

рассмотрена возможность использования кайта в качестве дополнительного экологически чистого двигателя, который позволяет обеспечить сокращение суммарного расхода топлива за весь срок службы транспортного судна и уменьшить выбросы отработанных газов.

Литература:

1. Столярова М.Н. Концепция экологически чистого судна // Изобретательство.– 2018.– Т. 18.– №11.– С. 41-50.
2. Lou, Haijun et al. Emission of intermediate volatility organic compounds from a ship main engineburning heavy fuel oil // Journal of environmental sciences. 2019. Volume 84, October; pp 197-204.
3. Su, Penghao Emissions of intermediate volatility organic compound from waste cooking oil biodiesel and marine gas oil on a ship auxiliary engine // Journal of environmental sciences.2020. Volume 9, May; pp 262-270.
4. Ханько Ж.А., Гончар О.В. Методы очистки от газо- и парообразных выбросов в атмосферу от морских судов // Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова.– 2019.– №2.– С. 49-50.
5. Каракаев А.Б., Луканин А.В., Хекерт Е.В. Разработка методологии, методов и моделей анализа влияния различных вариантов построения структуры и режимов поддержания, и восстановления работоспособности судовых электроэнергетических систем (часть 1) // Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 3(80).– С.54-60.
6. Каракаев А.Б., Хекерт Е.В., Луканин А.В. Разработка методологии, методов и моделей анализа влияния различных вариантов построения структуры и режимов поддержания, и восстановления работоспособности судовых электроэнергетических систем (часть 2) // Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 4(81).– С.85-95.
7. Астреин В.В. Структура системы безопасности судовождения [Текст] / В.В. Астреин, С.И. Кондратьев // Эксплуатация морского транспорта.– 2015.– № 3.– С. 38-47.
8. Кондратьев, С.И. Стратегия развития северного

международного транспортного коридора Евразия [Текст] / С.И. Кондратьев, Г.В. Деружинский // Эксплуатация морского транспорта. –2014.– № 1 (73).– С. 3-10.

References

1. Stolyarova M.N. Konceptiya ekologicheski chistogo sudna // Izobretatel'stvo. 2018. T. 18. №11. S. 41-50.
2. Lou, Haijun et al. Emission of intermediate volatility organic compounds from a ship main engineburning heavy fuel oil // Journal of environmental sciences. 2019. Volume 84, October; pp 197-204.
3. Su, Penghao Emissions of intermediate volatility organic compound from waste cooking oil biodiesel and marine gas oil on a ship auxiliary engine // Journal of environmental sciences.2020. Volume 9, May; pp 262-270.
4. Han'ko ZH.A. Gonchar O.V. Metody ochistki ot gazo- i paroobraznyh vybrosov v atmosferu ot morskikh sudov // Vestnik gosudarstvennogo morskogo universiteta im. admirala F.F. Ushakova. 2019. №2. S. 49-50.
5. Karakaev A.B., Lukanin A.V., Hekert E.V. Razrabotka metodologii, metodov i modelej analiza vliyaniya razlichnyh variantov postroeniya struktury i rezhimov podderzhaniya i vosstanovleniya rabotosposobnosti sudovyh elektroenergeticheskikh sistem (chast' 1)/Ekspluatsiya morskogo transporta. 2016. № 3(80). S.54-60.
6. Karakaev A.B., Hekert E.V., Lukanin A.V. Razrabotka metodologii, metodov i modelej analiza vliyaniya razlichnyh variantov postroeniya struktury i rezhimov podderzhaniya i vosstanovleniya rabotosposobnosti sudovyh elektroenergeticheskikh sistem (chast' 2)/ Ekspluatsiya morskogo transporta. 2016. № 4(81). S.85-95.
7. Astrein V.V. Struktura sistemy bezopasnosti sudovozhdeniya [Tekst] / V.V. Astrein, S.I. Kondrat'ev // Ekspluatsiya morskogo transporta. 2015. № 3. S. 38-47.
8. Kondrat'ev, S.I. Strategiya razvitiya severnogo mezhdunarodnogo transportnogo koridora Evraziya [Tekst] / S.I. Kondrat'ev, G.V. Deruzhinskij // Ekspluatsiya morskogo transporta. 2014. № 1 (73). S. 3-10.

