

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт информационных технологий

Кафедра «Информационные технологии  
и компьютерные системы»


**ОТЧЕТ**

о модуле «Шноркель»

в «Подводная лодка»  
(наименование проекта)

Выполнил Яковлев А.И.  
(Фамилия И.О. обучающегося)  
ИВТ/м-24-1-о  
(шифр группы)  
Направление 09.04.01 Информатика и  
вычислительная техника  
(код, наименование)  
Проверил  
доцент кафедры «ИТиКС»  
(должность)  
Воронин Д. Ю.  
(Фамилия И.О. руководителя)

Севастополь  
2024 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ.....	3
1.1 Общие сведения.....	3
1.2 Область применения документа .....	3
1.3 Объект разработки.....	4
1.4 Цель работы .....	4
1.5 Используемые документы .....	4
2 РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ.....	5
2.1 Описание модели системы .....	5
2.2 Перечень взаимодействующих систем .....	7
2.3 Управление моделью .....	7
2.4 Результаты тестирования.....	9
3 ВЫВОДЫ .....	11

## 1 ВВЕДЕНИЕ

### 1.1 Общие сведения

#### 1.1.1 Обозначения и условные сокращения

В таблице 1.1 приведены обозначения и условные сокращения, которые применены в настоящем документе.

Таблица 1.1 – Обозначения и условные сокращения

Обозначение	Расшифровка
ММ	Математическая модель
ПЛ	Подводная лодка
УЕМВ	Условная единица модельного времени
УЕРВ	Условная единица реального времени
S	Шноркель
СР	Управляющая консоль
V	Вентиляция
DE	Дизеля
ICD	Interface Control Document
DIEC	Дизельный отсек

### 1.2 Область применения документа

Данный документ предназначен для описания и сопровождения ММ S.

Данный документ предоставляет описание ММ, которая симулирует поведение S. Он включает в себя структуру блока, необходимую для моделирования.

Область применения данного документа включает.

- 1) Разработка и оптимизация системы ММ S.
- 2) Анализ и оценка производительности.
- 3) Исследование надежности и безопасности.
- 4) Симуляция и выявление недостатков.

### **1.3 Объект разработки**

Объектом разработки является ММ S, которая будет разработана с целью анализа работы данного блока. Математическая модель будет основана на документах ICD, которые описывают взаимодействие различных модулей и S. Модель будет учитывать входные параметры, влияющие на работу блока. Разработанная ММ будет использоваться для проведения различных аналитических и численных исследований.

### **1.4 Цель работы**

Целью выполнения работы является разработка ММ S, которая описывает работу модуля в масштабе времени моделирования при задании внешних воздействий и сценариев.

### **1.5 Используемые документы**

При разработке текущей итерации модели S использовался документ контроля интерфейсов подсистемы «Дизельный отсек» – `diec_requirements`.

## **2 РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ**

### **2.1 Описание модели системы**

#### **2.1.1 Краткие сведения о модуле S в составе ПЛ.**

Модуль S ПЛ управляет системой труб, которая может быть выдвинута над поверхностью воды для забора воздуха. Основные компоненты:

- 1) Воздухозаборник: Это верхняя часть шноркеля, которая выходит на поверхность воды и позволяет забирать воздух. Он обычно имеет защитные решетки для предотвращения попадания воды и мусора.
- 2) Трубопровод: Соединяет воздухозаборник с дизельными двигателями подводной лодки. Этот трубопровод должен быть герметичным, чтобы предотвратить попадание воды в систему.
- 3) Клапаны: В шноркеле установлены специальные клапаны, которые открываются для впуска воздуха и закрываются, когда лодка погружается, чтобы избежать затопления.
- 4) Система управления: Это механизмы и устройства, которые контролируют работу шноркеля, включая его подъем и опускание, а также управление клапанами.

Цель модуля – забор воздуха, необходимого для работы двигателя внутреннего сгорания под водой, а также для пополнения запасов воздуха высокого давления и вентиляции отсеков.

#### **2.1.2 Описание реализованных функций и режимов**

На рисунке 2.1 представлена схема управления шноркелем, а также проверку глубины.

Реализованные функции:

- 1) Блок sEnable, выполняющий функцию подачи команды на поднятие или спуск системы труб для забора воздуха с задержкой выполнения операции в 25 секунд, передавая бинарное значение.
- 2) Блок проверки выполняемого условия: подлодка должна находиться на расстоянии не более 6 метров под уровнем моря, чтобы система вентиляции могла проводить забор воздуха из атмосферы. Блок передает бинарное значение «1», если условие выполняется, иначе «0».
- 3) Блок конъюнкции. Если одно из условий не выполняется, то модуль S передает сигнал «0», означающий, что забор воздуха не производится.

