

## ПРИМЕНЕНИЕ НАВИГАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА NTPRO 5000 ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ И МАНЕВРИРОВАНИЮ СУДНОМ

Доктор техн. наук *В.Н. Виноградов*, кандидат техн. наук *Н.В. Ивановский*,  
*Д.Г. Куценко*, *И.С. Горячив*, *В.Ю. Будник*  
ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

*Рассматриваются вопросы тренажерной подготовки курсантов специальности «Судовождение». В частности, рассмотрена методика освоения компетенции Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (МК ПДНВ -78) «Маневрирование судна» на уровне эксплуатации и на уровне управления для обеспечения безопасности мореплавания и предотвращения чрезвычайных ситуаций. Подробно было рассмотрено применение навигационного тренажера NTPro 5000 для оценки инерционно тормозных характеристик судна. Функционал навигационного тренажера позволяет проводить не только обучение будущих судоводителей. Встроенная система автоматизированной оценки компетентности (АСОК) позволяет контролировать безопасные пределы эксплуатации судовой энергетической установки, рулевых и энергетических систем в любой момент выполнения задания. Таким образом оценка действий курсанта может производиться автоматически, по заранее заданным значениям, исключая субъективное мнения преподавателя. Такой подход позволяет не только формировать глубокие знания об управлении судном, но и открывает широкое пространство для применения навигационного тренажера для объективной оценки формирования компетентности курсанта в соответствии с требованиями конвенции ПДНВ и обеспечивает дальнейшую безопасность в период эксплуатации.*

**Ключевые слова:** управление судном, тренажерная подготовка, навигационный тренажер, методы оценки компетентности.

## APPLICATION OF THE NTPRO 5000 NAVIGATION SIMULATOR FOR COLLISION AVOIDANCE AND SHIP MANEUVERING

**Dr (Tech) V.N. Vinogradov, Ph.D (Tech) N.V. Ivanovsky, D.G. Kutsenko,**  
**I.S. Goryachiv., V.Yu. Budnik**  
**Kerch State Maritime Technological University**

*The article deals with the issues of simulator training of cadets of the specialty "Navigation". In particular, the methodology of mastering the competence of the international Convention on training and certification of seafarers and Watchkeeping of 1978 (STCW -78) "ship maneuvering" at the level of operation and management is considered. The application of the NT Pro 5000 navigation simulator to assess the inertial braking characteristics of the vessel was considered in detail. The functionality of the navigation simulator allows you to conduct not only training of poor masters. The built-in automated competence assessment (ASOC) system allows you to monitor the safe limits of operation of the ship's power plant, steering and power systems at any time of the task. Thus, the assessment of the student's actions can be made automatically, according to pre-set values, excluding the subjective opinion of the teacher. This approach al-*

*lows not only to form a deep knowledge of ship management, but also opens up a wide space for the use of a navigation simulator for an objective assessment of the cadet's competence formation in accordance with the requirements of the STCW Convention.*

**Keywords:** ship control, simulator training, navigation simulator, competence assessment methods.

**Введение.** Общеизвестно, что подготовка судоводителей производится в соответствии с МК ПДНВ 78 [12]. В частности дисциплина «Маневрирование и управление судном» закрывает компетенцию «Маневрирование судна». Традиционно для освоения этой компетенции использовался лекционный материал, практические занятия в виде расчетной работы, а также плавательной практики.

С повсеместным внедрением тренажеров в учебный процесс и в частности NTPro 5000 появилась возможность повысить качество освоения данной компетенции [1-4].

Также хочется заметить, что освоение этой компетенции только в рамках расчетных заданий и плавательной практики зачастую невозможны. К примеру, швартовые операции, постановка на якорь и т.д. Поэтому единственным инструментом освоения некоторых элементов данной компетенции является тренажерная подготовка. Таким образом, исследования, направленные на изучение использования тренажера для качественного освоения компетенций являются актуальными [5-8].

**Целью исследований** является изучение всех возможностей использования тренажера для освоения компетенций в соответствии с международной конвенцией ПДНВ с поправками для обеспечения безопасности мореплавания.

**Результаты исследования:**

Рассмотрим применение тренажера NTPro 5000 для оценки компетентности управлением судна, а именно - оценки инерционно тормозных характеристик судна.

