



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Чайковский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Кафедра автоматизации, информационных и инженерных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Исполняющий обязанности
директора, заместитель директора
по учебной работе ЧФ ПНИПУ
_____ Н. М. Куликов

«07» 09 2020 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Моделирование систем»**

основной профессиональной образовательной программы высшего образования –
программы академического бакалавриата

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Моделирование систем»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) образовательной программы:	Автоматизированные системы обработки информации и управления
Квалификация выпускника:	«бакалавр»
Выпускающая кафедра:	кафедра автоматизации, информационных и инженерных технологий
Форма обучения:	очная
Курс: 3 Семестр: 6	
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
Виды промежуточного контроля:	
Экзамен:	6 семестр.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Моделирование систем». Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6 семестр учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении лабораторных, практических работ и сдаче экзамена. Виды контроля сведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВЫ)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный			Итоговый Экзамен
	С	ТО	ОЛР	ОПР	Т/КР	
Усвоенные знания						
З.1 знать основные принципы моделирования	С	ТО	-	-	Т	ТВ
З.2 знать методы имитационного моделирования	С	ТО	ОЛР 3-6	ОПР 1,7	Т	ТВ
З.3 знать методику модельного эксперимента	С	ТО	ОЛР	ОПР	Т	ТВ
З.4 знать современные языки моделирования, их возможности, тенденции их развития	С	ТО	ОЛР	ОПР	Т	ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь строить несложные модели систем			ОЛР 3-6	ОПР 1,2,5-7		ПЗ
У.2 уметь планировать модельный эксперимент			ОЛР	ОПР		ПЗ
У.3 уметь интерпретировать результаты модельного эксперимента			ОЛР	ОПР		ПЗ

Приобретенные владения						
В.1 владеть технологией моделирования и методами исследования систем средствами моделирования			ОЛР	ОПР		ПЗ
В.2 владеть методами анализа, синтеза и оптимизации систем средствами моделирования			ОЛР	ОПР		ПЗ
В.3 владеть методами и приёмами повышения точности моделирования			ОЛР	ОПР		ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; ОЛР – отчет по лабораторной работе; ОПР – отчет по практической работе; Т – рубежное тестирование; ТВ – теоретический вопрос экзамена; ПЗ – практическое задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в ЧФ ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д. Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;
- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме опроса и анализа усвоения материала предыдущей лекции, собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений проводится в форме защиты лабораторных и практических работ.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных частей компетенций, приобретаемых при выполнении лабораторных работ описаны в документе «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по основной профессиональной образовательной программе бакалавриата. Общая часть», пункт 4.

Методические предписания к выполнению лабораторных работ и фонды типовых заданий на лабораторные работы включены в состав УМКД на правах отдельных документов. Примеры типовых заданий на лабораторные работы представлены в Приложении 1 данного документа.

2.2.2. Защита практических работ

Всего запланировано 7 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных частей компетенций, приобретаемых при выполнении практических работ описаны в документе «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по основной профессиональной образовательной программе бакалавриата. Общая часть», пункт 4.

Методические предписания к выполнению практических работ и фонды типовых заданий на практические работы включены в состав УМКД на правах отдельных документов. Примеры типовых заданий на практические работы представлены в Приложении 2 данного документа.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных, практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в форме экзамена.

Экзамен по дисциплине «Моделирование систем» проводится по экзаменационным билетам, в устной форме. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса (для проверки усвоения знаний) и одну задачу (для

проверки освоенных умений). Уровень приобретенных владений оценивается по результатам выполнения и защиты лабораторных и практических работ. Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

Форма билета для экзамена представлена в Приложении 3.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Понятие о моделировании. Объект и модель. Виды моделирования.
2. Понятие имитационного моделирования. Примеры моделирования детерминированного и стохастического объектов.
3. Понятие сложной системы. Характерные признаки сложных систем.
4. Основные этапы построения имитационной модели.
5. Типы математических схем.
6. Принципы построения математического описания системы.
7. Построение регрессионных моделей. Линейная одномерная модель. Оценка точности.
8. Множественная линейная регрессионная модель. Оценка точности.
9. Нелинейные регрессионные модели. Полиномиальная регрессионная модель. Оценка точности.
10. Нелинейные регрессионные модели. Мультипликативная регрессионная модель. Оценка точности.
11. Нелинейные регрессионные модели. Обратная регрессионная модель. Оценка точности.
12. Марковские случайные процессы. Моделирование марковских случайных процессов с дискретным временем. Пример.
13. Моделирование случайных процессов. Принципы построения моделирующих алгоритмов. Принцип Δt .
14. Принцип особых состояний. Моделирование одновременно происходящих потоков случайных событий.
15. Системы массового обслуживания. Моделирование одноканальной СМО с отказами.
16. Моделирование многоканальной СМО с отказами.
17. Моделирование одноканальной СМО с ограниченной очередью.
18. Средства имитационного моделирования.
19. Вычисление сложных функций статистическими методами. Метод Монте-Карло.
20. Применение статистического моделирования для оценки надежности работы системы. Пример.
21. Применение статистического моделирования при исследовании производства по показателям ритмичности материально-технического снабжения. Пример.
22. Генераторы (датчики) случайных величин. Стандартные случайные числа.
23. Алгоритмические датчики случайных чисел.
24. Проверка качества работы датчиков случайных чисел.
25. Моделирование единичного случайного события и полной группы несовместных случайных событий.

