***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»**

**ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В РЫБОЛОВСТВЕ**

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 **«Планирование экспериментов в рыболовстве»** утверждены на заседании кафедры «Аквакультура и рыболовство» «20» ноября 2017 г., протокол № 8

**©** Астраханский государственный технический университет

**ТЕМА 1. Введение. Общая характеристика планирования и обработки результатов экспериментов. Особенности сбора и обработки экспериментального и статистического материала. Определение расчетного периода времени и расчетных размеров пространства. Особенности применения дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа, методов планирования экспериментов**

**Содержание темы:** Общая характеристика проблем **планирования и обработки результатов экспериментов**. Предмет, цели и задачи дисциплины. Основные особенности дисциплины. Структура дисциплины. Особенности сбора и обработки экспериментального и статистического материала. Место дисциплины в системе наук.

**Цель работы:** Изучить особенности сбора и обработки экспериментального и статистического материала, определения расчетного периода времени и расчетных размеров пространства, особенности применения дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа, методов планирования экспериментов.

В промышленном рыболовстве чаще применяют детерминированный подход, когда считают числовые значения переменных известными с некоторой точностью. К ним относятся различные параметры, известные функции определенных аргументов, контролируемые входные воздействия, в т.ч. управляемые переменные.

Однако теория и практика промышленного рыболовства чаще сталкивается со случайными переменными и неопределенными переменными нестохастической природы. Замена их неслучайными переменными часто искажает результаты исследований (Мельников В.Н., Мельников А.В., 1998; Мельников А.В, Мельников В.Н., 2010).

Если распределение случайной переменной, например, в виде функции распределения, известно, то считают, что переменная определена. Случайные переменные с неизвестными распределениями делят на два вида: с известными параметрами (характеристиками) и с неизвестными параметрами. При исследовании систем со случайными переменными (факторами), в основном, используют вероятностно-статистические методы. Например, методами параметрического статистического оценивания можно определить параметры распределения случайных переменных на основе статистических испытаний (если они возможны).

Неопределенные показатели (факторы) нестохастической природы нельзя описать в рамках вероятностных моделей из-за отсутствия необходимой информации или потому, что показатели, вообще, не являются случайными.

Неопределенные факторы нестохастической природы условно делят на группы с известными функциями принадлежности (диапазонами изменения переменных) и с неизвестными функциями принадлежности. Функция принадлежности задает некоторое подмножество (подобласть) из общей допустимой области изменения показателя (фактора). Эта область определяется, например, физической или биологической природой соответствующего показателя.

Подобласть, которая определяется функцией принадлежности, характеризует степень неопределенности показателя. Чем меньше подобласть, тем меньше неопределенность показателя. Функция принадлежности, которая выделяет только одно значение показателя, переводит его в разряд определенных показателей. Наибольшей неопределенностью обладают показатели с неизвестными функциями принадлежности. Для оценки диапазона изменений такого показателя обычно применяют процедуру экспертной оценки.

Изучение показателей нестохастической природы в промышленном рыболовстве только начинается. Соответственно, основное внимание в этой главе уделено применению вероятностно-статистических подходов к задачам управления процессами промышленного рыболовства.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики.
2. Общие сведения об измерениях.

**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. Случайные и систематические погрешности измерений.
2. Прямые и косвенные измерения.

ТЕМА 2. **Оценка точности экспериментальных значений показателей, объема экспериментального и статистического материала. Возможная точность оценки показателей экологической системы. Замена случайных величин детерминированными величинами**

Содержание: Оценка возможной точности экспериментальных данных. Оценка необходимого объема экспериментального и статистического материала. Оценка возможной точности показателей экологической системы. Замена случайных величин детерминированными величинами.

Цель: Изучить методы оценки возможной точности экспериментальных данных, оценки необходимого объема экспериментального и статистического материала, оценки возможной точности показателей экологической системы, возможность замены случайных величин детерминированными.

Рассмотрим способ оценки, который непосредственно связан с определением расчетных периодов времени и пространства.

Суммарная погрешность рассматриваемого показателя зависит от «природного» рассеяния значений показателя за рассматриваемый период осреднения (год, сезон, месяц и т.д.), погрешности среднего значения из-за недостаточного количества данных в каждом квадрате, погрешности, обусловленной размерами самого квадрата, погрешности, зависящей от длительности периода осреднения. С учетом составляющих погрешностей определяют результирующую погрешность.

Суммарную погрешность уменьшают путем увеличения количества измерений или уменьшения рассеяния.

Количество измерений в рассматриваемом пространстве  существенно влияет на результат лишь при <5-10. Следовательно, суммарная ошибка в наибольшей степени зависит от рассеяния. Величину рассеяния уменьшают в основном косвенным путем, сокращая рассматриваемые промежутки времени (периоды осреднения). Действительно, рассеяния за весь год обычно больше значения рассеяния для сезона или для месяца. Однако деление года на периоды ограничено из практических соображений. Кроме того, рассеяние уменьшается лишь до определенного предела.

Для оценки необходимого объема экспериментального и статистического материала, прежде всего, используют хорошо известные методы планирования экспериментов.

Особенно перспективен для определения необходимого объема экспериментального и статистического материала метод последовательного контроля, описанный ниже. В соответствии с методом испытания продолжают, пока экспериментальные точки находится полосе между линиями продолжения испытаний. Метод позволяет в среднем сократить число необходимых испытаний, по сравнению со стандартными методами, примерно в два раза. Кроме определения продолжительности и числа испытаний при оценке рассматриваемого показателя, метод последовательного контроля позволяет определить, например, оптимальное время перехода на новые, регламентирующие работу экологической системы, показатели.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Предварительная обработка экспериментальных данных.
2. Оценка погрешностей результатов наблюдений; методы планирования экспериментов. Логические основы.

