешними причинами.

Внутренние причины связаны с неодинаковой в общем улавливающей способностью промысловых единиц из-за различия их параметров и режима работы. Кроме того, к внутренним причинам можно отнести также неравноценность составляющих показателя промыслового усилия одной промысловой единицы. Так, может быть неравноценным обловленное пространство, если оно образовано, с одной стороны, путем охвата орудием лова некоторого объема водоема, с другой, - заходом с некоторой скоростью в это пространство рыбы из некоторого объема водоема с иной концентрацией рыбы.

Внутренние причины вызывают соответственно внутреннюю неравноценность промысловых единиц.

Внешние причины неравноценности промысловых единиц обусловлены их работой на концентрациях различной плотности и состава. Таким образом, они зависят также от распределения промысловых единиц в пространстве и времени. Следовательно, они связаны не с различием параметров лова, но и с особенностями распределения в водоеме объекта лова и промысла. Внешние причины вызывают, в общем, колебание уловов промысловых единиц при работе на скоплениях рыб различной плотности и состава (состав скоплений особенно важен при дифференцированном подходе к оценке промыслового усилия).

Внутреннюю и внешнюю неравноценность промысловых единиц можно рассматривать отдельно и совместно. При этом учитывают, что при работе однородных во всех отношениях единиц наблюдается только внешняя неравноценность, а при работе разнородных единиц - общая неравноценность, как совокупность внутренней и внешней неравноценности. Все виды неравноценности можно рассчитать, если учесть, что внешняя неравноценность при интегральном подходе, как показано выше, зависит только от концентрации рыбы в облавливаемых скоплениях и состава облавливаемых скоплений.

Внутренняя и внешняя неравноценность промысловых единиц по ряду признаков напоминает селективность орудий лова (селективность промысловых единиц) и селективность промысла.

Чтобы учесть неравноценность промысловых единиц, необходима стандартизация абсолютных показателей промыслового усилия.

Абсолютное стандартизированное промысловое усилие получают, сравнивая, например, работу некоторых типов промысловых судов (промысловых единиц) с работой судна, принятого эталонным. При этом промысловое усилие эталонного промыслового судна в достаточно определенных условиях работы принимают за единицу. В частном случае, чтобы получить стандартизированное промысловое усилие других судов улов каждого из этих судов делят на улов эталонного судна.

Таким образом, при стандартизации промыслового усилия неравноценность различных судов или других промысловых единиц оценивают введением весовых коэффициентов.

Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите особенности определения показателей промыслового усилия при лове тралами.
2. Перечислите особенности определения показателей промыслового усилия при лове кошельковыми неводами.
3. Перечислите особенности определения показателей промыслового усилия при лове донными неводами.
4. Перечислите особенности определения показателей промыслового усилия при лове закидными неводами.
5. Перечислите особенности определения показателей промыслового усилия при лове подхватами.

Методические рекомендации для практических занятий:

Для активного участия на практическом занятии в обсуждении практических вопросов студентам необходимо заранее самостоятельно изучить тему, используя рекомендуемую литературу, ответить на вопросы для самопроверки. В случае возникновения каких-либо вопросов касательно изученной темы рекомендуется задать вопросы преподавателю в начале практического занятия. В дальнейшем процесс изучения темы на практическом занятии будет основан на диалоге преподавателя с аудиторией, который будет начинаться с постановки вопроса преподавателем всем участникам для активации наиболее активных слушателей с последующим вовлечением остальных обучающихся. Для более насыщенного участия слушателям рекомендуется подготовить какие-либо интересные факты, так или иначе связанные с изучаемой темой, принимая во внимание её актуальность. Следует отметить, что подкрепление обсуждения интересными фактами будет способствовать великолепному запоминанию темы как самим слушателем, подготовившим интересный материал, так и остальными участниками.

Темы для обсуждения на практических занятиях:

1. Какова, в общем, возможная точность оценки промыслового усилия обловленным пространством водоема и количеством промысловых единиц?
2. Что необходимо учитывать в общем случае при выборе показателей промыслового усилия при решении конкретных задач промышленного рыболовства?
3. Какие показатели промыслового усилия являются наилучшими и приемлемыми при решении различных задач в области лова и промысла?
4. Какие показатели промыслового усилия являются наилучшими и приемлемыми при решении различных задач в области рыболовства?

