

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Университет «Дубна»
(филиал «Протвино» государственного университета «Дубна»)

Кафедра «Информационные технологии»

УТВЕРЖДАЮ
Директор

_____ А.А. Евсиков

« 19 » мая 2025г.

Рабочая программа дисциплины

Теория вычислительных процессов

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки
**09.03.01 – «Информатика и вычислительная
техника»**

код, наименование

Уровень высшего образования
бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) образовательной программы
**«Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизирован-
ных систем»**

Форма обучения
очная, заочная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2025 г.

Автор программы:

Питухин П.В., доцент, к.ф.-м.н., кафедра «Информационные технологии»

(подпись)

Программа составлена в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего образования и учебным планом по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Информационные технологии»

Протокол заседания № 10 от « 14 » мая 2025 г.

Заведующий кафедрой _____ / Черновёрская В.В./
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Рецензент:

Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)	4
3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)	4
5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	6
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий ..	7
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)	9
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения	9
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	10
10 Ресурсное обеспечение	18
11 Язык преподавания	20

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Теория вычислительных процессов» является приобретение студентами знаний в области теории вычислительных процессов, умение их использовать при проектировании вычислительных систем. «Теория вычислительных процессов» – это дисциплина, изучающая проблемы и направления развития теории вычислительных процессов, новых способах их формального описания и верификации; основные тенденции развития способов задания семантики программ, их формальной спецификации и верификации; методы построения схем программ; методы оптимизации программ; методы верификации программ; модели вычислительных процессов; методы моделирования систем на основе сетей Петри.

В ходе достижения цели решаются следующие основные задачи:

- Изучить историю развития теории вычислительных процессов за рубежом и в России.
- Изучить основные классы схем программ, используемых при конструировании языков программирования.
- Освоить формальные модели основных вычислительных процессов и структур.
- Освоить методы управления процессами и их синхронизации.
- Изучить методы анализа структур и процессов.
- Овладеть навыками применения математических моделей и методов для анализа, расчета и оптимизации детерминированных и случайных процессов; навыками формализованного описания поставленных задач.

2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- автоматизированные системы обработки информации и управления;
- программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем (программы, программные комплексы и системы).

3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ОД.7 «Теория вычислительных процессов» относится к вариативной части дисциплин по выбору блока дисциплин.

Перечень курсов, на которых базируется данная дисциплина: “Программирование на языке высокого уровня” и “Структуры и алгоритмы обработки данных”, “Дискретная математика”. Также студенты должны обладать навыками, знаниями, умениями и компетенциями, полученными в ходе изучения данных дисциплин.

Список дисциплин, для изучения которых необходимы знания данного курса: «Человеко-машинное взаимодействие», «Технология разработки программного обеспечения», «Системы промышленной автоматизации». Входящие компетенции: ПК-1, ПК-2.

Освоение материала дисциплины позволит студенту быть подготовленным к подготовке и защите выпускной квалификационной работы и последующей профессиональной деятельности.

4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения) (последний – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ПК-3 - способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности</i>	<i>Знать</i> – Математические основы теоретического программирования. – Семантические и синтаксические свойства языков программирования. – Теоретические основы схематологии программ. – Основные классы схем программ, используемых при конструировании языков программирования. <i>Уметь *)</i> – Использовать формальные модели основных вычислительных процессов и структур. – Применять методы управления процессами и их синхронизации. – Применять математические модели и методы для анализа, расчета и оптимизации детерминированных и случайных процессов. <i>Владеть *)</i> – Методами верификации программ. – Методами анализа структур и схем программ – Методами проектирования взаимодействующих процессов при выполнении программ – Методами анализа структур и схем программ – Редактирование программного кода
<i>ОПК-3 - способность разрабатывать бизнес-планы и технические задания на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием</i>	<i>Знать</i> роль теоретического программирования в области информационных технологий; создавать архитектуры сложных проектов <i>Владеть *)</i> навыками создания сложных проектов, включающих в себя взаимодействие подсистем реализованных на различных языках программирования в различных программных средах; навыками использования языков программирования высокого уровня; навыками создания сложных проектов, включающих в себя взаимодействие подсистем реализованных на различных языках программирования в различных программных средах.

*) результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:

- «Программист» №4 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 декабря 2013 г. № 679н);
- «Руководитель разработки программного обеспечения» №190 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 17 сентября 2014 г. № 645н);
- «Руководитель разработки программного обеспечения» №190 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 17 сентября 2014 г. № 645н)

5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых:

34 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем¹:

17 часов – лекционные занятия;

17 часа – практические занятия.

_____ часов – мероприятия текущего контроля успеваемости²;

0 часов – мероприятия промежуточной аттестации⁴ (зачёт),

38 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

² В скобках необходимо сделать уточнение, если мероприятия текущего контроля успеваемости и (или) промежуточной аттестации (например, зачет, дифференцированный зачет) проводятся в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:											
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них ³									Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них		
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
VII семестр													
Введение в предмет. Назначение и содержание курса. Основные определения. История теоретического программирования		2		2						4		12	12
Семантическая теория программ. Эффективная вычислимость. Семантика языка программирования. Методы формального определения семантики. Атрибутивные грамматики. Операционная семантика.		2		2						4			
Теория конечных автоматов. Основы теории конечных автоматов. Автоматное преобразование информации. Основные понятия и определения. Интерпретация автоматов. Основные проблемы абстрактной теории автоматов. Способы задания конечных автоматов.		2		2						4			
Теория схем программ. Методы формальной спецификации и верификации. Универсальные алгоритмические модели вычислительных процессов. Понятие схемы программ. Класс стандартных схем программ. Графовая, линейная формы стандартной схемы. Интерпретация стандартных схем. Протокол выполнения программы. Главные свойства стандартных схем. Схемы Янова. Рекурсивные схемы.		2		2						4			
Теоретические основы сетей Петри. Моделирование дискретных процессов и ЛСУ сетями Петри. Введение в теорию комплектов. Структура сети Петри. Графы сетей		2		2						4		12	12

³ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

Петри. Двойственная и инверсная к заданной сети Петри. Маркировка сетей Петри. Правила выполнения сетей Петри. Пространство состояний сети Петри.													
Анализ сетей Петри. Модифицированные модели сетей Петри. Основные свойства сетей Петри: безопасность, ограниченность, сохранение. Тупики и активность переходов. Достижимость и покрываемость. Дерево достижимости. Алгоритм построения дерева достижимости. Использование дерева достижимости для анализа сетей Петри на безопасность, ограниченность, сохранение и покрываемость. Матричные уравнения сетей Петри.		2		2						4		14	14
Параллельные взаимодействующие вычислительные процессы. Критические интервалы. Взаимное исключение. Средства синхронизации и связи. Блокировка памяти. Семафоры Дейкстры. Мьютексы. Задача «поставщик/потребитель». Задача «читатели/писатели». Мониторы Хоара.		2		2						4			
Проблема тупиков и методы борьбы с ними. Понятие тупиковой ситуации. Повторно используемые и потребляемые ресурсы. Модель Холта. Причины возникновения тупиковых ситуаций. Формальные модели для изучения проблемы тупиковых ситуаций: сети Петри, вычислительные схемы, модели пространства состояний системы.		2		2						4			
Методы доказательства правильности программ. Верификация программ. Метод индуктивных утверждений. Правила верификации Хоара. Анализ завершения последовательных программ. Метод счетчиков.		1		1						2			
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u> (указывается форма проведения)**	27 ⁴	X									X		
Итого		17		17						34		38	38

*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

** Промежуточная аттестация может проходить как в традиционных формах (зачет, экзамен), так и в иных формах: балльно-рейтинговая система, защита портфолио, комплексный экзамен, включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины (модуля)).

⁴ Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Методические указания к практическим занятиям

Решение практических задач разделяется по темам, определённым в таблице раздела 6.