Классический подход в формировании представления об инерционно тормозных характеристиках судна сводится к изучению закономерностей движения судна, исходящих из решения дифференциальных уравнений описывающих процессы активного и пассивного торможения.

$$m_x \frac{dV}{dt} = -R + P_e \quad (1)$$

$$m_x \frac{dV}{dt} = -R \quad (2)$$

Дифференциальные уравнения (1.1) и (1.2) описывают движение судна, без учета действия сил ветра и течения. Их решение приводит к получению формул скорости судна и выбега судна для пассивного торможения

$$V = \frac{V_1}{1 + \frac{(1 + \varepsilon_{\text{BT}})(V_1 t)}{S_0}} \quad (3)$$

$$S = \frac{S_0}{1 + \varepsilon_{\text{BT}}} \ln \frac{V_1}{V} \quad (4)$$

И активного торможения:

$$V = V_0 \frac{|P_e|}{R_0} \operatorname{tg} \left( \operatorname{arctg} \left( \frac{V_H}{V_0} \sqrt{\frac{R_0}{|P_e|}} \right) - \left( \frac{V_0 t}{S_0} \sqrt{\frac{|P_e|}{R_0}} \right) \right) \quad (5)$$

$$S = 0,5 S_0 \ln \left( \frac{V_H^2 + V_0^2 \frac{|P_e|}{R_0}}{V^2 + V_0^2 \frac{|P_e|}{R_0}} \right) \quad (6)$$

После изучения данного теоретического материала, для закрепления полученных знаний, на практических занятиях курсанты выполняют расчёты на основе полученных ранее зависимостей. Однако такой подход не гарантирует того, что полученные средства оценки ИТХ позволят в полной мере сформировать у обучающегося представление об исследуемом процессе. К тому же выражения (3-6) носят упрощенный характер, а входящие в них коэффициенты имеют эмпирическую природу. То есть, у обучающегося рассчитанные значения величины тормозного пути могут остаться лишь цифрами, несущими малую смысловую нагрузку.

С другой стороны оценить важность полученных результатов с точки зрения безопасности судоходства, так как это необходимо в практическом судовождении (выразить смысл инерции судна), можно на плавательной практике. Но в условиях реальной эксплуатации судна это практически маловероятно. Так как курсант не имеет соответствующей квалификации и доступа к управлению судном.

При внедрении тренажера в учебный процесс у нас появилась возможность применить полученные теоретические знания в условиях, приближенных к реальности. Как вариант, обучающемуся предлагается выполнить расчет тормозного пути судна на основе вышеприведенных зависимостей (3-6), провести предварительный анализ полученных результатов с обсуждением полученных результатов проделанной работы с инструктором. Далее на тренажере проводится моделирование процесса торможения с выполнением соответствующих измерений скорости и выбега судна. Выполнение маневра активного торможения позволяет наглядно оценить пределы применения используемых закономерностей, которые не учитывают боковое смещение одновинтового судна, наблюдаемого на малых скоростях.

В качестве примера могут служить результаты практической работы по определению ИТХ одновинтового судна на навигационном тренажере.



Рис. 1. Модель судна LNG (124 706т)

С ТТХ модели судна – траектории движения судна при экстренном торможении (рис. 2), а также инерционно-тормозные характеристиками (рис. 3) курсанты могут ознакомиться вперед выполнением поставленной задачи непосредственно перед выполнением работы.

