

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Вычислительная и прикладная математика»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические основы верификации ПО»

Направление подготовки – 09.04.04 Программная инженерия

ОПОП академической магистратуры

«Программно-алгоритмическое обеспечение систем искусственного интеллекта»

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Форма обучения – очная (2 года)

Рязань 2023 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень компетенций (планируемых результатов освоения образовательной программы), выявленных в матрице компетенций, представлен в таблице 1 рабочей программы дисциплины совместно с планируемыми результатами обучения по дисциплине, а также в таблице 1 фонда оценочных средств (раздел 2) с указанием этапов (семестров) их освоения.

Результаты обучения вносят свой вклад в формирование различных компетенций, предусмотренных образовательной программой. В свою очередь, компетенции на разных уровнях категорий «знать», «уметь», «владеть» формируются модулями (разделами) дисциплины, а также различными дисциплинами образовательной программы.

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Фонд оценочных средств (ФОС) предусматривает:

- описание комплекса **показателей** – дескрипторов освоения компетенций в виде результатов обучения, которые студент может продемонстрировать (таблица 1). Для контроля достижения каждого из них предусмотрены оценочные средства в виде вопросов, заданий и т.д.;
- обозначение **критериев** – правил принятия решения по оценке достигнутых результатов обучения и сформированности компетенций.

Критерии оценивания промежуточной аттестации согласно Положению о промежуточной аттестации студентов РГРТУ:

- оценки «отлично» заслуживает обучающийся, продемонстрировавший всестороннее, систематическое и глубокое понимание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответивший не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины;
- оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, продемонстрировавший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполнивший предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавший систематический характер знаний по дисциплине, ответивший на все вопросы билета, но допустивший при этом не принципиальные ошибки;
- оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, продемонстрировавший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустивший погрешность в ответе на вопросы билета, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;
- оценки «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, продемонстрировавший серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустивший принципиальные ошибки в ответах на вопросы билета и дополнительные вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закрепленных за данной дисциплиной);
- оценки «зачтено» заслуживает обучающийся, продемонстрировавший полное знание материала изученной дисциплины, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета или допустившему погрешность в ответе на вопросы, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;
- оценки «не зачтено» заслуживает обучающийся, продемонстрировавший серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, не ответивший на все вопросы билета и дополнительные вопросы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закрепленных за данной дисциплиной).

Показатели достижения планируемых результатов обучения и критерии их оценивания на разных уровнях формирования компетенций приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели достижения индикаторов компетенции

Формируемые компетенции (код и наименование компетенции)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование индикатора)	Результаты обучения (знания, умения)	Этап	Наименование оценочного средства
ПК-1. Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта	ПК-1.1. Исследует и разрабатывает архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей	ПК-1.1. 3-1. Знает архитектурные принципы построения систем искусственного интеллекта, методы декомпозиции основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования ПК-1.1. У-1. Умеет выстраивать архитектуру системы искусственного интеллекта, осуществлять декомпозицию основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования	1	Рубежные контроли

Критерии оценки результатов обучения для различных видов контрольных мероприятий приведены в таблице:

Критерии оценивания на лекциях
Критерии оценивания на лабораторных работах
Критерии оценивания на рубежном контроле
<i>От 45 до 50 баллов:</i> студент ответил на вопросы полностью правильно; логично, четко и ясно излагает ответы на поставленные вопросы; ответ носит самостоятельный характер; студент выполнил и защитил лабораторные работы в полном объеме.
<i>От 38 до 44 баллов:</i> при ответах на вопросы студент допустил отдельные неточности (несущественные ошибки); ответы отличаются меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; однако допущенные ошибки исправляются самим студентом после дополнительных вопросов; студент выполнил и защитил лабораторные работы в полном объеме.
<i>От 30 до 37 баллов:</i> ошибки; при аргументации ответов не применяет теоретические знания для объяснения допущенных ошибок, в целом ответы отличаются низким уровнем самостоятельности; студент выполнил и защитил лабораторные работы в полном объеме.
<i>От 0 до 29 баллов:</i> студент не ответил на вопросы; в ответах допускает ошибки в определении основных понятий; беспорядочно и неуверенно излагает материал; студент выполнил и защитил лабораторные работы не в полном объеме.