1. Семантика языков программирования. Эффективная вычислимость. Задачи по машине Тьюринга.
2. Задание конечных автоматов. Решение задач по теории автоматов.
3. Составление графов переходов при спецификации и анализе параллельных программ
Регистры накопления
4. Понятие стандартных схем программ. Составление протоколов решения и задание интерпретаций.
5. Составление блок-схем программ. Решение задач.
6. Сети Петри. Граф сети Петри. Решение задач на создание сетей Петри.
7. Анализ сетей Петри. Решение задач на построение дерева достижимости и составления матричных уравнений в сетях Петри.
8. Параллельные взаимодействующие вычислительные процессы. Решение задач по типу «поставщик/потребитель», «читатели/писатели».
9. Проблема тупиков в сетях Петри. Решение задач на обнаружение тупиков.
10. Анализ завершения последовательных программ.
11. Решение задач с использованием метода Флойда и метода счетчиков

Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий

Использование программ, разработанных студентами Университета для решения задач по машине Тьюринга и сетям Петри. При отсутствии разработанных программ использовать программы из Интернет.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее

№ п/п	№ раздела дисциплины	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость
1	2,3	ПР-2.1. Решение задач по машине Тьюринга и с конечными автоматами.	12
2	4	ПР-2.2. Решение задач по. составлению блок-схем программ и выделению стандартных схем программ	12
2	5-8	ПР-2.3. Задание на самостоятельное создание графов сетей Петри. Решение задач на создание сетей Петри, построение дерева достижимости и составления матричных уравнений	14

8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

Перечень обязательных видов учебной работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;
- выполнение устных сообщений
- выполнение самостоятельных работ по заданиям преподавателя

9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально 70 баллов. Итоговой формой контроля в семестре является зачет. На зачёте студент может набрать максимально 30 баллов.

В течение семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	20
2	Контрольные работы (ПР-2.1, ПР-2.2, ПР-2.3)	32 (10+10+12)
3	Аудиторные занятия (посещение)	18
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к зачёту.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать зачёт.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к зачёту.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к зачёту
в том числе:	
61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

График выполнения самостоятельных работ студентами в семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2.1		ВЗ				33											
ПР-2.2							ВЗ				33						
ПР-2.3												ВЗ				33	

ВЗ – выдача задания

33 – защита задания

Компетенция ОПК-3 - способность разрабатывать бизнес-планы и технические задания на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием.⁵

код и формулировка компетенции

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *	Уровень освоения компетенции **)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
Код 35 (ОПК-3) Знать: математические основы теоретического программирования; семантические и синтаксические свойства языков программирования; теоретические основы схематологии программ; основные классы схем программ, используемых при конструировании языков программирования	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает математические основы теоретического программирования; семантические и синтаксические свойства языков программирования; теоретические основы схематологии программ; основные классы схем программ, используемых при конструировании языков программирования. Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает математические основы теоретического программирования; семантические и синтаксические свойства языков программирования; теоретические основы схематологии программ; основные классы схем программ, используемых при конструировании языков программирования. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает математические основы теоретического программирования; семантические и синтаксические свойства языков программирования; теоретические основы схематологии программ; основные классы схем программ, используемых при конструировании языков программирования. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание математических основ теоретического программирования; семантических и синтаксических свойств языков программирования; теоретических основ схематологии программ; основных классы схем программ, используемых при конструировании языков программирования. Не допускает ошибок.	Устное собеседование
У5 (ОПК-3) Уметь: использовать формальные модели основных	I - пороговый	Отсутствие умений	Демонстрирует частичное умение использовать формальные модели основ-	Демонстрирует удовлетворительное умение использовать формальные модели	Демонстрирует достаточно устойчивое умение использовать формальные модели	Демонстрирует устойчивое умение использовать формальные модели ос-	Выполнение практического задания

⁵ Данная таблица заполняется по каждой компетенции, формирование которой предусмотрено рабочей программой дисциплины (модуля), отдельно.