ТЕМА 5. ЭМПИРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ РЫБОЛОВСТВА. МЕТОДЫ БИОПРОМЫСЛОВОЙ СТАТИСТИКИ

Содержание: Оценка относительной величины запасов по уловам и уловам и на промысловое усилие. Оценка запасов методом учетных и промысловых съемок. Оценка запасов методом гидроакустических и промыслово-акустических съемок. Оценка запасов с применением съемок и математических моделей лова. Оценка запасов на основе анализа миграций проходных и полупроходных рыб в реках и в прибрежных районах моря. Оценка запасов по результатам наблюдений. Биостатистические методы оценки и анализа запасов. Методы контрольных карт и последовательного анализа. Методы оценки запасов по уловам на промысловое усилие

Цель иметь понятие об оценке относительной величины запасов по уловам и уловам и на промысловое усилие, с применением съемок и математических моделей лова, методах контрольных карт и последовательного анализа, методах оценки запасов по уловам на промысловое усилие.

Если промысел достаточно интенсивен и стабилен, то колебания уловов часто отражают изменения численности промыслового стада. Наиболее надёжной оценкой относительной численности стада служат годовые уловы. Колебания уловов за более короткие промежутки времени иногда отражают не столько изменения численности стада, сколько особенности состояния, поведения и распределения рыбы в отдельные периоды годового цикла. На результат оценки относительной численности стада влияют изменения техники и технологии лова. Например, изменение размеров трала или скорости траления приводит к существенному изменению производительности лова. К относительному уменьшению уловов (при том же промысловом усилии) может привести сокращение спроса на рыбу, изменение ее себестоимости, снижение квалификации рыбаков.

Тем не менее, анализ общих уловов часто способствует оценке изменения численности стада. Сравнение колебаний численности стада за периоды с различной интенсивностью промысла позволяют иногда установить степень влияния промысла на стадо рыб.

Точность оценки относительной численности стада на основе анализа общих уловов зависит от качества сбора статистических материалов об уловах. Погрешности в сборе материала снижают точность оценки. Напротив, хорошо налаженная полная статистика уловов позволяет выявить динамику уловов и запасов отдельных стад рыбы, установить сезонные колебания численности, колебания уловов и запасов по отдельным районам промысла.

В литературе часто различают биостатистические методы и методы биопромысловой статистики оценки запасов.

Биостатистические методы основаны на изучении возрастной структуры промысловых уловов и величины уловов за ряд лет. В основу определения запаса положены статистические материалы об объекте лова, поэтому методы называют биостатистическими. В международной практике, по предложению Ф.Е. Фрая, такие методы оценки величины промысловых популяций называют методами виртуально популяционного анализа (VPA).

В традиционных методах биопромысловой статистики применяют лишь данные промысловой статистики о величине улова или улове на промысловое усилие и не используют данные о структуре улова и запаса. Однако в последнее время в таких методах также иногда учитывают состав улова и запаса.

По этой причине обе группы методов объединены в одну - биопромысловой статистики. Рассмотрим в этом параграфе особенности некоторых традиционных биостатистических методов.

Один из первых биостатистических методов, предложенный А.Н. Державиным, основан на анализе возрастной структуры популяции.

В соответствии с этим методом определяют общую численность популяции на начало первого года. Рыба предыдущего года к началу первого года имеет условно возраст, равный одному году (возраст 1); рыб менее возраста 1 при оценке численности популяции не учитывают.

Чтобы определить численность популяции в начале первого расчетного года необходимо, начиная с этого года, определять ежегодно возрастной состав и величину уловов в течение ряда лет, превышающих предельный возраст рыбы. По результатам наблюдений оценивают средний возрастной состав популяции, который считают неизменным в течение всего срока наблюдений.

Общий запас в начале первого года равен сумме улова этого года, улова следующего (второго) года за вычетом рыб в возрасте одного года, улова третьего года за вычетом рыб в возрасте одного и двух лет и т.д. Таким образом, общий запас в начале первого года равен сумме слагаемых, число которых совпадает с предельным возрастом рыбы в уловах.

Полученная таким образом величина запаса является минимальной, т.к. не учитывает естественную смертность рыб. Кроме того, погрешность метода обусловлена допущением о постоянстве возрастного состава запаса.

Метод А.Н. Державина иногда дает приемлемые результаты при определении численности долгоживущих рыб, а также при достаточно стабильной численности поколений и интенсивности промысла (в этом случае возможно относительное постоянство возрастного состава популяции).