УДК 629.12

DOI: 10.34046/aumsuomt96/19

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕНАЖЕРА СУДОВОГО ГЛАВНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЩИТА В СРЕДЕ SIMINTESN

С.Ю. Алексянц, курсант

А.В. Гринек, кандидат технических наук, доцент

И.П. Бойчук, кандидат технических наук, доцент

Использование обучающих тренажеров позволяет студентам познакомиться с объектами и системами, а также получить навык эксплуатации реальных объектов. Создание тренажеров включает в себя как

разработку математических моделей изучаемых объектов и систем, так и создание графического интерфейса. В настоящей работе представлен опыт использования среды моделирования SimInTech для разработки тренажера главного распределительного щита.

Ключевые слова: SimInTech, моделирование, тренажер, главный распределительный щит

The use of training simulators introduces students with objects and systems. They also get exploitation skills. The creation of simulators includes: mathematical modeling of the studied objects and systems, the graphical interface creation. This paper presents the experience of using SimInTech for the development of the main switchboard simulator.

Keywords: SimInTech, modeling, simulator, main switchboard.

Введение

Главный распределительный щит (ГРЩ) — центральный пункт, куда поступает электрическая энергия от источников (генераторов) и где она распределяется между различными группами потребителей на судне. ГРЩ выполняется в виде панели со смонтированной пусковой и регулирующей аппаратурой — реостатами, регуляторами, защитной аппаратурой и автоматами, предохранителями, реле, контрольно-измерительными приборами, сигнальными устройствами и т.д. [1]

ГРЩ устанавливается в плоскости шпангоутов на возвышенной площадке, чтобы надзор за размещенными на нем приборами и сигнализацией был возможен из многих мест помещения. На судах монтируют ГРЩ закрытого типа, на которых все токоведущие части выводятся с внутренней стороны щита, подход к которой должен быть тщательно огражден. На лицевой стороне щита размещаются только панели контрольно-измерительных приборов, сигнальные устройства и рычаги управления аппаратурой.

Помимо ручного управления судовой электростанцией предусматривается также дистанционное и автоматическое управление ею из центрального поста управления (ЦПУ) или из рулевой рубки.

Из ЦПУ производят пуск и остановку генераторов. Автоматическое управление судовой электростанцией предусматривает автоматическую синхронизацию генераторов при их одновременной работе отключение второстепенных потребителей при наступающей перегрузке генераторов, запуск аварийного дизель-генератора и подключение к нему потребителей, которые должны работать в аварийном режиме.

Электрический ток передается от ГРЩ к потребителям по электрическим сетям, состоящим из кабелей или проводов и распределительных устройств.

Основными элементами судовой энергетической системы являются:

1) источники электроэнергии, состоящие из генераторов постоянного или переменного

тока и аккумуляторных батарей; кроме того, судовые электроэнергетические системы имеют различные преобразователи рода тока, его напряжения и частоты;

2) распределительные устройства, состоящие из щитов с аппаратами, распределяющими электроэнергию, и с приборами для управления работой электроустановок и контроля за ней;

3) электрические сети, состоящие из кабелей и проводов, передающих электрическую энергию от источников к потребителям;

4) потребители электрической энергии, представляющие собой различные электродвигатели, преобразующие электроэнергию в механическую работу, а также приборы и аппараты, преобразующие ее в другой вид энергии — тепловую, световую, электромагнитную и другие.

Несмотря на практическую подготовку студентов, в современном мире всё чаще происходит внедрение систем программного моделирования изучаемых объектов [2], что позволяет студентам получить опыт еще до знакомства с реальными объектами и системами будущей работы или отточить имеющиеся навыки. На данный момент разработка таких моделей, как правило, занимает большое количество времени и сил, что безусловно сказывается на конечной стоимости продукта.

