Учреждение образования

«Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

учреждения образования

«Белорусский государственный университет информатики

и радиоэлектроники»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.А. Рыбак

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_/уч.

**«ВЕРИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ»**

**Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине**

**для специальности**

1-40 04 01 Информатика и технологии программирования

2024 г.

Учебная программа учреждения образования составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-40 04 01-2021 и учебных планов специальности 1-40 04 01 Информатика и технологии программирования.

СОСТАВИТЕЛЬ:

С.В. Снисаренко, старший преподаватель кафедры систем управления учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

**РЕЦЕНЗЕНТЫ**:

Кафедра «Информационные системы и технологии» Белорусского национального технического университета (протокол № 6 от 08.01.2024г.);

А.И. Парамонов, кандидат технических наук, доцент кафедры информационные системы и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» Институт информационных технологий.

РАССМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 6 от 22.01.2024);

Научно-методическим советомучреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа рассчитана на 160 учебных часов (4 з.е.)

План учебной дисциплины в дневной форме получения образования:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код  специальности | Название  специальности | Курс | Семестр | Аудиторных часов  (в соответствии с  учебным планом уо) | | | | Академ. часов на курс. работу | Форма промежуточной  аттестации |
| Всего | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия |
| 1-40 04 01 | Информатика и технологии программирования | 3 | 5 | 80 | 48 | - | 32 | - | экзамен |

План учебной дисциплины в дистанционной форме получения образования:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Код  специальности | Название  специальности | Курс | Семестр | Всего | Количество работ | | | Академ. часов на курс. работу (проект) | Форма  промежуточной аттестации |
| Контрольные работы | Лабораторные занятия | Индивидуальные  практические работы |
| 1-40 04 01 | Информатика и технологии программирования | 3 | 6 | 160 | 2 | - | 1 | - | экзамен |

Место учебной дисциплины.

Дисциплина «Верификация программного обеспечения» входит в модуль «Разработка прикладного программного обеспечения» учебного плана специальности 1-40 04 01 Информатика и технологии программирования, формирует знания, умения и навыки специалиста в области верификации, анализа, планирования, проведения тестовых испытаний и оценки качества прикладного программного обеспечения.

Дисциплина обеспечивает теоретическую и практическую подготовку в области верификации ПО, относится к числу прикладных дисциплин в силу специфики изучаемого материала и занимает важное место в подготовке специалистов по указанной выше специальности. Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения курсов дискретной математики, математической логики и теории алгоритмов, информатики, методов программирования, теории информации и системного анализа. Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении дисциплин, при прохождении практики и в последующей профессиональной деятельности.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Верификация программного обеспечения» заключается в формировании у обучающихся математической культуры и научного мировоззрения; развитии исследовательских умений, аналитических способностей, креативности, необходимых для решения научных и практических задач; развитии познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формировании способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

Цель преподавания учебной дисциплины: получение базовых знаний и навыков, необходимых для обеспечения процесса верификации в жизненном цикле программного обеспечения.

Задачи учебной дисциплины:

изучение основных положений валидации, интеграции, тестирования, верификации ПО;

знакомство с современными методиками верификации программ;

развитие практических навыков в области применения средств поддержки принятия решений на этапе верификации и валидации ПО.

В результате изучения данной учебной дисциплины формируются следующие компетенции:

*специализированные:*

применять современные технологии верификации программного обеспечения для разработки отказоустойчивых программных систем.

В результате изучения учебной дисциплины студент (обучающийся) должен:

*знать:*

базовые принципы формальной верификации ПО;

методы формализации семантики языков программирования;

методы дедуктивной верификации программ;

методы проверки моделей компьютерных систем;

уметь:

проводить верификацию структуры программных модулей и их взаимодействия;

проводить верификацию требований к программному обеспечению;

выполнять разработку тестовых сценариев;

составлять отчеты об ошибках;

проводить отладку и функциональное тестирование Web– ориентированных приложений;

использовать инструментальные средства при верификации, проведении автоматизированного тестирования и отладки программного обеспечения;

*владеть:*

основными методами верификации и тестирования программного обеспечения;

методами оценки качества и надежности программного обеспечения;

навыками самообразования и способами использования приемов и методов верификации и тестирования в процессе разработки программного обеспечения.

