

**ВОЕННО-КОСМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ А.Ф. МОЖАЙСКОГО**  
**Кафедра информационно-вычислительных систем и сетей**

**УТВЕРЖДАЮ**

ВрИО начальника 24 кафедры

ПОЛКОВНИК

А. Васильев

« 27 » февраля 2023 года

Автор: преподаватель 24 кафедры,  
кандидат технических наук, доцент С. Баглюк

**Тема 4. Оценивание надёжности функционирования ПО**

Лекция № 10

**Основные понятия надёжности программного обеспечения**

по дисциплине

**Надёжность автоматизированных систем**

Обсуждено и одобрено на заседании 24 кафедры  
« 27 » февраля 2023 года протокол № 6

Санкт - Петербург

2023

**Цель занятия:** ознакомить слушателей с основными понятиями надёжности программного обеспечения АС.

## СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ И ВРЕМЯ

Введение	5 мин.
1. Структура ПО	20 мин.
2. Этапы жизненного цикла ПО	20 мин.
3. Источники ошибок ПО	20 мин.
4. Термины и определения надёжности ПО	10 мин.
5. Показатели надёжности программного обеспечения	10 мин.
Заключение	5 мин.

### Введение

Надёжность работы АС следует рассматривать совместно с программным обеспечением как надёжность вычислительного процесса.

## 1. Структура программного обеспечения

### СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В иерархии программного обеспечения (ПО) выделяют следующие уровни:

- **программные модули (ПМ)** – законченные компоненты программ. ПМ решают небольшие функциональные задачи и содержат 100-1000 операторов объектного кода;
- **программы, пакеты прикладных программ (П)** – состоят из единиц или десятков ПМ и решают сложную автономную функциональную задачу, содержат до  $10^4$  операторов объектного кода;
- **комплексы программ (КП)** – завершённый программный продукт определённого целевого назначения, решающий сложные задачи управления и обработки информации.

**Архитектура ПО** – это набор значимых решений по поводу организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов (ПМ) и их интерфейсов, при помощи которых компоуется система, вместе с их поведением, определяемым во взаимодействии между этими элементами, компоновка элементов в постепенно укрупняющиеся подсистемы (П и КП), а также стиль архитектуры который направляет эту организацию – элементы и их интерфейсы, взаимодействия и компоновку.

Пример архитектуры ПО, поддерживающего управление физическим объектом.



На этапе **проектирования** разрабатываются алгоритмы и формируется общая структура ПО.

Все ПО разбивается на ПМ, к которым формулируются специфические требования:

- реализуемые функции,
- размеры,
- время выполнения и др.

Итогом этапа является разработка блок-схемы процесса обработки информации.

Основными задачами исследования надежности на данном этапе являются:

- сравнительный анализ эффективности различных способов обеспечения надежности;
- выбор вариантов, обладающих заданной надежностью при учете реально существующих ограничений по различного рода ресурсам.

На этапе **кодирования** осуществляется преобразование программных спецификаций в операторы языка кодирования. Завершается этап трансляцией разработанного программного модуля в машинный код.

Здесь появляется возможность наблюдения за поведением ПО и проверки выполнения заданных требований по надежности ПО.

На этапе **тестирования** (отладки) осуществляется проверка правильности функционирования разработанного ПО и удовлетворения требованиям его спецификации. В процессе тестирования используются данные, характерные для рабочего режима эксплуатации ПО.

Основными методами исследования надежности ПО на этапе являются методы математической статистики.

На этапе **эксплуатации** осуществляется непосредственное взаимодействие пользователя с ПО и сопровождение программ, целью которого является корректировка и совершенствование ПО.

### **3. Источники ошибок ПО**

На *этапе анализа требований*, предъявляемых к ПО:

- нечеткое понимание целей функционирования ПО заказчиком;
- неадекватность выражения им своих требований;
- недостаточная полнота их представления.

Их называют организационными ошибками.

На *этапе спецификаций*:

- недостаток знаний об описываемых физических процессах и явлениях;
- использование грубых упрощений;

- искажение или неполное представление структуры входной или выходной информации.