Основная цель данной работы – проверка возможностей среды моделирования SimInTech в больших масштабах, проектирование собственных паттернов графического интерфейса, используя базовые инструменты программы, а также определение возможности использования смоделированных тренажеров на практике и в системе образования. Объектом моделирования выступает судовой ГРЩ, обеспечивающий прием и дальнейшее распределение электроэнергии по судовым потребителям, а также обладает всеми необходимыми системами защиты для безопасной работы энергетических установок на судне.

Материалы и методы

Рассмотрим возможность использования среды SimInTech [3] в качестве инструмента для создания учебных тренажеров и связанных графических интерфейсов.

Для создания учебной модели было решено произвести моделирование восьми секций ГРЩ, которые характерны для судна с двумя дизельными

электростанциями (рис. 1). Кол-во логических и динамических элементов в данном проекте превышает 400 единиц, а общее кол-во элементов на рабочей области составляет более 2400 единиц (рис. 2).

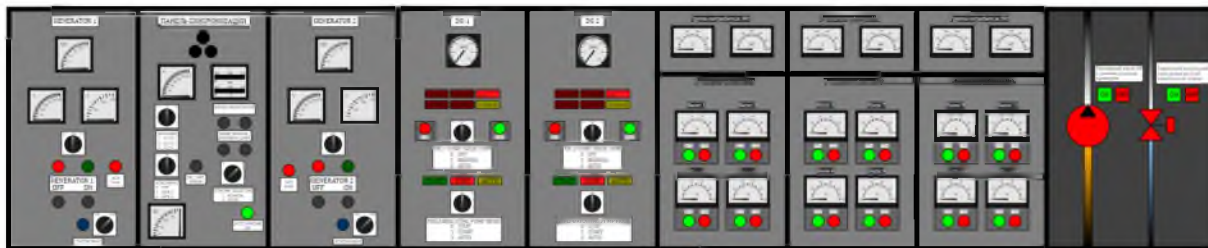


Рисунок 1 – Внешний вид графического интерфейса тренажера ГРЩ в среде SimInTech

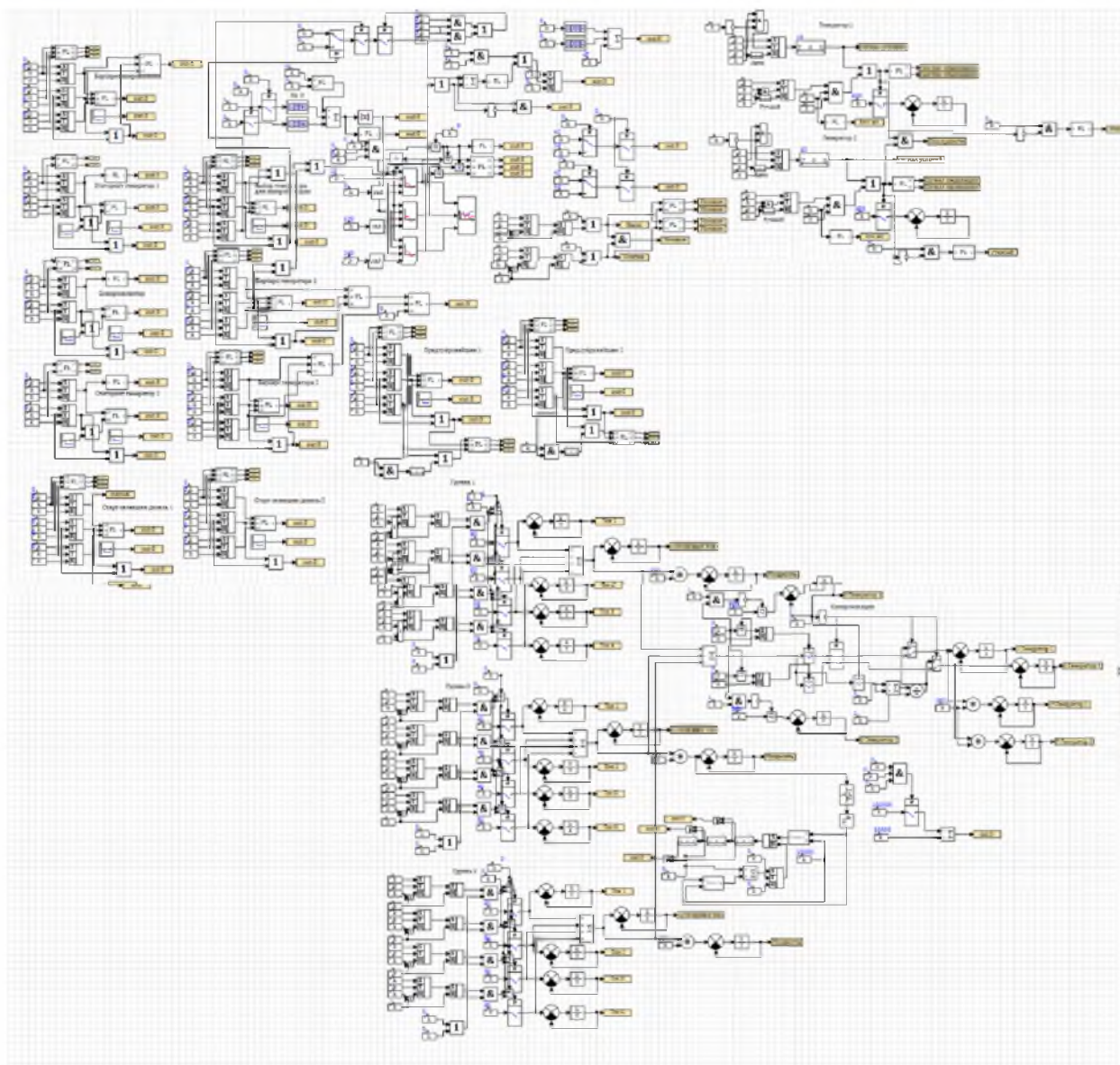


Рисунок 2 – Модель тренажера ГРЩ в SimInTech.

Панель генераторов (рис. 3)

Выполняемые функции и задачи:

- Запуск генератора в ручном режиме;
- Запуск генератора в автоматическом режиме;
- Остановка генератора;
- Мониторинг оповещений сигнализации ДГ (Дизельных генераторов);
- Мониторинг напряжения, тока и мощности на ДГ;
- Запуск, остановка маслопрокачивающего насоса;

- Запуск, остановка обогрева обмотки статора;
- Выбор шины для синхронизации.

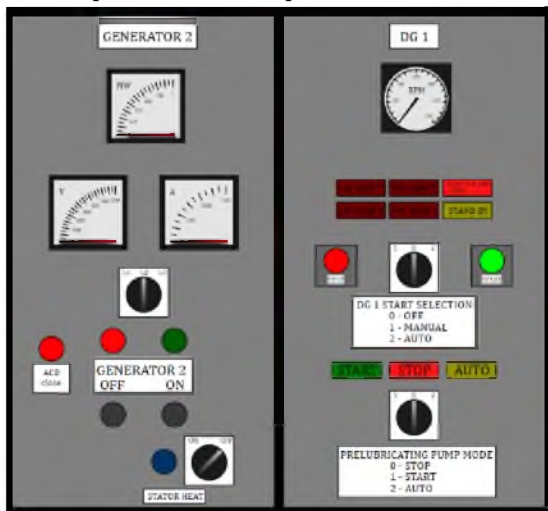


Рисунок 3 – Секции ДГ

Схема алгоритма работы панели генераторов представлена на рис. 4.