У многих рыб наблюдаются значительные колебания урожайности и размерного состава популяции. В последующих моделях, разработанных независимо Е.Г. Бойко, Г.Н. Монастырским, Н.Л. Чугуновым, принимают не осредненный, а фактически наблюдаемый за каждый год возрастной состав популяции.

Г.Н. Монастырский предложил аналогичный метод оценки запаса с делением его на пополнение, повторно нерестующих рыб и рыб, пропустивших нерестовый сезон.

Учет колебаний пополнения и размерного состава облавливаемых скоплений расширяет возможности биостатистических методов, и, в частности, позволяет использовать его для оценки запасов рыб с коротким жизненным циклом и значительными колебаниями численности.

Вопросы для самопроверки:

1. Каковы особенности определения относительной величины запасов по величине улова и улова на промысловое усилие?
2. Каковы особенности определения относительной величины запасов по величине улова и возрастному составу стада?
3. В чем состоит метод учетных и промысловых съежек для оценки запасов промысловых рыб?
4. Какие уточнения и дополнения внесены в последнее время в метод учетных и промысловых съежек?
5. Перечислите особенности оценки запасов гидроакустическими методами.
6. В чем заключается сущность метода промыслово-акустических съежек для оценки запасов?
7. Дайте общую характеристику методов биопромысловой статистики.
8. Охарактеризуйте биостатистический метод оценки запасов А.Н. Державина и его последователей.
9. Чем отличается виртуальная популяция от фактической популяции? В каких методах рассматривают виртуальную популяцию?
10. Почему методы контрольных карт и последовательного анализа можно отнести к биопромысловым методам?
11. Охарактеризуйте метод Делури для оценки величины запасов по результатам анализа улова на промысловое усилие.

Методические рекомендации для практических занятий:

Для активного участия на практическом занятии в обсуждении практических вопросов студентам необходимо заранее самостоятельно изучить тему, используя рекомендуемую литературу, ответить на вопросы для самопроверки. В случае возникновения каких-либо вопросов касательно изученной темы рекомендуется задать вопросы преподавателю в начале практического занятия. В дальнейшем процесс изучения темы на практическом занятии будет основан на диалоге преподавателя с аудиторией, который будет начинаться с постановки вопроса преподавателем всем участникам для активации наиболее активных слушателей с последующим вовлечением остальных обучающихся. Для более насыщенного участия слушателям рекомендуется подготовить какие-либо интересные факты, так или иначе связанные с изучаемой темой, принимая во внимание её актуальность. Следует отметить, что подкрепление обсуждения интересными фактами будет способствовать великолепному запоминанию темы как самим слушателем, подготовившим интересный материал, так и остальными участниками.

Вопросы для обсуждения на практическом занятии:

1. Какие преимущества имеет метод оценки запасов с использованием промысловых и промыслово-акустических съемок, а также математических моделей для определения коэффициента уловистости?
2. Каковы особенности оценки запасов проходных и полупроходных рыб в реках и прибрежных районах моря по результатам лова?
3. Как оценить запасы с учетом улова и предельного возраста рыбы?
4. Перечислите особенности оценки запасов методом мечения рыб.
5. Охарактеризуйте методы оценки запасов по результатам наблюдений.
6. Чем отличается метод оценки величины запасов, изложенный в 2.3.2, от метода, предложенного Делури?
7. Опишите метод оценки допустимой интенсивности вылова Ф.И. Баранова.
8. Охарактеризуйте метод оценки допустимой интенсивности вылова с учетом состояния запасов и предельного возраста рыбы в п. 2.5. Какие основные задачи можно решать с применением этого метода?
9. Опишите метод определения допустимой интенсивности вылова с учетом общей смертности поколения промыслового стада.
10. Опишите метод определения допустимой интенсивности вылова с учетом допустимого прилова рыб промысловых размеров и промысловой меры на рыбу.

ТЕМА 6. СТАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ РЫБОЛОВСТВА. ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ РЫБОЛОВСТВА.

Содержание: Модели улова на единицу пополнения промыслового стада в непрерывной форме. Модели улова на единицу пополнения промыслового стада в дискретной форме. Модели для оценки использования биомассы поколения промысловых рыб. Продукционные модели. Модели запас-пополнение. Дискретные модели с переменным пополнением. Методы когортного анализа. Динамические продукционные модели.