На *этапе проектирования* ошибки связаны:

- с несогласованностью выбранных параметров и преобразований с характеристиками внешних устройств;
- с неполной или некачественной взаимной увязкой отдельных частей ПО;
- с неправильным применением математического аппарата численного анализа и приближенных вычислений;
- нарушением правильной последовательности из-за неполного учета свойств управляемых объектов или условий работы с удаленными объектами;
- неадекватным представлением формализованных условий решения проблемы в виде блок-схем, подлежащих программированию.

Такие ошибки называют алгоритмическими.

На *этапе кодирования* появляются программные ошибки, источниками которых являются:

- **технологические ошибки** – нарушения, допускаемые при выполнении отдельных технологических операций (искажение документации, ошибки при наборе текста и т.п.);
- **структурные ошибки** – наличие тупиковых и лишних участков, нарушение правил построения схем вычислительного процесса, неправильное использование переменных, ошибки использования и распределения памяти, нарушение правил построения топологической структуры программы;
- **семантические ошибки** – неправильное применение конструкций входного языка и невыполнение правил взаимосвязи элементов конструкций;
- неправильная организация вычислительного процесса;
- неправильный учет реальных возможностей и ресурсов вычислительных систем, ведущий к нарушениям в обработке информации в реальном масштабе времени.

Из перечисленных источников и причин возникновения ошибок видно, что ненадежность ПО является следствием человеческого фактора.

Поэтому надежность функционирования ПО должна обеспечиваться созданием условий и мер, позволяющих:

- снижать количество допущенных ошибок на ранних этапах разработки ПО,
- устранять обнаруженные при тестировании и отладке,
- не допускать новых ошибок в ходе его эксплуатации (сопровождении).

#### 4. Термины и определения надежности ПО

**Ошибка ПО** – несоответствие результата функционирования ПО на исправном вычислительном средстве истинному результату.

**Отказ ПО** – результат проявления такой ошибки, после появления которой точность вычислений вышла за допустимые пределы. Не все ошибки приводят к отказу функционирования ПО.

**Надежность ПО** – свойство ПО сохранять точность результата вычислений в допустимых пределах в процессе функционирования при заданных условиях, т.е. исходные данные изменяются в заданных диапазонах и вычислительное средство исправно.

**Безотказность ПО** – свойство ПО сохранять работоспособность в условиях, предусмотренных в его спецификации.

**Устойчивость ПО** – свойство ПО безотказно функционировать в условиях, не предусмотренных в его спецификации, а также при наличии аппаратных сбоев. Это понятие предполагает, что допустима некоторая потеря качества при функционировании ПО.

**Эффективность ПО** – свойство ПО в процессе функционирования на вычислительном средстве создавать выходной эффект в соответствии с целевым назначением объекта.

**Восстанавливаемость ПО** определяется затратами времени и труда на устранение отказа из-за проявившейся ошибки в ПО и его последствий.

## **5. Показатели надежности ПО**

Будем рассматривать программные объекты, которые функционируют до первого отказа, т.е. восстановление после отказа не осуществляется.

В условиях, когда процесс отладки закончен, показателями надежности функционирования ПО являются:

- вероятность безотказного функционирования ПО в течение требуемого времени;
- плотность распределения времени до отказа;
- интенсивность отказа ПО;
- среднее время безотказной работы функционирования ПО.

В условиях, когда процесс отладки не закончен, показателями надежности (степени отлаженности) ПО являются:

- распределение числа оставшихся в ПО ошибок по истечении определенного времени отладки и его числовые характеристики;
- распределение времени отладки ПО при условии обеспечения заданной вероятности его безотказного функционирования в дальнейшем.

Иногда на практике в качестве показателя степени отлаженности используется коэффициент степени отлаженности – вероятность того, что

ПО будет функционировать безотказно в соответствии с техническим заданием.

Однако чаще всего используется самый простой показатель – время отладки ПО.

### **Заключение**

Таким образом, сегодня были рассмотрены основные понятия надёжности программного обеспечения АС.

Задание на самостоятельную работу:

- 1) Отработать учебный материал по конспекту лекций.
- 2) Изучить материал рекомендуемой литературы.

\_\_\_\_\_  
С. Баглюк

(воинское звание, подпись, инициал имени, фамилия автора)

« 20» февраля 2023 г.