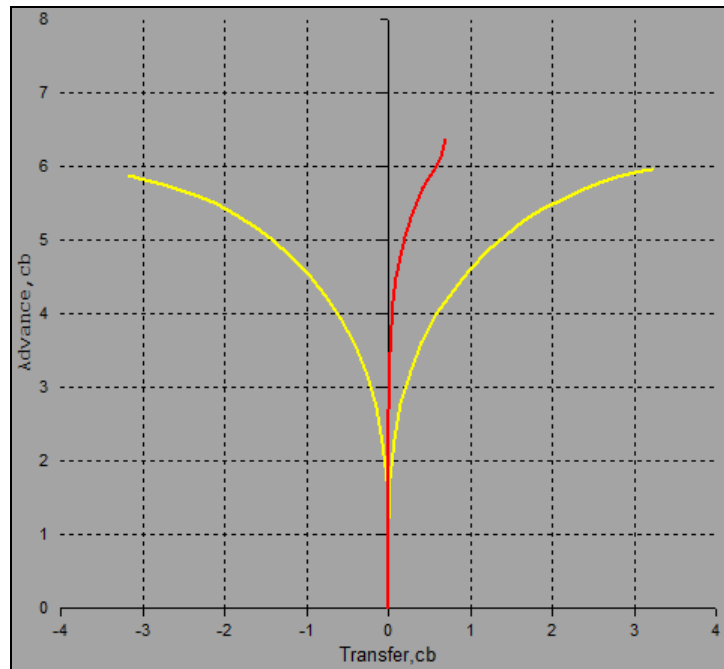


Рис. 2. Тормозной путь судна при различных перекадках руля

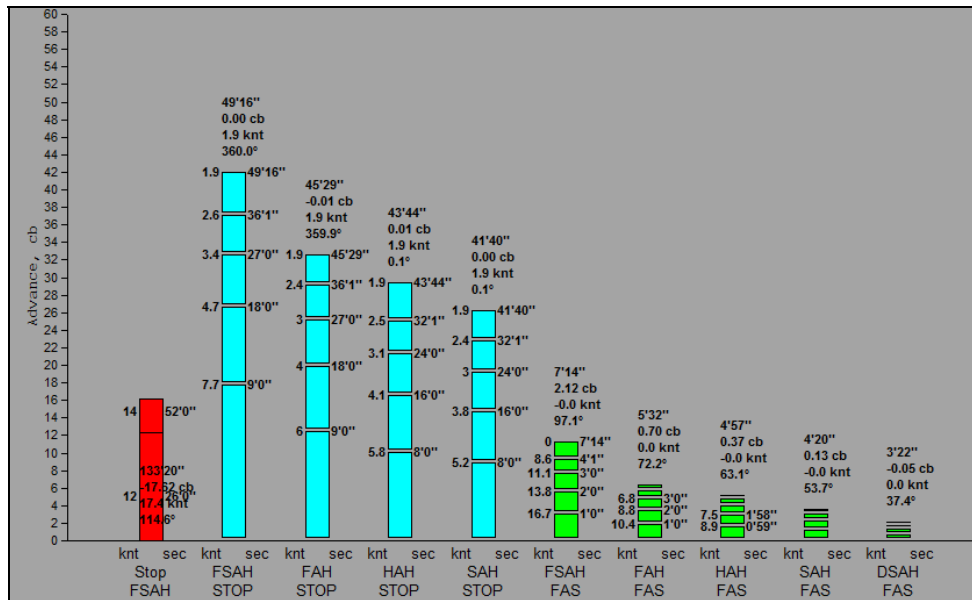


Рис. 3. Инерционно тормозные характеристики судна активного и пассивного торможений

Это необходимо чтобы иметь предварительное представление о поставленной задаче. Далее используя расчеты по формулам (3-6) и наблюдаемые значения параметров движения судна на тренажере, производится сравнительный анализ полученных результатов. Пример на рис. 4 и 5.