## Перечень учебных дисциплин, усвоение которых необходимо

для изучения данной учебной дисциплины.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п.п. | Название учебной дисциплины | Раздел, темы |
| 1. | Дискретная математика | В полном объеме |
| 2. | Математическая логика | В полном объеме |
| 3. | Математический анализ | В полном объеме |
| 4. | Алгоритмы и структуры данных | В полном объеме |
| 5. | Основы алгоритмизации и программирования | В полном объеме |
| 6. | Объектно-ориентированное программирование | В полном объеме |

1. Содержание учебной дисциплины

| №  тем | Наименование  разделов, тем | Содержание тем |
| --- | --- | --- |
| 1 | Введение. Место верификации среди процессов разработки программного обеспечения | Основные понятия. Верификация и валидация. Характеристики качества программного обеспечения. Место и задачи верификации в рамках жизненного цикла программного обеспечения. Связь верификации с другими процессами разработки программ. Верификация различных артефактов жизненного цикла программного обеспечения. Международные стандарты по верификации ПО. |
| 2 | Методы верификации ПО. Методы формальной верификации. Технологии и инструменты проверки моделей программ | Экспертиза. Оценка ПО по Фагану. Другие виды общих экспертиз.  Специализированные методы экспертиз. Методы анализа архитектуры ПО. Статический анализ. Формальные методы верификации. Логико-алгебраические модели. Исполнимые модели. Модели промежуточного типа. Классификация формальных методов. Методы и инструменты дедуктивного анализа. Методы и инструменты проверки моделей. Методы и инструменты проверки согласованности. Динамические методы верификации. Синтетические методы верификации. Инструменты автоматизации тестирования. |
| 3 | Основы тестирования программного кода | Виды и направления тестирования. Тестирование на основе структур кода, на основе выбора входных данных, по потоку управления, по потоку данных, по диаграмме или таблице состояний. Инспекция/аудит кода. Модульное, интеграционное, Е2Е техники тестирования. CI/CD тестирование. Инструменты автоматизации тестирования. Тестовое окружение: драйверы и заглушки, генераторы сигналов (событийно-управляемый код). |
| 4 | Тестирование пользовательского интерфейса | Типы тестов пользовательского интерфейса. Модульное, функциональное, нагрузочное, тестирование безопасности, тестирование рабочего процесса. Инструменты для тестирования пользовательского интерфейса. Тестирование на уровне обмена сообщениями системной архитектуры. Тестирование REST API, веб-службы SOAP с JSON или XML-форматом. |
| 5 | Тестирование программных систем. Уровни процесса тестирования | Типичные сценарии тестирования программных систем. Этапы и уровни тестирования. Тестирование по моменту выполнения. Пирамида тестирования. Уровни автоматизированного тестирования. Тестирование методами черного, белого, серого ящиков. Системное и приемочное тестирование. Регрессионное тестирование. Комбинирование уровней тестирования. |
| 6 | Документация, сопровождающая процессы верификации и тестирования | Документация, создаваемая на различных этапах жизненного цикла. Документация, сопровождающая процессы верификации и тестирования. Стратегия и планы верификации. Тест-требования. Тест-планы. Отчеты о прохождении тестов. Отчеты о покрытии программного кода. Отчеты о проблемах. Трассировочные таблицы. |
| 7 | Процессы верификации при промышленной разработке программных систем. Формальные инспекции | Разработка на основании требований и трассируемость. Проверки моделей на соответствие стандартам. Верификация модели и доказательство корректности алгоритмов. Генерация кода, формальная верификация. Трассируемость между кодом и требованиями низкого уровня. Проверка на соответствие стандартам кодирования. Верификация исполняемого объектного кода. Квалификация инструментов разработки и верификации. |

2. Информационно-методический раздел

2.1. Литература

2.1.1. Основная

1. Синицын, С. В. Верификация ПО. / С. В. Синицын, Н. Ю. Нелютин. – М. : Издательство БИНОМ, 2008. – 368с.
2. Введение в формальные методы верификации программ : учебное пособие / А. С. Камкин. – Москва : МАКС Пресс, 2018. – 272 с.
3. Тестирование программного обеспечения : учебное пособие / С. С. Куликов [и др.]. – Минск : БГУИР, 2019. – 276 с.
4. Куликов, С. С. Тестирование веб-ориентированных приложений : учебно-методическое пособие / С. С. Куликов, Г. В. Данилова. – Минск : БГУИР, 2017. – 100 с.
5. Юзабилити-тестирование программного обеспечения : пособие / М. М. Меженная [и др.]. – Минск : БГУИР, 2017. – 72 с.
6. Тестирование веб-приложений для "чайников" : практикум для начинающих / под ред. В. В. Бахтизина, Г. В. Сечко. – Минск : Транстехника, 2020. – 80 с.
7. Валидация на системном уровне. Высокоуровневое моделирование и управление тестированием / М. Чэнь [и др.] ; пер. с англ. Е. Б. Махияновой ; под ред. А. Н. Ланцева. – Москва : Техносфера, 2014. – 294 с.
8. Пышкин, Е. В. Модульное тестирование программного обеспечения : профессиональный базовый курс с практикой на JUnit / Е. В. Пышкин ; под ред. М. В. Финкова. – Санкт-Петербург : Профессиональная литература : АйТи-Подготовка, 2015. – 240 с.
9. Рэшка, Д. Тестирование программного обеспечения : внедрение, управление и эксплуатация / Д. Рэшка, Э. Дастин, Д. Пол. – Москва : Лори, 2013.