вычислительных процессов и структур; применять методы управления процессами и их синхронизации; применять математические модели и методы для анализа, расчета и оптимизации детерминированных и случайных процессов			ных вычислительных процессов и структур; применять методы управления процессами и их синхронизации; применять математические модели и методы для анализа, расчета и оптимизации детерминированных и случайных процессов. Допускает множественные грубые ошибки.	основных вычислительных процессов и структур; применять методы управления процессами и их синхронизации; применять математические модели и методы для анализа, расчета и оптимизации детерминированных и случайных процессов. Допускает достаточно серьезные ошибки.	основных вычислительных процессов и структур; применять методы управления процессами и их синхронизации; применять математические модели и методы для анализа, расчета и оптимизации детерминированных и случайных процессов. Допускает отдельные негрубые ошибки.	новых вычислительных процессов и структур; применять методы управления процессами и их синхронизации; применять математические модели и методы для анализа, расчета и оптимизации детерминированных и случайных процессов. Не допускает ошибок.	
<i>B5 (ОПК-3)</i> Владеть: методами верификации программ; методами анализа структур и схем программ; методами проектирования взаимодействующих процессов при выполнении программ; методами анализа структур и схем программ	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет или демонстрирует низкий уровень владения методами верификации программ; методами анализа структур и схем программ; методами проектирования взаимодействующих процессов при выполнении программ; методами анализа структур и схем программ. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения методами верификации программ; методами анализа структур и схем программ; методами проектирования взаимодействующих процессов при выполнении программ; методами анализа структур и схем программ. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень владения методами верификации программ; методами анализа структур и схем программ; методами проектирования взаимодействующих процессов при выполнении программ; методами анализа структур и схем программ. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивый уровень владения методами верификации программ; методами анализа структур и схем программ; методами проектирования взаимодействующих процессов при выполнении программ; методами анализа структур и схем программ. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение практического задания</i>

Список вопросов к зачёту

1. Что такое синтаксис и семантика?
2. Назовите универсальные модели вычислительных процессов.
3. Что такое эффективная вычислимость?
4. Что такое спецификация программы?
5. Перечислите методы формальной спецификации.
6. Сформулируйте теорему Райса.
7. Что такое автоматное преобразование информации?
8. Дать определение конечному автомату.
9. Дать определение эквивалентности конечных автоматов.
10. Какой автомат называется сильно связанным?
11. Какой автомат называется автономным?
12. Какой автомат называется частичным?
13. Чем отличается автомат Мура от автомата Милли?
14. Как задаются конечные автоматы?
15. Как с помощью моделей конечных автоматов специфицируются протоколы и интерфейсы?
16. Как используются модели конечных автоматов при спецификации и анализе параллельных процессов и программ?
17. Почему модель сети Петри предпочтительней описания конечным автоматом?
18. В каких областях науки и техники сети Петри являются идеальным инструментом для моделирования?
19. Как в сетях Петри моделируются одновременность и конфликт?
20. Как в сетях Петри моделируются события и условия этих событий?
21. Составить блок-схему программы и интерпретировать её сетью Петри.
22. Почему при переводе блок-схемы программы в сеть Петри узлы блок-схемы заменяются на переходы, а дуги блок-схемы на позиции сети Петри?
23. Как представляются текущая инструкция программы в сети Петри?
24. Как моделируется операции FORK и JOIN в сетях Петри?
25. Изобразите моделирование структуры PARBEGIN S1, S2, ... Sn PAREND в сети Петри.
26. Изобразите схему взаимного исключения при обращении к критическому ресурсу в сетях Петри.
27. Изобразите схему моделирования P-V операций над семафором S с помощью сети Петри.
28. Какие возможности сетей Петри используются при моделировании логических систем управления?
29. Каким требованиям должна удовлетворять математическая модель дискретного процесса?
30. Изобразите с помощью сети Петри модель гибкого производственного модуля.
31. Какие преимущества даёт сеть Петри при проектировании циклических СУ?
32. Из каких этапов состоит методика проектирования логических СУ при использовании сетей Петри?
33. Изобразите функционирование цикловых СУ в автоматическом режиме с помощью сетей Петри.
34. Составьте сеть Петри для циклического автомата с учетом прерываний.
35. Изобразите сеть Петри для тактового режима работы циклического автомата.
36. Дайте определение автоматной сети Петри.
37. Составьте сеть Петри для циклического автомата с учетом прерываний и наладочного режима.
38. Какая позиция и какая сеть Петри называются безопасными?
39. Какая позиция и какая сеть Петри называются K-ограниченными?