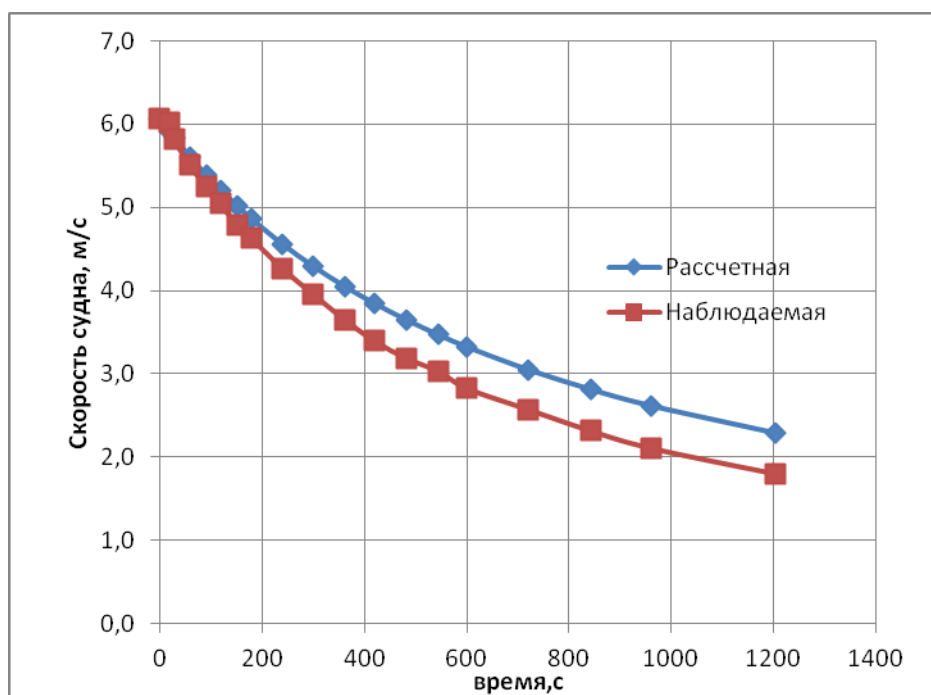


Рис. 4. Сравнение расчетных и наблюдаемых скоростей судна пассивного торможения

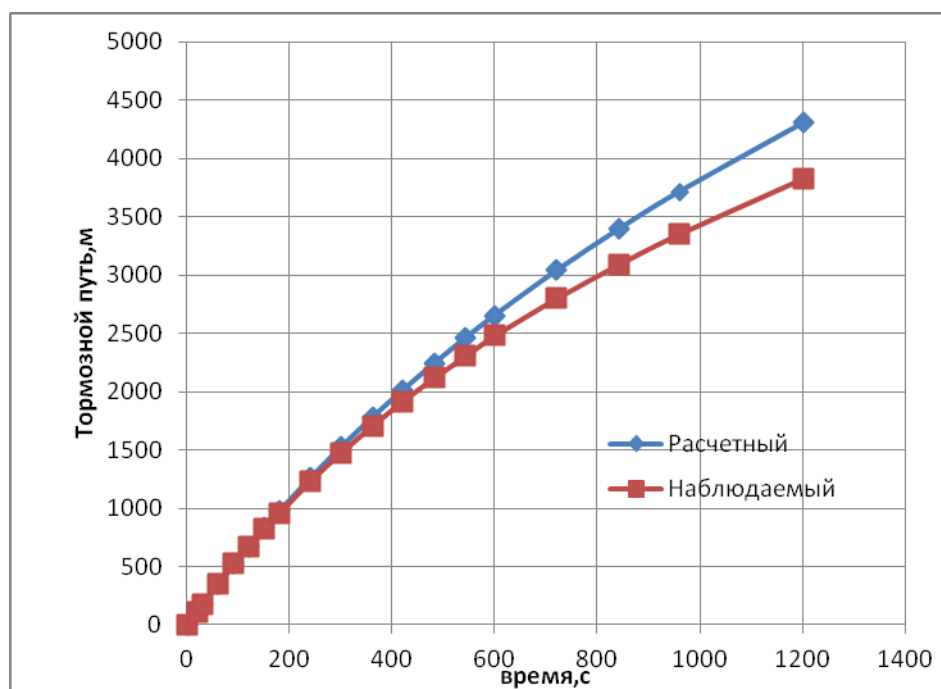


Рис. 5. Сравнение расчетных и наблюдаемых выбега судна при пассивном торможении

Таким образом происходит формирование понятия о процессах, происходящих при торможении судна, методах расчета по известным закономерностям, а также о степени адекватности используемых зависимостей для оценки ИТХ.

Для проверки результатов исследований был проведен педагогический эксперимент в двух параллельных подгруппах 4 курса. Группа №1, состоящая из 6 человек, изучала ИТХ классическим методом без применения тренажера. Группа №2 выполняла практи-

ческую работу по вышеизложенной методике. По возвращению с производственной практики был произведен срез знаний по данной тематике. Средний балл составил:

Группа №1 – 3,71 балла

Группа №2 – 4,22 балла

Как следствие рекомендуется проведение комплексного выполнения практических занятий с активным применением навигационного тренажера для уверенного освоения компетенций МК ПДНВ [12,13].

#### **Выводы:**

Изложенный алгоритм проведения практической работы с применением навигационного тренажера позволяет сформировать уверенное понимание ИТХ судна следующим образом:

1. Расчет по известным зависимостям.
2. Собеседование с инструктором (преподавателем). Анализ полученных результатов.
3. Практическая отработка на тренажере.
4. Собеседование с инструктором. Сравнительный анализ теоретических расчетов с результатами полученными на тренажере.