**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:

1. Необходимый объем экспериментального и статистического материала.
2. Возможная точность оценки показателей экологической системы.

**ТЕМА 3.** **Оценка вероятности расположения показателя экологической системы управления в допустимых пределах. Сравнение средних значений показателей с нормативными показателями. Особенности методов и моделей динамических процессов в условиях стохастической неопределенности. Особенности решения задач в условиях нестохастической неопределенности**

 **Содержание:** Вероятность расположения показателя экологической системы управления в допустимых пределах. Сравнение средних значений показателей с нормативными показателями. Особенности методов и моделей динамических процессов в условиях стохастической неопределенности. Особенности решения задач в условиях нестохастической неопределенности

Цель: Изучить методы определения вероятности расположения показателя экологической системы управления в допустимых пределах; методы сравнения средних значений показателей с нормативными показателями; особенности методов и моделей динамических процессов в условиях стохастической неопределенности; особенности решения задач в условиях нестохастической неопределенности.

Многие случайные показатели с некоторой доверительной вероятностью не должны быть меньше или больше определенного значения. Так, не может быть меньше некоторого допустимого значения величина промыслового запаса, улова на промысловое усилие, прибыли, больше допустимого - промысловое усилия, прилов рыб непромысловых размеров, и т.д. Выход этих и других величин за определенные пределы приводит к нежелательным с различной степенью тяжести последствиям. Поэтому вероятность выхода показателя за этот диапазон допустима с различной вероятностью (надежностью).

В экологической кибернетике иногда экспериментальным путем определяют некоторые показатели, рассчитывают их среднее значение и сравнивают с нормативным значением показателя. При этом в зависимости от особенностей рассматриваемого показателя его среднее значение должно быть равно или больше (меньше) нормативного (целевого) значения. Так, в промыслово-экологической кибернетике прилов рыб непромысловых размеров должен быть меньше допустимого прилова. Улов на промысловое усилие, напротив, должен быть больше нормативной величины улова на промысловое усилие. Промысловый улов и интенсивность вылова обычно ограничивают некоторыми допустимыми значениями.

Однако экспериментальные значения показателя находят с некоторой ошибкой выборки. Она зависит в основном от среднеквадратичного отклонения, доверительной вероятности и числа испытаний при получении выборки. С учетом ошибки выборки даже при удовлетворительном соотношении среднего выборочного и нормативного значения, наблюдается несоблюдение необходимого соотношения этих значений, а, следовательно, несоблюдение нормативов. Если же средние выборочные и нормативные значения не совпадают, то вероятность неудовлетворительного результата увеличивается. Для получения более достоверного результата среднее выборочное значение необходимо подсчитывать по результатам большего числа испытаний.

При выборе вида эксперимента для разработки динамических моделей учитывают ограничения на применение активных и пассивных экспериментов, которые рассмотрены выше.

Эффективность активного эксперимента во многом зависит от вида, периодичности и параметров пробного входного воздействия. Они определяются, прежде всего, назначением модели и свойствами изучаемого процесса. При этом учитывают целесообразность сокращения длительности эксперимента, уменьшения дисперсии оценок.

Экологические процессы часто отличаются высокой степенью неопределенности. Их оценка детерминированными и вероятностными показателями затруднена (Мельников А.В., Мельников В.Н.,2005, 2010). Неопределенность нестохастического характера обычно возникает по нескольким причинам. Среди них наибольшее значение имеет природная, целевая и поведенческая неопределенность.

***Вопросы для самопроверки:***

1. Как определить вероятность расположения показателя экологической системы управления в допустимых пределах?
2. Каковы особенности методов и моделей динамических процессов в условиях стохастической неопределенности?
3. Каковы особенности решения задач в условиях нестохастической неопределенности?

**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. Особенности методов и моделей динамических процессов в условиях стохастической неопределенности.
2. Особенности решения задач в условиях нестохастической неопределенности.

**ТЕМА 4. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО И СТАТИСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА**.

**Содержание:** Использование современных методик обработки экспериментальных данных для совершенствования сбора и обработки экспериментального и статистического материала

**Цель:** Изучение современных методов обработки экспериментальных данных для совершенствования сбора и обработки экспериментального и статистического материала.

Для оценки необходимого объема экспериментального и статистического материала, прежде всего, используют хорошо известные методы планирования экспериментов. Однако, особенно перспективен для определения необходимого объема экспериментального и статистического материала метод последовательного контроля, описанный ниже. В соответствии с методом испытания продолжают, пока экспериментальные точки находится полосе между линиями продолжения испытаний. Метод позволяет в среднем сократить число необходимых испытаний, по сравнению со стандартными методами, примерно в два раза. Кроме определения продолжительности и числа испытаний при оценке рассматриваемого показателя, метод последовательного контроля позволяет определить, например, оптимальное время перехода на новые, регламентирующие работу экологической системы, показатели.

Вопросы для самопроверки:

1. Методы оптимизации. Задача методов оптимизации. Метод крутого восхождения. Нахождение направления движения по градиенту.
2. Выбор шага движения в методах оптимизации. План движения. Выбор точки остановки. Стратегия поведения после завершения эксперимента.

 ***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. Суть применения метода последовательного контроля при планировании экспериментов.
2. Инструментальные средства планирования эксперимента.