

# ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ЕСТЕСТВЕННО - НАУЧНАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

*Н.П. Крукович*  
кандидат технических наук  
доцент кафедры физики и химии  
БГАРФ ФГБОУ ВПО «КГТУ»  
krukovichnina@mail.ru

*Т.М. Дерендяева*  
кандидат педагогических наук  
доцент кафедры менеджмента  
БГАРФ ФГБОУ ВПО «КГТУ»  
derendyaeva.tamara@mail.ru

## Использование методов математического моделирования в профессиональной подготовке специалистов рыбопромышленного флота

*Рассматривается применение методов математического моделирования в решении проблемы выбора эффективной стратегии рыбного промысла при обучении морских специалистов*

Ключевые слова: математическое моделирование; рыбный промысел; обучение морских специалистов

Модернизация инженерного образования представляет собой системный процесс разработки и внедрения инновационных педагогических технологий, ориентированных на опережающую, по отношению к развитию науки и производства, подготовку молодых специалистов.

Основным требованием к компетентности современного морского инженера является единство его фундаментальных знаний и способности к инновационному творчеству, которое зависит от уровня интеллектуальной методологической культуры, определяемой, прежде всего, его системным мышлением, формируемым в учебном процессе.

Инженерно-техническая деятельность является многофункциональной и междисциплинарной по содержанию, что определяет выбор системы методов подготовки современных специалистов, интегрирующих инженерное образование с наукой и производством. Морскому инженеру необходимо уметь прогнозировать риски и уметь преодолевать их, формировать цели, проектировать, определять задачи, критерии степени достижения целей, выявлять приоритеты решения задач с учетом системы национальных и международных требований, социальных аспектов деятельности.

1. Одним из наиболее типичных явлений в динамике промысловых экосистем океана являются крупномасштабные изменения численности популяций рыб, происходящие за сравнительно короткий промежуток времени (несколько лет). Объяснение этих изменений имеет большое значение по причинам как научного, так и чисто экономического характера. Почти всем видам промысловых рыб свойственны большие колебания численности, которые отражаются на уловах и соответствующих экономических показателях. Резкие и значительные изменения в объемах вылова важнейших промысловых объектов могут делать нерентабельной работу флота, перерабатывающих

предприятий торговых организаций. Экономические потери при этом могут быть очень существенными.

2. Важную роль в изучении проблемы крупномасштабных флуктуации численности рыбных популяций играет математическое моделирование. Начиная с выполненных в начале 20 века пионерских работ Ф.И. Баранова, математические модели использовались для прогнозирования и управления эксплуатацией рыбных запасов [1].

3. Одной из главных особенностей процессов, протекающих в морской среде, является большое число действующих в них факторов и взаимосвязей. Почти в каждом конкретном случае эти факторы образуют уникальную комбинацию. Поэтому создавать общие модели и предлагать универсальные объяснения очень трудно. С другой стороны, экономика рыболовства базируется на эксплуатации конкретных популяций, и это создает стимулы для изучения прежде всего конкретных видов рыб и их окружения.

Таким образом, специфика объекта исследования и практические потребности общества приводят к тому, что основные усилия направляются на анализ индивидуальных случаев. В последние десятилетия этому способствовало появление мощных компьютеров, благодаря которым стало возможным создавать имитационные модели, включающие в себя много переменных и параметров.

Теоретический анализ совместного влияния на морскую рыбную популяцию факторов хищничества, промысла и изменчивости окружающей среды аналитическими и численными статистическими методами с использованием компьютерного моделирования дают возможность решать задачи долгосрочного прогнозирования динамики численности морских рыбных популяций, возможных резких скачков численности популяции, находящейся в морской среде, параметры которой флуктуируют случайным образом.

Подключение рассмотрения различных стратегий промысла к задаче анализа устойчивости популяции в морской среде позволяет сравнить эффективность стратегий в данных условиях. В работах [3,4] был проведен анализ влияния на динамику численности рыбной популяции следующих промысловых стратегий: стратегия постоянного остатка, модифицированная стратегия постоянного улова и пороговое управление.

Добавим теперь стратегию постоянного промыслового усилия и сравним со стратегией порогового управления.