Панель синхронизации

Выполняемые функции и задачи:

- Взятие в параллель ДГ (ручной, автоматический режимы);
- Регулирование частоты ДГ для синхронизации;

- Выбор шины для синхронизации ДГ;
- Мониторинг напряжения, выбранного ДГ;
- Мониторинг сопротивления изоляции ДГ;
- Синхроноскоп.

На рис. 5 и 6 представлен внешний вид панели синхронизации и схема алгоритма работы панели синхронизации.

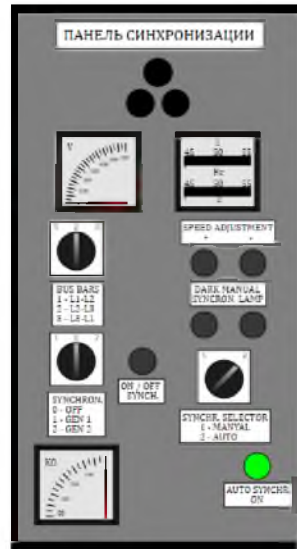


Рисунок 5 – Панель синхронизации



Рисунок 4 – Упрощенная блок схема алгоритма работы панели генераторов

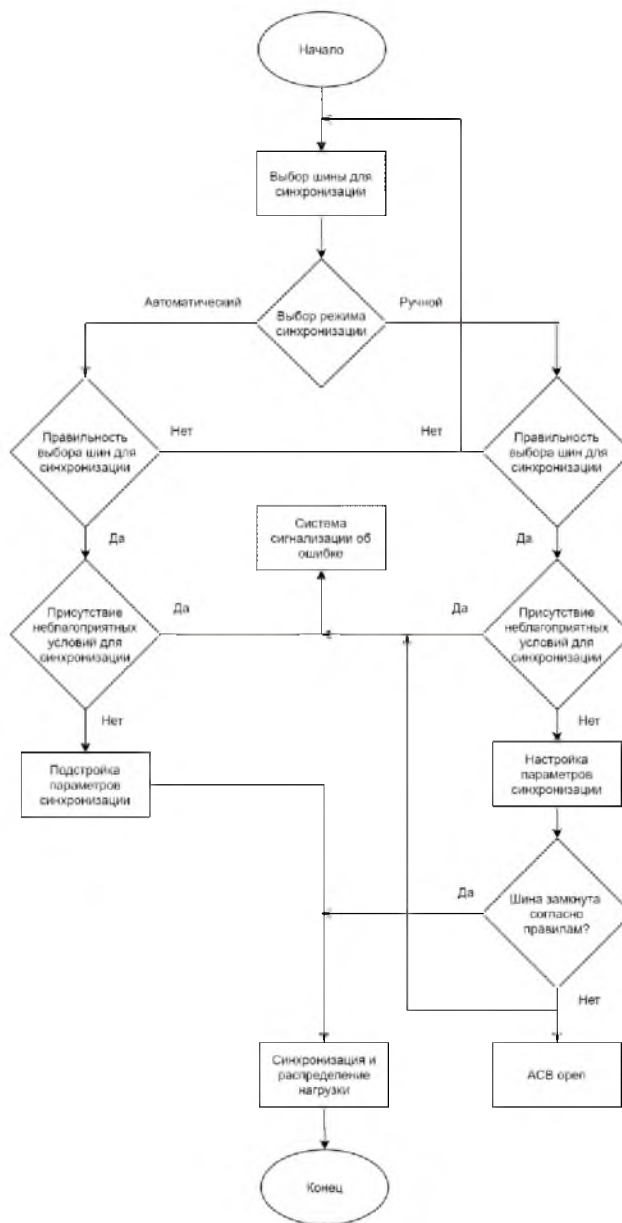


Рисунок 6 – Упрощенная блок схема алгоритма работы панели синхронизации

Панель потребителей (рис. 7)

Выполняемые функции и задачи:

- Запуск потребителей;
- Остановка потребителей;

- Мониторинг тока и мощности.