Использование показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования совместно со шкалой балльно-рейтинговой системы позволяет формировать результаты обучения по модулям.

Оценка результатов обучения

Неделя	Номер и название модуля	Формы контроля	Баллы (мин/ макс)
1 семестр			
5	1. Теория формальной верификации ПО	Рубежный контроль	30/50
		ИТОГО	30/50
9	2. Языки и системы верификации моделей ПО	Рубежный контроль	30/50
		ИТОГО	30/50
		ИТОГО за семестр	60/100

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ФОС по дисциплине содержит следующие оценочные средства, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций при текущем контроле и промежуточной аттестации, разбитые по модулям дисциплины:

- примеры типовых вопросов для защиты лабораторных работ;
- перечень вопросов и комплект билетов к зачету;
- комплекты заданий рубежных контролей.

Средства для оценки различных уровней формирования компетенций по категориям «знать», «уметь», «владеть» обеспечивают реализацию основных принципов контроля, таких, как объективность и независимость, практико-ориентированность, междисциплинарность.

С учетом этого, контрольные вопросы (задания, задачи,) входящие в ФОС, для различных категорий и уровней освоения компетенций имеют следующий вид:

Уровень ЗНАТЬ

Дескрипторы	Пример задания из оценочного средства
Знает архитектурные принципы построения систем искусственного интеллекта, методы декомпозиции основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования	Продемонстрировать использование алгоритма верификации CTL-формул на структуре Крипке.

Уровень УМЕТЬ

Дескрипторы	Пример задания из оценочного средства
Умеет выстраивать архитектуру системы искусственного интеллекта, осуществлять декомпозицию основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования	Продемонстрировать реализацию алгоритма блокировки и его верификацию.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

4.1. Примеры методических материалов, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Рубежный контроль	Средство проверки освоения уровней «знать», «уметь» компетенций ФГОС 3++	Комплекты билетов рубежных контролей

Комплект билетов к рубежному контролю № 1

Билет № 1

- Примеры
1. Понятие верификации программного обеспечения. Классификация методов верификации. Конкретных способов, программные реализации в каждом из классов.
 2. Синтаксис CTL и LTL формул. Общий алгоритм верификации LTL-формул.

Билет № 2

1. Определение временной логики. Временные диаграммы отношений F,G,U,X.
2. Определение структуры Крипке. Алгоритм верификации CTL-формул на структуре Крипке.

Билет № 3

1. Интерливинг. Асинхронная композиция процессов.
2. Архитектура SPIN.

Комплект билетов к рубежному контролю № 2

Билет № 1

- функций CTL-формул.
1. Рекурсивные определения CTL-формул. Алгоритмы построения характеристических функций CTL-формул.
 2. Модель мьютекса на promela.

Билет № 2

1. Операторы языка promela. Средства проверки корректности работы модели: assert и never.
2. Бинарные решающие деревья. Бинарные решающие диаграммы. Алгоритм построения бинарной решающей диаграммы по бинарному решающему дереву.

Билет № 3

1. Как выполняется симуляция в SPIN? Как выполняется верификация в SPIN?
2. Бинарные решающие диаграммы. Редуцированные упорядоченные бинарные решающие диаграммы.

Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа Л1.1. Верификация распределенных блокировок.
Цель работы.

Продemonстрировать реализацию алгоритма блокировки и его верификацию.

Задания:

1. Дать определение верификации программного обеспечения
2. Показать классификацию методов верификации. Привести примеры конкретных способов, программные реализации в каждом из классов
3. Дать определение временной логики.

Лабораторная работа Л1.2 Автомат Бьюхи и автомат программы.

Цель работы.

Продemonстрировать реализацию метода описания модели сетевого протокола.

Задания:

1. Дать определение автомата Бьюхи.
2. Описать синтаксис CTL и LTL формул.
3. Представить временные диаграммы отношений F, G, U, X.

Лабораторная работа Л1.3 Моделирования сети и ошибок в верифицируемых моделях.

Цель работы.

Исследование LTL-формулы.