2.1.2. Дополнительная

1. Вигерс, К. Разработка требований к программному обеспечению / К. Вигерс, Д. Битти ; пер. с англ. – 3-е изд., доп. - Санкт-Петербург : BHV, 2019.
2. Данжу, Д. Путь Python. Черный пояс по разработке, масштабированию, тестированию и развертыванию / Д. Данжу. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 256 с.
3. Липаев, В. Тестирование компонентов и комплексов программ : учебник / В. В. Липаев. – Москва : Синтег, 2010. – 270 с.
4. Блэк, Р. Ключевые процессы тестирования / Р. Блэк ; пер. с англ. – Москва : ЛОРИ. 2014. – 566 с.

2.2Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий,

методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования

2.2.1. Операционные системы семейства Windows и Linux.

2.2.2. Инструменты для автоматизации тестирования: Selenium, Apache Jmeter.

2.2.3. Среды разработки на языках программирования: C++, C#, ASP.NET, Java, PHP и др.

2.2.4. Веб-серверы: Apache, IIS.

2.3. Перечень тем практических занятий, их название

Целью практических занятий является закрепление теоретического курса, приобретение навыков решения задач, активизация самостоятельной работы студентов.

| № темы по п.1 | Название  практического  занятия | Содержание | Обеспеченность  по пункту 2.2 |
| --- | --- | --- | --- |
| 2 | Анализ функциональных и эксплуатационных требований к ПО и определение процедуры тестирования | Анализ изложенных в техническом задании функциональных и эксплуатационных требований к ПО с точки зрения их пригодности к верификации. Выбор типов тестирования и разработка плана тестирования требований к ПО. | 2.2.1-2.2.4 |
| 3 | Разработка тест-примеров для тестирования программного кода | Разработка модульных тестов различных видов. Тестирование на основе структур кода, на основе выбора входных данных, по потоку управления, по потоку данных, по диаграмме или таблице состояний. | 2.2.1-2.2.4 |
| 3 | Интеграционное и CI/CD тестирование. Автоматизация тестирования. Оценка покрытия программного кода тестами | Подготовка плана интеграционных тестов, разработка и выполнение тестовых сценариев, фиксация багов, повторное выполнение тестов до успешного завершения интеграции. Настройка тестового окружения, использование заглушек и драйверов. Использование программных инструментов и сервисов для CI/CD тестирования. Создание типичных конвейеров. Определение степени покрытия программного кода тестами. | 2.2.1-2.2.4 |
| 4 | Разработка плана и проведение тестирования пользовательского интерфейса | Разработка тест плана тестирования пользовательского интерфейса. Ручное тестирование. Тестирование верстки. Юзабилити – тестирование. Проведение кроссбраузерного и кроссплатформенного тестирования. Применение различных инструментов для тестирования UI. | 2.2.1-2.2.4 |
| 4 | Тестирование веб-ориентированного приложения | Разработка чек-листа для тестирования веб-ориентированного приложения. Проведение функционального и нефункционального тестирования веб-ориентированного приложения. | 2.2.1-2.2.4 |
| 5 | Автоматизированное тестирование | На основании разработанных тест-планов и чек-листов разработка сценариев и скриптов автоматизированного тестирования с применением инструментов автоматизации тестирования для различных уровней программного обеспечения согласно архитектуре. | 2.2.1-2.2.4 |
| 6 | Документирование процессов верификации и тестирования | Составление матрицы трассируемости. Оценка покрытия требований тестами и избыточного тестирования. Определение связи между задачами на разработку, требованиями и тестовыми артефактами. Документирование тестовых артефактов. | 2.2.1-2.2.4 |
| 6 | Составление отчета о результатах верификации и тестирования | Составление отчета о результатах работ по верификации и тестированию, связанных с одной или более спецификациями сценариев или видов проверки компонентов и программного обеспечения в целом. Работа с бактрекинговой системой. | 2.2.1-2.2.4 |

2.4 Перечень рекомендуемых средств диагностики

результатов учебной деятельности:

Для диагностики результатов учебной деятельности могут использоваться следующие формы:

* 1. Текущий опрос (ТО);
  2. Тест (Т);
  3. Защита отчета по практической работе (ЗПР);
  4. Контрольная работа (КР);
  5. Защита индивидульной практической работы (ИПР).