Цель: уяснить виды моделей уловов в непрерывной и дискретной формах, модели для оценки использования биомассы поколения, а также методы когортного анализа.

В соответствии с теорией рассматривают водоем с постоянными условиями обитания и, прежде всего, стабильностью кормовых ресурсов, пополнения в единицу времени, естественной и

промысловой смертности всех возрастных групп, линейного прироста и формы тела в течение всей жизни рыбы. Теория не учитывает колебаний урожайности поколений, размерной селективности лова, отличия кривой смертности одного поколения и общего запаса, нелинейной зависимости размера от возраста рыбы.

Многие ученые пытались уточнить и дополнить теорию Ф.И. Баранова. Особо отметим В. Томпсона и Ф. Белла, а также Р. Бивертон и С. Холта.

По Бивертону и Холту, популяция также находится в равновесии и, в частности, ежегодно пополняется одним и тем же количеством особей. Соответственно средняя годовая численность популяции равна сумме численностей составляющих ее поколений. Важно, что такая численность установится лишь через несколько лет после начала формирования, когда численность популяции достигнет равновесия.

Главное отличие математической модели Бивертон-Холта от модели Ф.И. Баранова заключается в использовании уточненной зависимости размера рыбы от возраста и частичном учете селективных свойств орудия лова. Кроме того, Р. Бивертон и С. Холт считали, что пополнение промыслового стада происходит не непрерывно, а мгновенно в начале года. В основном модель Бивертон-Холта имеет те же недостатки, что и модель Ф.И. Баранова. Различие расчетов по выражениям Ф.И. Баранова и Бивертон-Холта существенно при малом коэффициенте промысловой смертности.

Разработано несколько модификаций непрерывных математических моделей Ф.И. Баранова и Бивертон-Холта. В них обычно коэффициент мгновенной промысловой смертности постоянен, не учитывает влияния на него селективности лова; селективные свойства учтены идеальными, а не фактическими кривыми селективности; улов на единицу пополнения определяют в функции возраста вступления рыбы в промысел, а не размера ячеи.

Принципы создания дискретных динамических моделей заложены А.Н. Державиным и другими учеными при разработке биостатистических и биопромысловых методов и моделей. Впоследствии более совершенные модели разработали Г.Н. Монастырский, Г.В. Никольский, Ю.Е. Лапин, В.В. Меншуткин, В.К. Бабаян и другие ученые.

Опишем особенности двух групп дискретных динамических моделей - с независимым пополнением и с элементами саморегулирования.

В математических моделях с независимым пополнением не учитывают влияние пополнения на величину нерестового запаса. Кроме того, рост рыбы не связан с условиями внешней среды. Состояние возрастной группы рыб характеризуется только численностью особей. Пополнение R_t в год t может поступать не только в первую возрастную группу, но и в последующие группы.

В дискретных уравнениях для оценки запаса каждой возрастной группы в определенный год учтено изменение по годам и возрастным группам пополнения, коэффициента естественной и промысловой смертности. В одном из них учтен также прирост массы по возрастным группам.

Методы когортного анализа основаны на последовательном восстановлении численности отдельных поколений по данным о возрастном или размерном составе уловов. Обычно когортный анализ применяют при лове отцеживающими орудиями.

Во всех современных методах когортного анализа, кроме данных о возрастном или размерном составе уловов за несколько лет, используют основные уравнения, вытекающих из формальной теории жизни рыб Ф.И. Баранова:

Вопросы для самопроверки:

1. В чем состоит основная идея формальной теории жизни рыб Ф.И. Баранова?
2. Чем отличается математическая модель Бивертон-Холта от математической модели Ф.И. Баранова для оценки улова на единицу пополнения промыслового стада?
3. Запишите и поясните модификацию моделей Баранова-Бивертон-Холта, разработанную А.В. Мельниковым.
4. Поясните содержание рис. 1.1-1.3. Как их можно использовать для оптимизации интенсивности и селективности рыболовства?
5. Поясните особенности оценки возможного улова и улова на промысловое усилие с применением моделей в дискретной форме.
6. Каковы достоинства и недостатки оценки улова и улова на промысловое усилие с применением моделей в дискретной форме?

7. Запишите и поясните математическую модель для оценки коэффициента использования биомассы поколения промысловых рыб.