Математическое описание динамики численности логистической популяции, подверженной воздействию хищника и промысла в условиях реальной морской среды, можно представить следующим стохастическим уравнением [2,6,7]:

$$\frac{dx}{dt} = rx \frac{K-x}{K} - \frac{Cx^2}{A^2+x^2} - f(x) \quad , \quad (1)$$

где  $x(t)$  - плотность популяции;

$r$  - биотический потенциал, который отражает изменчивость морской среды [2,5];

$K$  - ёмкость среды;

$C$  - коэффициент, учитывающий хищничество;

$A$  - пороговый уровень плотности популяции-жертвы;

$f(x)$  - функция, описывающая стратегию промысла.

Математически стратегии постоянного промыслового усилия и порогового управления можно представить следующими функциями [2,6].

1. Стратегия постоянного усилия (или стратегия постоянной промысловой смертности):

$$f(x) = Fx \quad ,$$

где  $F = const$  - промысловая смертность.

2. Пороговое управление:

$$f(x) = \begin{cases} Fx, & x \geq x_{\text{пор}} \\ 0, & x < x_{\text{пор}} \end{cases}.$$

Стратегия порогового управления заключается в том, что при величине запаса, превышающей некоторый пороговый уровень  $x_{\text{пор}}$ , промысловая смертность постоянна, а при снижении запаса ниже этого уровня промысел полностью прекращается.

Численное решение дифференциального уравнения (1) для популяции тихоокеанской сельди дает динамику численности этой популяции для каждой из стратегий [2].

Влияние различных стратегий промысла в условиях реальной изменчивости среды можно характеризовать как средней за заданный промежуток времени численностью, так и относительной величиной среднеквадратичного отклонения численности.

Полученные численные зависимости относительной величины среднеквадратичного отклонения численности популяции от значений промысловой смертности для двух рассматриваемых стратегий промысла представлены на рис.1 в виде графиков. Период, для которого определялись эти значения, брался равным 300 лет.

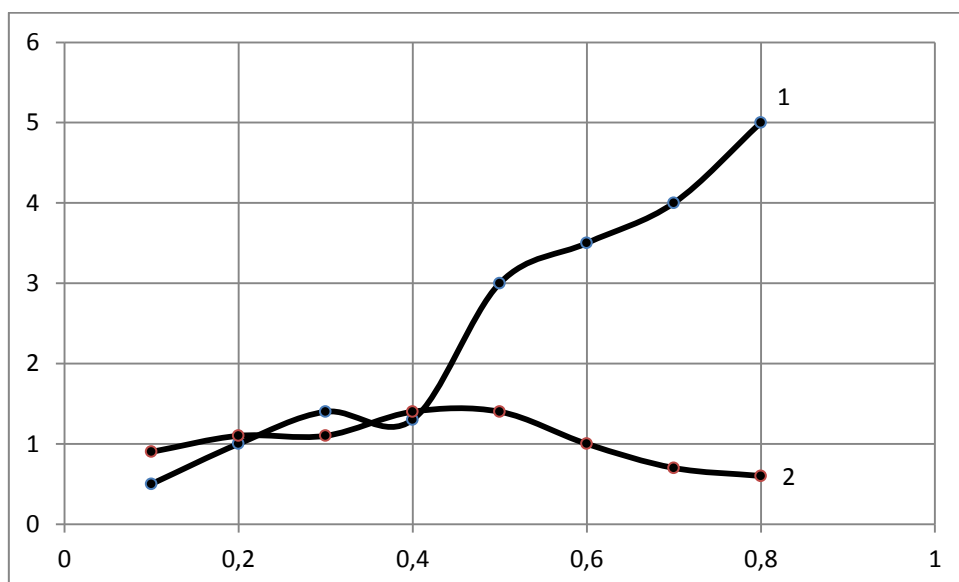


Рис.1 Зависимость относительной величины среднеквадратичного отклонения численности популяции (ось ординат) от интенсивности промысла (ось абсцисс): 1 - стратегия постоянного промыслового усилия; 2- стратегия порогового управления.

Общей закономерностью для всех стратегий является снижение средней численности по мере роста интенсивности промысла.

При использовании стратегии постоянного усилия относительная величина среднеквадратичного отклонения растет с ростом усилия. При  $F=0,2$  она становится равной единице, т.е. размер флуктуации становится величиной того же порядка, что и среднее значение численности.

При  $F > 0,4$  относительная величина среднеквадратичного отклонения резко увеличивается с ростом усилия, превосходя примерно в 5 раз соответствующие значения для других стратегий. Заметим, что в детерминистской модели уровень промысловой смертности  $F=0,4$  является критическим, т.е. начиная с этого уровня единственным устойчивым решением является тривиальное решение ( $x = 0$ ).