26. Получение случайных величин с заданным законом распределения в статистическом моделировании.
27. Получение случайных величин с равномерным законом распределения, с нормальным законом распределения.
28. Моделирование потоков случайных событий в виде случайных потоков.
29. Моделирование простейшего потока случайных событий. Пример.
30. Методы планирования экспериментов.
31. Стратегическое планирование машинных экспериментов с моделями.
32. Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями.
33. Фиксация и обработка результатов статистического моделирования. Структуры моделирующих алгоритмов.
34. Принятие решений и моделирование. Концептуальная модель. Способы ее улучшения.

Практическое задание для контроля освоенных умений может быть предложено по следующим темам:

1. Построение регрессионной модели.
2. Построение модели марковского случайного процесса с дискретным временем.
3. Построение модели марковского случайного процесса с непрерывным временем.
4. Оценка надежности работы системы.
5. Моделирование работы СМО.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Критерии и показатели экзамена, критерии оценивания уровня сформированности дисциплинарных компетенций описаны в документе «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по основной профессиональной образовательной программе бакалавриата. Общая часть», пункт 5.3.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты

контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в документе «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по основной профессиональной образовательной программе бакалавриата. Общая часть», пункт 5.3.2.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в документе «Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по основной профессиональной образовательной программе бакалавриата. Общая часть», пункт 5.3.

Типовые задания на лабораторные работы для проверки умений и владений

Лабораторная работа 1. Датчики и генераторы случайных величин.

Создать алгоритмический датчик случайных чисел. Вывести последовательность квазислучайных чисел.

Лабораторная работа 2. Проверка датчика случайных чисел.

Провести проверку последовательности чисел (по результатам лабораторной работы № 1) на равномерность, независимость и стохастичность. Построить функцию плотности распределения случайных чисел в виде гистограммы.

Лабораторная работа 3. Моделирование случайных событий и законов распределения. Моделирование процесса производства.

Смоделировать процесс производства и потребления.

Материал A поступает в цех раз в сутки в начале рабочего дня в количестве k . Суточное потребление материала Q – величина случайная, распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием m_Q и среднеквадратичным отклонением δ_Q . Определить вероятность возникновения дефицита в цехе, если в начале месяца запас материала A в цехе – $Z_0 = k/2$.

Смоделировать три варианта: $k < m_Q$, $k > m_Q$, $k = m_Q$. Объяснить результаты.

Ответить на дополнительный вопрос:

Вариант 1: Самый ранний день возникновения дефицита.

Лабораторная работа 4. Моделирование одноканальной СМО с ожиданием.

1. Грузовики, пребывающие на обслуживание в порт, образуют одноканальную очередь. Их прибытие распределено по равномерному закону, через $2 \pm 0,5$ часа. Время погрузки/разгрузки распределено по нормальному закону с параметрами $m_x = 1,8$ часа; $\sigma_x = 1$. Определить:

- вероятность того, что в порту нет грузовиков;
- максимальное число грузовиков в очереди;
- среднее время ожидания;
- вероятность того, что прибывающему грузовику не придется ждать обслуживания.

Смоделировать работу порта в течение месяца. Как отразится на результатах увеличение среднего времени погрузки/разгрузки до 2,2 часа? Проанализировать результаты.

Лабораторная работа 5. Моделирование одноканальной СМО с буфером конечной емкости.

1. Автоматическая мойка для автомобилей имеет только один моечный бокс. В час прибывает в среднем 5 автомобилей, которые могут ожидать обслуживания на стоянке, вмещающей 4 автомобиля. Среднее время мойки автомобиля – 12 мин. Определить следующие величины:

- количество подъезжавших к автомойке машин;
- количество машин, уехавших в поисках другой автомойки;

- вероятность, что прибывшая машина сразу поступает на мойку;
- вероятность того, что машина уедет в поисках другой автомойки;
- среднее время ожидания машины в очереди.

Смоделировать работу автомойки в течение 10 десятичасовых рабочих дней.

Лабораторные работы 6. Моделирование многоканальной СМО с ожиданием.