Насосы и клапаны (рис. 8)

Выполняемые функции и задачи:

- Запуск и остановка насосов и клапанов.

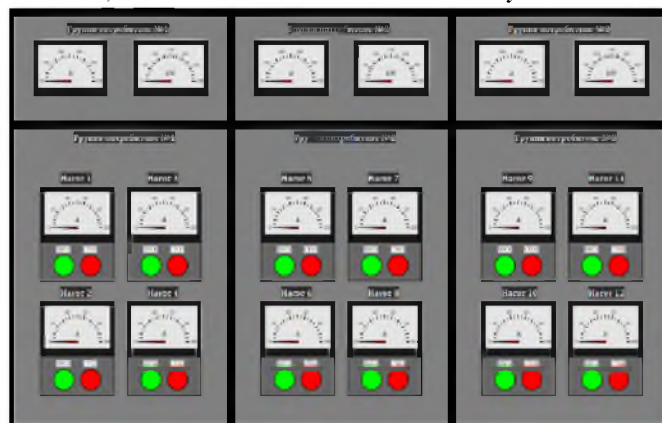


Рисунок 7 – Панель потребителей

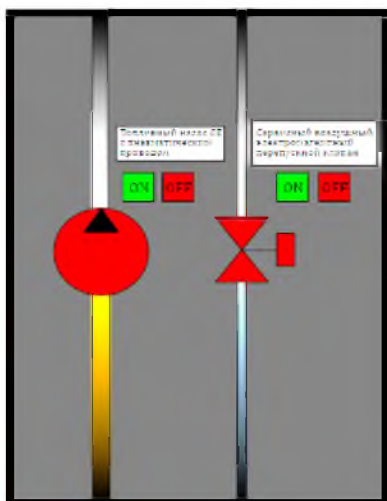


Рисунок 8 – Насосы и клапаны

Данная модель работает в режиме реального времени и позволяет выполнять задачи, соответствующие реальным задачам на судовом ГРЩ. Модель выполняет свои функции по логике выполнения необходимых условий. Все панели ГРЩ соответствуют логике реального устройства и позволяют обрабатывать различного рода задачи:

- Запуск ДГ в ручном режиме, соблюдая все условия запуска;
- Запуск ДГ в полностью автоматическом режиме, где автоматика выполняет все необходимые условия;

- Управление нагрузкой на ДГ, включение и выключение насосов;
- Моделирование условий короткого замыкания на нагрузке;
- Моделирование условий появления влаги в обмотке статора;
- Моделирование условий низкого давления смазочного масла;
- Моделирование условий высокой температуры смазочного масла;
- Моделирование условий высокой температуры охлаждающей воды;
- Моделирование условий низкого давления охлаждающей воды;
- Взятие в параллель два ДГ, в ручном и полностью автоматическом режиме;
- Демонстрация работы защиты активной и реактивной нагрузки;

Интерфейс данного проекта состоит из «примитивов», сформированных в более сложные конструкции. SimInTech позволяет воссоздать анимированный или статический графический интерфейс любой сложности без особых усилий и связать их с необходимыми частями модели.

Пример формирования графического интерфейса в среде SimInTech представлен на рис. 9.