Задания:

1. Дать определение структуры Крипке.
2. Продemonстрировать использование алгоритма верификации CTL-формул на структуре Крипке.
3. Продemonстрировать использование алгоритма верификации LTL-формул.

Лабораторная работа Л2.1 Языки описания формальных систем и их связь с математическими моделями верификации ПО.

Цель работы.

Исследование методов верификации.

Задания:

1. Продemonстрировать асинхронную композицию процессов.
2. Показать алгоритм построения бинарной решающей диаграммы по бинарному решающему дереву.
3. Объяснить архитектуру SPIN.

Лабораторная работа Л2.2 Битовое хеширование и частичное уменьшение порядков.

Цель работы.

Изучение «проблемы двух генералов» и «проблемы волнового окна».

Задания:

1. Продemonстрировать использование LTL-формулы для описания свойств реального мира.
2. Построить автомат для FGp или GFp формулы.
3. Продemonстрировать использование системы верификации Spin.

Лабораторная работа Л2.3 Язык Promela и системы верификации Spin.

Цель работы.

Оценка верификации, когда проверка выполняется в произвольном месте функционирования процесса на основе модели взаимодействия процессов в spin.

Задания:

1. Promela – описать краткий синтаксис (процессы, типы данных, обмен сообщениями через каналы) синтаксис LTL-формул, асинхронные процессы, assert, never.
2. Продemonстрировать редуцированные упорядоченные бинарные решающие диаграммы.
3. Дать рекурсивные определения CTL-формул.

Лабораторная работа Л2.4 Модели и критерии корректности для спецификаций сетевых протоколов и параллельных алгоритмов.

Цель работы.

Исследование критерия корректности для спецификаций сетевых протоколов и параллельных алгоритмов.

Задания:

1. Алгоритмы построения характеристических функций CTL-формул.
2. Как выполняется симуляция в SPIN? Как выполняется верификация в SPIN?
3. Средства проверки корректности работы модели: assert и never.

4.2. Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, формы и организация текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль и промежуточная аттестация студентов в университете ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов РГРТУ им. В.Ф. Уткина.

Текущий контроль успеваемости

Дисциплина делится на 2 модуля. Каждый модуль учебной дисциплины включает в себя изучение законченного раздела, части дисциплины.

Основными видами контроля знаний, умений и навыков в течение каждого модуля учебной дисциплины являются рубежные контроли и работа на семинарах.

Текущий контроль по модулю учебной дисциплины осуществляется по графику учебного процесса. Сроки контрольных мероприятий (КМ) и сроки подведения итогов по модулям учебной дисциплины отображаются в рабочих учебных планах на семестр (отрезках). Студент должен выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные в модуле учебной дисциплины к указанному сроку, после чего преподаватель проставляет балльные оценки, набранные студентом по результатам текущего контроля модуля учебной дисциплины в ЭУ.

Контрольное мероприятие считается выполненным, если за него студент получил оценку в баллах, не ниже минимальной оценки, установленной программой дисциплины по данному мероприятию.

Студенты, не сдавшие контрольное мероприятие в установленный срок, продолжают работать над ним в соответствии с порядком, принятым кафедрой.

Промежуточная аттестация

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

Зачет

В рамках рейтинговой системы контроля успеваемости студентов, зачет по дисциплине формируется набором в течение семестра, предусмотренной в программе дисциплины, суммы баллов, при выполнении им всех контрольных мероприятий.

Дифференцированный зачет

Зачеты по курсовому проекту проходят в форме дифференцированного зачета с проставлением в зачетной ведомости оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно». Зачет по курсовому проекту проставляется по результатам защиты студентами курсового проекта перед комиссией, назначенной кафедрой.

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов РГРТУ им. В.Ф. Уткина.

Методика оценки по рейтингу

Студент, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на экзамене, дифференцированном зачете	Оценка на зачете
85 – 100	отлично	Зачтено
71 – 84	хорошо	
60 – 70	удовлетворительно	
0 – 59	неудовлетворительно	Не зачтено

Рейтинг студента по дисциплине за семестр определяется как сумма баллов, полученных им за все модули учебной дисциплины, и баллов за промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов за дисциплину в семестре устанавливается равным 100.