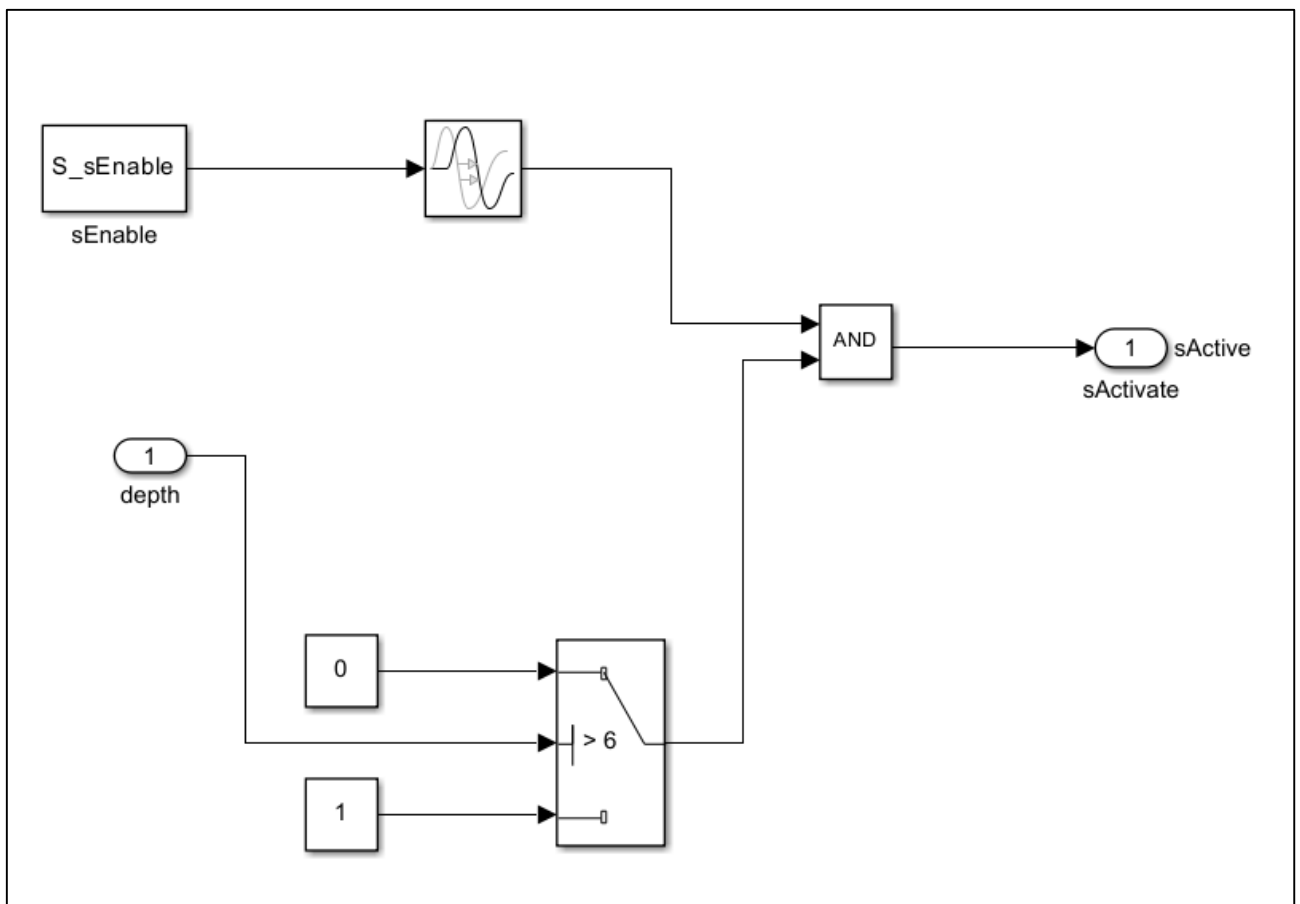


Рисунок 2.1 – Схема S

## 2.2 Перечень взаимодействующих систем

В таблице 2.1 указаны взаимодействия, которые реализованы в настоящем модуле.

Таблица 2.1 – Реализованные взаимодействия

Устройство системы 1	Устройство системы 2	Функция системы 1	Функция системы 2
CP	S	Передаёт	Принимает
S	DE	Передаёт	Принимает
S	V	Передаёт	Принимает

## 2.3 Управление моделью

### 2.3.1 Запуск

- 1) Убедитесь, что у вас установлен MATLAB Simulink (R2024a) и запустите его.
- 2) Откройте модель S MATLAB Simulink. Вы можете открыть его, выбрав команду «Open» в меню «File».
- 3) Проверьте правильность настроек модели. Убедитесь, что вы установили все необходимые параметры модели, такие как размерность времени и частота дискретизации. Это особенно важно для корректного функционирования модели.
- 4) При изменении структурной части, перед запуском модели рекомендуется проверить ее на ошибки и предупреждения. Для этого можно воспользоваться функцией «Check Model» в меню «Model Verification». Это позволит обнаружить потенциальные проблемы, которые могут повлиять на результаты или стабильность модели.