Относительно стратегии порогового управления в работе [4] сделан следующий вывод. «При пороговом управлении относительная величина среднеквадратичного отклонения незначительно растет с ростом промысловой смертности, не превосходя значения 1,5, а, начиная с уровня  $F = 0,5$ , даже снижается.

Стратегия постоянного остатка характеризуется в основном низкой относительной величиной среднеквадратичного отклонения численности популяции при соответствующей интенсивности промысла, однако, она дает меньшую величину средней численности, а, следовательно, и меньший средний улов» [4].

Построенные графики (рис.1) демонстрируют принципиальное различие между стратегиями порогового управления и постоянного усилия.

Промысел с постоянным усилием при наличии порога численности, ниже которого промысел полностью прекращается, позволяет эксплуатировать популяцию более интенсивно и в тоже время более стабильно, чем в отсутствие такого порога.

Рационально построенные математические имитационные модели могут быть достаточно удобным инструментом для решения практических задач управления морскими биоресурсами.

Важной задачей учебного процесса является научить будущих специалистов мыслить, не навязывая конкретных шаблонов, широко используя методы активного обучения. Опережающий характер реализуемых в вузах образовательных программ и инновационных педагогических технологий, соответствующих потребностям передового производства, играет важную роль в конкурентоспособности выпускников и развитии рыбной промышленности в регионе.

#### Литература

1. Баранов Ф.И. Избранные труды. Теория рыболовства.-М.: Пищевая промышленность, 1971, Т.3.-304с.
2. Крукович Н.П. Влияние изменчивости среды на динамику эксплуатируемой популяции // Эксплуатация и проектирование судов и орудий лова: Сборник научных трудов,- Калининград: БГАРФ, 1999,-Вып. 28. -С.57-73.
3. Крукович Н.П., Дерендяева Т.М. К проблеме поиска эффективной стратегии рыбного промысла в условиях реальной морской среды. Перспективы развития науки и образования: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. 30 апреля 2016 г. – Ч. 5. - Тамбов:Изд-во ООО «Консалтинговая компания Юком», 2016.- С.112-114.
4. Крукович Н.П., Дерендяева Т.М. Сравнительный анализ различных стратегий промысла при обучении морских специалистов. Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки, 2016. № 1 (35).- Калининград: Изд-во БГАРФ, 2016.-С.142-147.
5. Steel J.H., Henderson E.W. Modeling long-term fluctuations in fish stocs // Science, 1984. - V.224. - P.985-987.
6. Collie J.S., Spencer P.D. Management strategies for fish populations subject to long-term environmental variability and depensatory predation. In: Proceedings of the International Symposium on Management Strategies for Exploited.
7. Holling C.S. The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation. // Mem. Entomol. Soc. Can., 1965. - V.45.-P.1-59.

кандидат технических наук, доцент  
профессор кафедры физики и химии  
БГАРФ ФГБОУ ВПО «КГТУ»  
ikorneva05@rambler.ru

## **Анализ образовательного потенциала подготовки студентов технических вузов к освоению физических методов исследований**

*Приводится анализ потенциала обучения студентов инженерных специальностей физическим методам исследования. Показано, что образовательный процесс отвечает ряду требований: проблемность, систематичность и т.д. Предметный материал, положенный в основу такого обучения, должен иметь проблемный характер и быть связан с выбранной профессией. Отмечено, что использование современных физических методов экспериментального решения задач содействует повышению степени практико-ориентированного обучения студентов инженерных специальностей*

Ключевые слова: образовательный потенциал; физическое образование; экспериментальные методы

Для освоения обучающимися современных физических методов экспериментальных исследований образовательный процесс должен отвечать следующим требованиям: проблемность, активность, плодотворность, систематичность [1,2].

Содержание предметного материала должно иметь проблемный для студентов характер в целях освоения методов физического эксперимента на современном уровне развития физической науки. Выбор задач в контексте выбранной профессии обучающихся с дальнейшим освоением экспериментальных методов позволит будущим инженерам ориентироваться в современных проблемах науки и техники, в области высоких наукоемких технологий, освоить прикладные аспекты современных научных разработок. Так, например, при подготовке морских специалистов в процессе осуществления образовательной деятельности проблемными будут задачи обеспечения безопасности жизнедеятельности на море [3,4]. А именно, задания по изучению физики и химии судового оборудования с функциональными элементами из полимерных структур, подверженного воздействию внешних разрушающих факторов, включающие изучение:

- динамики свойств полимерных объектов под действием различных факторов;
- закономерностей физических явлений и химических процессов, происходящих в полимерах;
- возможностей диагностики полимерных материалов в условиях эксплуатации судового оборудования.