Методические рекомендации для практических занятий:

Для активного участия на практическом занятии в обсуждении практических вопросов студентам необходимо заранее самостоятельно изучить тему, используя рекомендуемую литературу, ответить на вопросы для самопроверки. В случае возникновения каких-либо вопросов касательно изученной темы рекомендуется задать вопросы преподавателю в начале практического занятия. В дальнейшем процесс изучения темы на практическом занятии будет основан на диалоге преподавателя с аудиторией, который будет начинаться с постановки вопроса преподавателем всем участникам для активации наиболее активных слушателей с последующим вовлечением остальных обучающихся. Для более насыщенного участия слушателям рекомендуется подготовить какие-либо интересные факты, так или иначе связанные с изучаемой темой, принимая во внимание её актуальность. Следует отметить, что подкрепление обсуждения интересными фактами будет способствовать великолепному запоминанию темы как самим слушателем, подготовившим интересный материал, так и остальными участниками.

Вопросы для проведения опроса на практических занятиях:

1. Поясните содержание рис. 1.5-1.8. Какие задачи они позволяют решать?
2. Каковы основные признаки продукционных моделей и их основные разновидности?
3. Как в продукционные модели ввести показатели селективности рыболовства?
4. Охарактеризуйте основные виды моделей запас-пополнение. Какие предпосылки положены в основу построения кривых пополнения Рикера и Бивертон-Холта?
5. Когда возможны кривые пополнения со сглаженным куполом, с крутой правой ветвью кривых, с узким куполом?
6. Какие основные задачи решают с применением модель запас-пополнение?
7. Перечислите и охарактеризуйте основные виды комбинированных моделей на основе аналитических и продукционных моделей, моделей запас-пополнение.
8. Перечислите и охарактеризуйте виды комбинированных моделей, основанных на взаимосвязи интенсивности и селективности рыболовства.
9. Когда рыболовство можно регулировать только интенсивностью, только селективностью и одновременно тем и другим способом?
10. Чем отличаются дискретные динамические модели с независимым пополнением и с элементами саморегулирования?
11. Какие показатели входят в дискретные динамические модели?

ТЕМА 7. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕОРИИ РЫБОЛОВСТВА

Содержание: Способы оценки эффективности операций лова. Обобщенная характеристика математического моделирования лова рыбы. Характеристика современных методов математического моделирования лова рыбы. Оценка качества математического моделирования систем управления ловом и повышение качества оценок показателей эффективности. Общие требования к принятию решений при исследовании эффективности лова. Выработка решений при исследовании эффективности лова рыбы

Цель: изучить обобщенные характеристики математического моделирования лова рыбы, характеристику современных методов и оценку качества математического моделирования лова рыбы.

Вопросы для самопроверки:

1. Рассмотрите способы оценки эффективности операций лова. Рассмотрены основные процедуры, которые оценка эффективности лова включает.
1. Опишите обобщенную характеристику математического моделирования лова рыбы.
2. Рассмотрите современный уровень математического моделирования лова рыбы.
3. Покажите особенности такого моделирования для анализа и повышения эффективности лова рыбы.

Методические рекомендации для практических занятий:

Самостоятельно подготовиться к обсуждению вопросов, выносимых на практическое занятие. Вопросы будут обсуждены в порядке совместного диалога между преподавателем и СЛУШАТЕЛЯМИ.

Вопросы для обсуждения на практических занятиях:

1. Опишите способы оценки качества математического моделирования лова и повышения качества оценок показателей эффективности лова.
2. Рассмотрите общие требования к принятию решений при исследовании эффективности лова как результата анализа проблемной ситуации.
3. Опишите основные этапы принятия решений.
4. Перечислите основные задачи принятия решений на отдельных этапах и указаны особенности их решения.
5. Рассмотрите процесс выработки решений при исследовании эффективности лова рыбы как последовательность действий, связанных с единой целью.

Тема 8. ЭКОСИСТЕМНЫЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ РЫБОЛОВСТВА.

Содержание: Общая характеристика экосистемных методов. Общие особенности моделирования экологических систем. Обобщенная математическая модель биологических систем в водоемах. Моделирование водных сообществ. Общая характеристика промысловых экологических систем. Квотирование уловов при совместном использовании запасов.