Функционал навигационного тренажера позволяет проводить не только обучение будущих судоводителей. Встроенная система АСОК в навигационный тренажер позволяет контролировать безопасные пределы эксплуатации судовой энергетической установки, рулевых и энергетических систем в любой момент выполнения задания. Таким образом оценка действий курсанта может производиться автоматически, по заранее заданным значением, исключая субъективное мнение преподавателя. Такой подход позволяет не только формировать глубокие знания об управлении судном, но и открывает широкое пространство для применения навигационного тренажера для объективной оценки формирования компетентности курсанта в соответствии с требованиями конвенции ПДНВ.

#### **Литература**

1. Международная Конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978/95. СПб.: ЗАО ЦНИИМФ. - 2002. - 600 с.
2. Красовский А.А. Основы теории авиационных тренажеров. М.: Машиностроение. - 1995. - 304 с.
3. Недзельский И.И. Морские навигационные тренажеры: проблемы выбора. СПб., ГНЦ РФ - ЦНИИ «Электроприбор». - 2002. - 220 с.
4. Костылев И.И., Денисенко Н.И., Петухов В.А. Тренажерно-обучающая подготовка судовых специалистов // Сб. Эксплуатация морского транспорта. Вып. 44 / Под ред. П.С. Емельянова. - СПб.: Наука. - 2005. - С. 31-37.
5. Костылев И.И., Айзинов С.Д. Проверка компетентности морских специалистов в системе качества тренажерной подготовки // Морской флот. - 2004. - № 4. - С. 53 - 54.
6. Аракелян Э.К., Зверьков В.П., Кузицин В.Ф., Магид С.И. Особенности построения компьютерных тренажеров для комплексных тренировок вахты оперативного персонала тепловой электростанции // Теплоэнергетика. - 2000. - № 1. - С. 42 - 49.
7. Айзинов С.Д. Анализ эффективности морских тренажеров // Морской флот. - 2006. - № 6. - С. 18-23.
8. Сазонов А.Е., Айзинов С.Д. Методические оценки эффективности обучения на тренажерах // Сб. Эксплуатация морского транспорта. Вып. 44 / Под ред. П.С. Емельянова. - СПб.: Наука. - 2005. - С. 38-40.
9. Корпеев Д.Г. Судоводительский тренажер имитатор как дидактическое средство обучения инженера-судоводителя. - Казань, ЦИТ. - 2005. - 64 с.
10. Ефентьев В.П. Управление процессом профессиональной подготовки морских специалистов в условиях учебно-тренажерного центра. Калининград, БГАРФ. - 2002. - 125 с.

11. Костылев И.И., Айзинов С.Д., Солодовниченко М.Б. Состояние и перспективы развития тренажерной подготовки специалистов морского транспорта // Науч.-техн. сб. Российского морского регистра судоходства. Вып. 29. - СПб. - 2006. С. 355-365.

12. Биденко С.И., Елизаров Д.А., Черный С.Г., Шестаков В.М. Информационная технология компенсаторной идентификации пространственных данных от оптических систем наблюдения беспилотных аппаратов // Информация и космос. - 2020. № 1. С. 120-126.

13. Бородин Е.Л., Биденко С.И., Черный С.Г., Елизаров Д.А., Шестаков В.М. Идентификация оптических образов объектов в системах наблюдения беспилотных подводных аппаратов // Эксплуатация морского транспорта. - 2020. № 1 (94). С. 83-87.

### **Сведения об авторах**

***Виноградов Владимир Николаевич***, профессор кафедры «Судовождение и промышленное рыболовство» ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет» 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82, sergiiblack@gmail.com

***Ивановский Николай Владимирович***, доцент кафедры «Судовождение и промышленное рыболовство» ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет» 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

***Куценко Дмитрий Григорьевич***, старший преподаватель кафедры «Судовождение и промышленное рыболовство» ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет» 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

***Горячив Иван Сергеевич***, старший преподаватель кафедры «Судовождение и промышленное рыболовство» ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет» 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

***Будник Владислав Юрьевич***, преподаватель кафедры «Судовождение и промышленное рыболовство» ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет» 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82