40. Какая сеть Петри называется строго сохраняющей?
41. Дайте определение сети Петри сохраняющей по отношению к вектору взвешивания w .
42. Что такое пассивный переход и тупик в сети Петри?
43. В чем заключается задача достижимости для сети Петри?
44. В чем заключается задача покрываемости сети Петри?
45. Что такое дерево достижимости сети Петри?
46. Что такое терминальная вершина в дереве достижимости?
47. Что такое дублирующая вершина в дереве достижимости?
48. Дайте определение безопасности и ограниченности с помощью дерева достижимости.
49. В чем заключаются недостатки матричного метода анализа сетей Петри?
50. Назовите основные подклассы сетей Петри и их основные свойства.
51. Дайте определение автоматной сети Петри и маркированного графа.
52. Дайте определение сети Петри со свободным выбором.
53. Перечислите основные типы расширений сетей Петри
54. Какие логические операции могут быть реализованы переходами со сдерживающими дугами.
55. Дайте определение и приведите пример графа UCLA.
56. Преобразуйте заданную сеть Петри в граф UCLA и наоборот.
57. Изложите основные принципы преобразования графа UCLA в эквивалентную сеть Петри.

Варианты контрольных работ (ПР-2.1)

Задание на решение задач по машине Тьюринга и с конечными автоматами.
Сконструировать машину Тьюринга для решения следующих задач, учитывая, что

- В задачах рассматриваются только целые неотрицательные числа, если не сказано иное.
- Под «единичной» системой счисления понимается запись неотрицательного целого числа с помощью палочек – должно быть выписано столько палочек, какова величина числа; например: $2 \rightarrow ||$, $5 \rightarrow |||||$, $0 \rightarrow$ <пустое слово>.

1. $A = \{a, b, c\}$. Приписать слева к слову P символ b ($P \rightarrow bP$).
2. $A = \{a, b, c\}$. Приписать справа к слову P символы bc ($P \rightarrow Pbc$).
3. $A = \{a, b, c\}$. Заменить на a каждый второй символ в слове P .
4. $A = \{a, b, c\}$. Оставить в слове P только первый символ (пустое слово не менять).
5. $A = \{a, b, c\}$. Оставить в слове P только последний символ (пустое слово не менять).
6. $A = \{a, b, c\}$. Определить, является ли P словом ab . Ответ (выходное слово): слово ab , если является, или пустое слово иначе.
7. $A = \{a, b, c\}$. Определить, входит ли в слово P символ a . Ответ: слово из одного символа a (да, входит) или пустое слово (нет).
8. $A = \{a, b, c\}$. Если в слово P не входит символ a , то заменить в P все символы b на c , иначе в качестве ответа выдать слово из одного символа a .
9. $A = \{a, b, 0, 1\}$. Определить, является ли слово P идентификатором (непустым словом, начинающимся с буквы). Ответ: слово a (да) или пустое слово (нет).
10. $A = \{a, b, 0, 1\}$. Определить, является ли слово P записью числа в двоичной системе счисления (непустым словом, состоящем только из цифр 0 и 1). Ответ: слово 1 (да) или слово 0 .
11. $A = \{0, 1\}$. Считая непустое слово P записью двоичного числа, удалить из него незначащие нули, если такие есть.
12. $A = \{0, 1\}$. Для непустого слова P определить, является ли оно записью степени двойки ($1, 2, 4, 8, \dots$) в двоичной системе счисления. Ответ: слово 1 (является) или слово 0 .
13. $A = \{0, 1, 2, 3\}$. Считая непустое слово P записью числа в четверичной системе счисления, определить, является ли оно чётным числом или нет. Ответ: 1 (да) или 0 .

14. $A=\{0,1\}$. Считая непустое слово P записью числа в двоичной системе, получить двоичное число, равное учетверенному числу P (например: $101 \rightarrow 10100$).
15. $A=\{0,1\}$. Считая непустое слово P записью числа в двоичной системе, получить двоичное число, равное неполному частному от деления числа P на 2 (например: $1011 \rightarrow 101$).