Цель изучения данной темы – иметь представление об основных видах экосистемных методов и особенности моделирования экологических систем

Во многих отраслях знаний, связанных со сложными системами, прежде всего, с биологическими объектами, развиваются кибернетические исследования. Наибольшее развитие получили биологическая, медицинская, техническая, промышленная, военная, экономическая и некоторые другие направления кибернетики. В экологии обычно рассматривают сложные биологические системы. Точное описание таких систем пока невозможно, и они для анализа и синтеза требуют применения кибернетических методов.

Впервые понятие «Экологическая кибернетика» предложено В.Н. Мельниковым и В.И. Чернышом независимо друг от друга в 1990 году. В 1998 году в Вестнике АГТУ были опубликованы статья А.В. Мельникова «Введение в экологическую кибернетику» и статья В.Н. Мельникова «Особенности моделирования в экологической кибернетике» с изложением основ экологической кибернетики.

Рассмотрим некоторые проблемы, особенности и методы экологической кибернетики как одного из новых направлений кибернетики и теоретической основы экосистемных методов теории рыболовства.

Математические и другие модели обычно не отражают всех свойств и особенностей сложных систем. Это приводит к упрощению, искажению и ошибкам при решении задач. Кроме того, не все реальные экологические системы поддаются аналитическому описанию, и тогда можно использовать метод имитационного моделирования на ЭВМ. Обычно этот метод применяют, если система описана большим

числом уравнений и параметров, и ее исследование обычными математическими методами (аналитическое решение) невозможно или затруднено. ЭВМ за короткое время позволяет получить множество вариантов решений, строить таблицы и графики зависимости свойств системы от ее параметров. Таким образом, машинный эксперимент служит для исследования системы с помощью ее описания без построения и исследования реальной модели этой системы.

Часть задач управления и описания процессов управления, свойственных экосистемному подходу и экологической кибернетике, характерна для промышленно-экологических систем и систем аквакультуры. Однако в промышленно-экологической кибернетике оптимизацию численности и состава промысловых гидробионтов рассматривают, в основном, в связи с влиянием промысла без подробного рассмотрения управления процессами воспроизводства, роста, состояния, естественной смертности. Лишь при экосистемном подходе к управлению запасами промысловых объектов эти процессы рассматриваются как регулируемые.

В системах аквакультуры созданы предпосылки для исследования всех процессов управления, свойственными экологической кибернетике. Однако управление экологическими процессами аквакультуры чаще направлено лишь на оптимизацию воспроизводства и выращивания объекта аквакультуры. При этом критериями оптимальности служат показатели воспроизводства, роста, состояния и численности объектов аквакультуры.

Таким образом, практически все экосистемные проблемы рыбохозяйственной кибернетики необходимо решать в рамках экологической кибернетики с преобладанием, как правило, более общего подхода к решению задач.

Это обстоятельство, а также ряд новых биологических процессов, которыми управляют только при решении задач экологической кибернетики, требуют иногда несколько иных подходов к моделированию экологических процессов.

В связи со сложностью и глобальностью проблем экологической кибернетики рассмотрим лишь общие черты моделирования биологических процессов в экологических системах водоемов.

Вопросы для самопроверки:

1. Назовите общие проблемы и задачи охраны природы.
2. Назовите основные проблемы и задачи охраны атмосферы.
3. Назовите основные проблемы и задачи охраны почвы.
4. Назовите основные проблемы охраны водоемов.
5. Назовите основные проблемы охраны растительных и животных ресурсов на поверхности земли.
6. Как связаны проблемы охраны природы с правом?
7. Охарактеризуйте основные особенности охраны природы и регулирования биологических ресурсов Мирового океана.
8. Дайте определение территориальным водам, рыболовной зоне, экономической зоне, континентальному шельфу, открытой части моря.

Методические рекомендации для практических занятий:

Самостоятельно подготовиться к обсуждению вопросов, выносимых на практическое занятие. Вопросы будут обсуждены в порядке совместного диалога между преподавателем и слушателями.

Вопросы для обсуждения на практических занятиях:

1. Охарактеризуйте основные особенности охраны и регулирования биологических ресурсов внутренних водоемов в соответствии с Федеральным законом о рыболовстве.

2. Перечислите принципы закона о водных биоресурсах РФ.
3. Перечислите основные ограничения на рыболовство в РФ.
4. Перечислите основные особенности охраны внутренних водоемов РФ от загрязнения.
5. Перечислите основные особенности охраны морских водоемов РФ от загрязнения.
6. Какова ответственность за нарушение рыболовного законодательства?