Для проведения таких исследований необходимо разработать пошаговую программу экспериментального решения, отвечающую проблематике вопроса, начиная от постановки задачи, выбора доступных методов и заканчивая оценкой содержательности и достоверности полученных результатов.

Причем такие программы должны быть разработаны для обучающихся различного уровня подготовки и направления обучения.

Соответствие программы физических исследований последнему слову науки и техники должно быть должным образом продумано в свете современных представлений и при необходимости скорректировано и направлено на реализацию технического воплощения идей в форме наукоемкого продукта.

В рамках исследовательского обучения экспериментальным методам необходимым и существенным условием является приобретение студентами технических направлений навыков активной эмпирической деятельности в процессе познания прикладных физических аспектов. Базовыми составляющими такого процесса являются:

- четкая формулировка цели;

- отбор методов, наиболее подходящих в поиске решения проблемы;
- анализ материальной базы для проведения исследований;
- получение, обработка и анализ экспериментальных данных;
- оценка возможности технического применения новых результатов;
- постановка следующих проблемных задач.

Учитывая вышесказанное в отношении проблемности содержания обучения, можно, таким образом, утверждать, что освоение и применение методов экспериментальных исследований может выступать как существенная направляющая в придании обучению физике проблемно-деятельностного характера.

Таким образом, проблемный характер обучения в освоении современных методов физических исследований отвечает всем признакам активного взаимодействия обучающегося с проблемно-деятельностным способом получения необходимого решения.

Системность образовательного процесса в ходе освоения современных экспериментальных методов обусловлена четкой систематизацией физических знаний, логикой и тесной связью теории и практики, а также острой необходимостью в высокой степени организации образовательной среды физики.

Как отмечает А.В. Сорокин, физическая наука является «наглядно-абстрактной, с разнообразной экспериментально-практической деятельностью, развитым понятийным аппаратом, что позволяет при ее изучении формировать навыки практической деятельности и теоретического мышления» [5].

Единство теории и практики находит свое отражение в таких центральных моментах:

- выявление сущности поставленной экспериментальной задачи на имитационном уровне;
- подбор и планирование экспериментальной методики исследования;
- оценка эмпирически полученных результатов;
- выработка курса, направленного на дальнейшие исследования.

Кроме того, освоение методов экспериментального решения поставленных задач в части теоретического и практического элементов содержания образования соответствует нынешнему состоянию науки и техники.

Системность в практической работе обеспечивается объединением натурального и вычислительного эксперимента в адекватных долях в соответствии с требованиями научно-технической деятельности. Освоение физических методов экспериментального решения задач обладает значительным потенциалом, способствующим построению систематичного процесса обучения, соответствующего всем критериям поисково-познавательной деятельности.

Несомненным является тот факт, что в настоящее время накоплен огромный опыт в сфере решения фундаментальных и прикладных физических и технических задач, который мог бы быть использован в образовательном процессе студентом технических специальностей вузов.

Использование современных физических методов экспериментального решения задач содействует повышению степени практико-ориентированного обучения будущих инженеров и вносит существенный вклад в фундаментальную составляющую образования.

## Литература

1. Ханин С.Д., Хинич И.И. Освоение физики материалов и приборов электронной техники и проблема достижения результативности исследовательского обучения: Монография. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 108 с.
2. Хинич И.И. Научно-методическое обеспечение целостности и продуктивности в исследовательском обучении физике при подготовке педагогических кадров: Монография. – СПб.: Санкт-Петербург XXI век, 2009. – 231 с.
3. Корнева И.П. Практико-ориентированное обучение физическим исследованиям будущих инженеров морского профиля // Педагогика & Психология. Теория и практика. № 6 (8), 2016, с. 20 - 22.
4. Синявский Н.Я., Корнева И.П. Исследование оптических свойств материалов судовых кабелей, подверженных деструкции IV Балтийский морской форум. IV Международная научная конференция «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии»: тезисы докладов.– Калининград: Изд-во БГАРФ, 2016. – с. 424-428.
5. Сорокин А.В. Физика: наблюдение, эксперимент, моделирование. Элективный курс: Методическое пособие/ А.В. Сорокин, Н.Г. Торгашина, Е. А. Ходос, А.С. Чиганов. –М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 175 с.