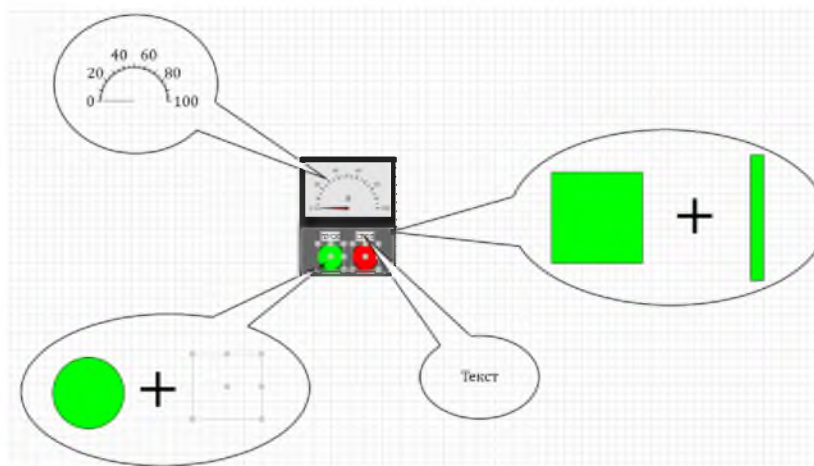


Рисунок 9 – Формирование графических элементов

Для создания графического интерфейса достаточно воспользоваться вкладкой «Примитивы» и выстроить из них цельный элемент будущего интерфейса. Выше представлен пример формирования графической модели амперметра в составе панели потребителей. Для этого мы используем простейшие элементы «Примитивы». Для формирования кнопок любых видов и типов

достаточно использовать простые геометрические фигуры и элемент «Сенсор», позволяющих воспринимать нажатие курсора мыши или нажатие на сенсорной области монитора. Для формирования любых стрелочных приборов можно воспользоваться элементом «Стрелочный прибор» или «Часовая шкала». Элемент «Текст» и простые

геометрические фигуры помогут завершить графическую модель и придать цельный и более понятный оператору вид.

Кроме этого, графический интерфейс модели можно вывести на сторонние устройства вывода изображения и воссоздать рабочую область смоделированного объекта (рис. 10).



Рисунок 10 – Вывод графического интерфейса

Заключение

В заключении следует отметить, что среда динамического моделирования технических систем SimInTech позволяет детально исследовать и провести анализ нестационарных процессов в технических системах, описание динамики которых может быть представлено в виде системы дифференциальных уравнений [4]. Разработанный тренажер позволяет в полной мере получить стабильную симуляцию главного судового распределительного щита, произвести все возможные манипуляции над ним и обеспечивает возможность проведения практических работ с целью ознакомления с объектом моделирования.

Литература

1. Чайников К.Н. Общее устройство судов. – Ленинград, Судостроение, 1971.
2. Дьяконов В.П., Круглов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002.
3. SimInTech [электронный ресурс] <http://3vservices.com/#simintech>
4. Кондратьев С.И., Бойчук И.П. Математическая модель движения морской буровой платформы // В сборнике: Математическое и компьютерное моделирование: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Государственный морской универ-

ситет имени адмирала Ф.Ф.Ушакова»; ОАО «Таганрогский авиационный научно-технический комплекс имени Г. М. Бериева»; Государственный научный центр «Южное научно-производственное объединение по морским геологоразведочным работам». – 2016. – С. 11-15.

References

1. Chajnikov K.N. Obshcheustrojstvovudov [General arrangement of ships]. Leningrad, Sudostroenie, 1971.
2. D'yakonov V.P., Kruglov V. MATLAB. Analiz, identifikacijaimodelirovaniesistem. Special'nyjspravochnik [MATLAB. Analysis, identification and modeling of systems. Special reference]. SPb; Piter, 2002.
3. <http://3vservices.com/#simintech>
4. Kondratiev S.I., Boychuk I.P. Matematicheskaya model' dvizheniyamorskoburovojplatform [Mathematical model of the offshore drilling platform movement]. Vsbornike: Matematicheskoei-komp'yuternoemodelirovanie. Sborniknauchnyhtrudov II Mezhdunarodnojnauchno-prakticheskojkonferencii . FGBOU VO «Gosudarstvennyjmor-skouniversitetimeniadmiralaf.F.Ushakova»; ОАО «Taganrogskijaviacionnyjnauchno-tekhnikeskijkompleksimeni G. M. Berieva»; Gosudarstvennyjnauchnyjcentr «YUzhnoenauchno-proizvodstvennoeob"edineniepomorskimgeologorazvedochnymrabotam», 2016. p. 11-15.