2.5 Контрольная работа

| № темы по п.1 | Наименование  контрольной работы | Содержание | Обеспеченность  по пункту 2.2 | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1-3 | КР№1. Верификация различных артефактов жизненного цикла программного обеспечения. | Верификация в рамках жизненного цикла ПО. Составление стратегии и планов верификации согласно проекту. Практическое применение различных методов верификации ПО для разных фаз проекта. Применение технологий и инструментов проверки моделей программ. Тестирование программного кода различными методами, применение средств автоматизации тестирования. | 2.2.1-2.2.4 |
| 4-7 | КР№2. Тестирование программных систем | Тестирование пользовательского интерфейса. Разработка и ведение тестовой документации. Реализация уровней процесса тестирования согласно принятому тестовому сценарию. Работа с бактрекинговыми системами. Составление отчета о покрытии программного кода, о проблемах. Составление трассировочных таблиц. Проведение формальной верификации. Проверка на соответствие стандартам кодирования. | 2.2.1-2.2.4 |

2.6 Индивидуальная практическая работа

| №  темы  по п.1 | Наименование  индивидуальной  практической работы | Содержание | Обеспеченность по пункту 2.2 |
| --- | --- | --- | --- |
| 2-6 | Тестирование веб-ориентированного приложения | Разработка тестовых сценариев и чек-листов для различных видов тестирования для веб-ориентированного приложения. Проведение ручного и автоматизированного тестирования. Документирование дефектов. | 2.2.1-2.2.4 |

3.1 Учебно-методическая карта учебной дисциплины в дневной форме получения образования

| Номер раздела,  темы по п.1 | Название раздела, темы | Количество аудиторных часов | | | Самостоятельная работа, часы | Форма  контроля знаний |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ЛК | Лаб. зан. | ПЗ |
| 1 | Введение. Место верификации среди процессов разработки программного обеспечения | 4 |  |  | 15 | Т, ТО |
| 2 | Методы верификации ПО. Методы формальной верификации. Технологии и инструменты проверки моделей программ | 10 |  | 4 | 15 | Т, ТО, ЗПР |
| 3 | Основы тестирования программного кода | 10 |  | 8 | 14 | Т, ТО, ЗПР |
| 4 | Тестирование пользовательского интерфейса | 10 |  | 8 | 10 | Т, ТО, ЗПР |
| 5 | Тестирование программных систем. Уровни процесса тестирования | 4 |  | 4 | 10 | Т, ТО, ЗПР |
| 6 | Документация, сопровождающая процессы верификации и тестирования | 6 |  | 8 | 10 | Т, ТО, ЗПР |
| 7 | Процессы верификации при промышленной разработке программных  систем. Формальные инспекции | 4 |  |  | 6 | Т, ТО |
|  | **Итоговая аттестация** |  |  |  |  | **Экзамен** |
| **Итого** | | **48** | **-** | **32** | **80** |  |

3.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины в дистанционной форме получения образования

| Номер раздела,  темы по п.1 | Название раздела, темы | Количество работ | | | Самостоятельная работа, часы | Форма  контроля знаний |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| КР  № | Лаб. зан. | ИПР  № |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Введение. Место верификации среди процессов разработки программного обеспечения | 1 |  |  | 30 | Т,КР |
| 2 | Методы верификации ПО. Методы формальной верификации. Технологии и инструменты проверки моделей программ | 1 |  | 1 | 30 | Т,КР, ИПР |
| 3 | Основы тестирования программного кода | 1 |  | 1 | 20 | Т,КР, ИПР |
| 4 | Тестирование пользовательского интерфейса | 2 |  | 1 | 20 | Т,КР, ИПР |
| 5 | Тестирование программных систем. Уровни процесса тестирования | 2 |  | 1 | 20 | Т,КР, ИПР |
| 6 | Документация, сопровождающая процессы верификации и тестирования | 2 |  | 1 | 20 | Т,КР, ИПР |
| 7 | Процессы верификации при промышленной разработке программных систем. Формальные инспекции | 2 |  |  | 20 | Т,КР |
|  | **Итоговая аттестация** |  |  |  |  | **Экзамен** |
| **Итого** | | **2** | **-** | **1** | **160** |  |

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ

УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Код и наименование специальности | Выпускающая кафедра | Предложения об изменениях в содержании по изучаемой учебной дисциплине | Подпись заведующего выпускающей кафедрой с указанием номера протокола и даты заседания кафедры |
| 1-40 04 01 Информатика  и технологии  программирования | Кафедра  информатики | Нет | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  С.И. Сиротко  Протокол № 6  от 22.01.2024 |

|  |  |
| --- | --- |
| И. о. заведующего кафедрой информатики | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.И. Сиротко |