1. Firma занимается срочной доставкой грузов и имеет 5 машин, работающих круглосуточно. В среднем в час поступает $\lambda=4$ заявки. Среднее время перевозки грузов $T_{\text{обс}}=1$ час. Если количество заказов, ожидающих обслуживания, становится равным 10, то фирма прекращает прием заявок до тех пор, пока очередь не уменьшится. Требуется оценить характеристики работы фирмы.

Типовые задания на практические работы для проверки умений и владений

Практическая работа 1. Моделирование детерминированных процессов.

Построить имитационную модель для заданной системы. Необходимо предусмотреть ввод всех исходных данных с клавиатуры.

В детском саду установлен бассейн объемом V . Известно, что в бассейн вода поступает по двум трубам пропускной способностью V_1 и V_2 литров в минуту соответственно. Как только объем воды в бассейне превышает значение V_{max} , открывается труба для слива воды, пропуская V_3 литров в минуту. Как только объем воды в бассейне падает ниже V_{min} , сливная труба закрывается. Детей в бассейн запускают при минимальном объеме воды. При этом дети создают дополнительный объем $V_{дет}$.

Смоделировать работу бассейна в течение времени T_k . Определить:

- через сколько времени после включения воды запускают детей в бассейн;
- сколько раз за время моделирования открывалась сливная труба и на какое время.

Практическая работа 2. Разработка модели типа «черный ящик». Статические регрессионные модели.

По заданным статистическим данным определить входные и выходные параметры. Построить математическую модель зависимости выхода от входа. Проверить приемлемость полученной модели. При выполнении необходимых расчетов и построений рекомендуется использовать табличный процессор Microsoft Excel.

1. По результатам статистики были получены следующие данные зависимости стоимости эксплуатации самолета от его возраста:

Возраст самолета (лет)	1	2	3	4	6
Стоимость эксплуатации (млн. руб.)	2	4	5	8	10

Предложите описание и найдите коэффициенты модели. Оцените погрешность.

Практическая работа 3. Вычисление функции методом Монте-Карло.

Вычислить определенный интеграл двумя способами: методом Монте-Карло и используя математические методы. Сравнить результаты.

$$\int_0^2 (5x^3 + 6) dx$$

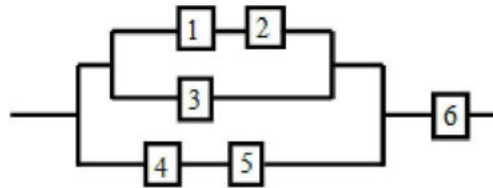
Практическая работа 4. Вычисление площади фигуры методом Монте-Карло.

Определите методом Монте-Карло площадь пятиугольника с координатами углов - (0,0), (0,10), (5,20), (10,10), (7,0). Сравните результат, полученный методом статистического моделирования, и аналитический результат.

Практическая работа 5. Моделирование схем расчета надежности систем.

Определить функцию плотности распределения времени наработки на отказ для заданной системы. Определить, сколько раз каждый элемент был первым отказавшим в системе и «виновником» отказа всей системы.

N	Распределение времени работы элемента до отказа	Параметры распределения
1	Нормальное	$t_{cp} = 1600$ час; $\sigma = 50$ час
2	Равномерное	$t_{cp} = 4000 \pm 1000$ час
3	Нормальное	$t_{cp} = 1400$ час; $\sigma = 70$ час
4	Равномерное	$t_{cp} = 3000 \pm 1000$ час
5	Нормальное	$t_{cp} = 1800$ час; $\sigma = 50$ час
6	Равномерное	$t_{cp} = 5000 \pm 1000$ час



Практическая работа 6. Моделирование марковских случайных процессов с дискретным временем.

с дискретным временем.

1. Робот может находиться в одном из 4 состояний - ориентирование манипулятора, захват детали, потеря детали, укладка детали в гнездо. Определите среднее количество тактов, требуемое для проведения всей комплексной операции. Вероятности переходов из i -го состояния в j -ое заданы в матрице:

$$P = \begin{vmatrix} 0,7 & 0,2 & 0,1 & 0 \\ 0,7 & 0 & 0,1 & 0,2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Практическая работа 7. Моделирование многоканальной СМО с отказами.

Расчет статистических характеристик.

1. Имеется станция связи с тремя каналами, интенсивность потока заявок $\lambda=1,5$ (заявки в минуту); среднее время обслуживания одной заявки 2 мин. Определить характеристики эффективности СМО с отказами.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Понятие о моделировании. Объект и модель. Виды моделирования.
(контроль знаний)

2. Фиксация и обработка результатов статистического моделирования.
Структуры моделирующих алгоритмов.
(контроль знаний)

3. Определить вид системы. Предложить метод моделирования. Построить алгоритм.
Известны: интенсивность прихода заявок λ , интенсивность обслуживания канала μ и время работы системы T_k . Определить:
 - вероятность того, что в системе нет заявок;
 - максимальное число заявок в очереди;
 - вероятность того, что заявке не придется ждать обслуживания.*(контроль умений)*