- 5) Нажмите кнопку «Start» или используйте горячую клавишу «Ctrl+T» для начала выполнения модели. MATLAB Simulink начнет вычислять значения переменных в модели и симулировать ее работу.
- 6) Во время выполнения модели вы можете отслеживать значения различных переменных и сигналов, используя инструменты отображения данных, такие как «Scope» или «Display» (необходимо разместить заранее). Это поможет вам анализировать поведение модели и убедиться, что она работает в соответствии с вашими ожиданиями.
- 7) После запуска модели вы можете провести анализ ее результатов, оценить производительность или проверить соответствие модели вашим конкретным требованиям. При необходимости вы можете редактировать модель, изменять ее параметры или добавлять новые блоки для обновления функциональности.

### **2.3.2 Изменение состояний, режимов**

Изменение состояний и режимов в модели S происходят в автоматическом режиме.

Для этого используются блоки, называемые «Constant». Эти блоки связаны с другими компонентами модели для достижения необходимого поведения.

### **2.3.3 Используемые переменные**

В MATLAB Simulink вы можете использовать переменные, чтобы передавать данные и управлять моделью. Вы можете изменять переменные в панели «Model Explorer» или использовать встроенные переменные, такие как время моделирования или частота дискретизации.

В таблице 2.1 указан перечень используемых переменных.



Таблица 2.1 – Используемые переменные

Имя	Начальное значение
S_sEnable	0.0

## 2.4 Результаты тестирования

### 2.4.1 Model Advisor

Model Advisor – это инструмент в MATLAB Simulink, который помогает проводить проверку и анализ моделей для выявления потенциальных проблем и нарушений стандартов проектирования. Этот инструмент осуществляет статический анализ моделей Simulink и автоматически предлагает рекомендации по их улучшению.

#### 2.4.1 О необходимости проведения тестов

- 1) Model Advisor помогает выявлять потенциальные ошибки и проблемы в моделях Simulink. Это может включать в себя нарушение стандартов проектирования, неправильное использование блоков и функций, отсутствие документации и другие важные аспекты моделирования. Рекомендации от Model Advisor помогут исправить эти проблемы и улучшить качество модели.
- 2) Model Advisor предлагает проверку моделей на соответствие различным стандартам и рекомендациям. Например, это может быть проверка соответствия стандартам SafetyISO 26262, MATLAB Style Guidelines и другим. Это особенно полезно для проектов, связанных с разработкой встраиваемых систем, где соблюдение стандартов может быть обязательным требованием.

3) Model Advisor может быть очень полезным инструментом для повышения эффективности разработчика и упрощения процесса проверки моделей. Автоматическое выполнение анализа и предоставление рекомендаций позволяет сэкономить время и уменьшить вероятность допущения ошибок.

Результаты автоматических тестов приведены на рисунке 2.2.

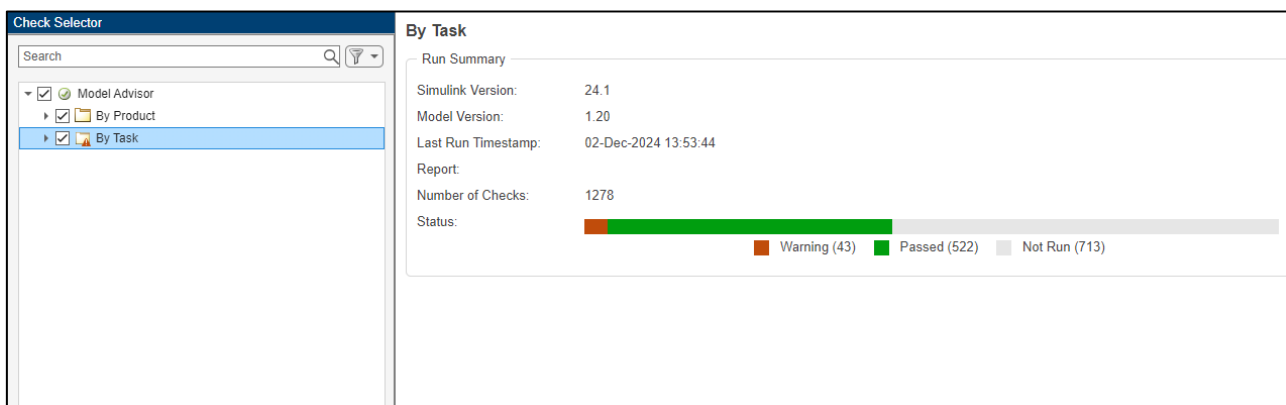


Рисунок 2.2 – Результаты автоматических тестов

Примечание: Многие автоматические тесты работают в режиме TRUE/FALSE, то есть не учитывают частичную оптимизацию, которая применялась в данной модели для сохранения удобочитаемости; а также не учитывают преждевременную оптимизацию, необходимую для сохранения темпа разработки в будущем.

### **3 ВЫВОДЫ**

В процессе выполнения работы была разработана ММ S из состава ММ «ПЛ».

Исходная модель, без искусственного замедления, работает примерно со следующим соотношением: 1 УЕРВ к 2500 УЕМВ.