Варианты контрольных работ (ПР-2.2)

Задание на решение задач по составлению блок-схем программ и выделению стандартных схем программ. Составить блок-схемы для следующих программ:

1. Написать программу расчёта комбинаторных коэффициентов и составить для неё блок-схему.
2. Используя рекурсивную функцию написать расчёт числа π и составить для неё блок-схему.
3. Используя рекурсивную функцию написать расчёт числа e и составить для неё блок-схему.
4. Используя рекурсивную функцию написать расчёт факториала и составить для неё блок-схему.
5. Составить блок-схему и написать программу расчёта тригонометрической функции $\sin(a)$, используя представление в виде ряда.
6. Составить блок-схему и написать программу расчёта тригонометрической функции $\cos(a)$, используя представление в виде ряда..
7. Составить блок-схему и написать программу расчёта тригонометрической функции $\operatorname{tg}(a)$, используя представление в виде ряда..
8. Составить блок-схему и написать программу расчёта тригонометрической функции $\operatorname{ctg}(a)$, используя представление в виде ряда..
9. $A=\{a,b\}$. Удвоить каждый символ слова P (например: $bab \rightarrow bbaabb$).
10. $A=\{a,b\}$. Перевернуть слово P (например: $abb \rightarrow bba$).
11. $A=\{0,1\}$. Считая непустое слово P записью двоичного числа, получить это же число, но в четверичной системе. (Замечание: учесть, что в двоичном числе может быть нечётное количество цифр.)
12. $A=\{0,1,2,3\}$. Считая непустое слово P записью числа в четверичной системе счисления, получить запись этого числа в двоичной системе.
13. $A=\{0,1,2\}$. Считая непустое слово P записью положительного числа в троичной системе счисления, уменьшить это число на 1.
14. $A=\{ | \}$. Считая слово P записью числа в единичной системе счисления, получить запись этого числа в троичной системе. (Рекомендация: следует в цикле удалять из «единичного» числа по палочке и каждый раз прибавлять 1 к троичному числу, которое вначале положить равным 0.)
15. $A=\{0,1,2\}$. Считая непустое слово P записью числа в троичной системе счисления, получить запись этого числа в единичной системе.

Варианты контрольных работ (ПР-2.3)

Задание на создание графов сетей Петри. Решение задач на создание сетей Петри, построение дерева достижимости и составления матричных уравнений. Даны описания действий, которые выполняются в некоторой системе. По ним требуется построить сеть Петри, определить ее свойства (живость, ограниченность и т.д.), построить граф достижимости. Варианты заданий приведены ниже.

1. Начальник отдела H_0 выдал задание, согласно которому необходимо подготовить два документа D_1 и D_2 , при этом D_1 заполняется в отделе S_1 , а D_2 подписывается в отделе S_2 . Если документ D_2 подписан, то он передается чиновнику H_1 . Чиновник H_1 на основании данных из документа D_2 подписывает D_1 , а также передает указания подчиненному H_2 , который выполняет некоторую работу. Подписанный документ D_2 передается в подраз-

деление S_3 для исполнения. После того, как H_2 и подразделение S_3 закончат работы, составляется акт D_3 , который передается начальнику H_0 .

2. Директор подразделения S_1 выдал задание, в результате которого следует: разослать договора D_1 , D_2 и D_3 на предприятия P_1 , P_2 и P_3 соответственно. Если предприятия P_1 и P_3 подписывают договора, то составляется техническое задание на выполнение работ D_1 . После подписания договора D_2 составляется и согласовывается техническое задание D_3 . Оба технических задания следует подписать в отделе S_2 . Если задания подписаны, то об этом сообщается директору, и задания передаются на исполнение в подразделения S_2 и S_3 . По завершении работ подразделениями составляется акт, который подписывается на предприятиях P_1 , P_2 и P_3 , и передается директору.
3. Директор подразделения S_1 выдал задание, в результате которого следует: разослать договора D_1 , D_2 и D_3 на предприятия P_1 , P_2 и P_3 соответственно. Договора подписываются на предприятиях. Если подписаны договора с предприятиями P_1 и P_2 , то они незамедлительно передаются на исполнение в соответствующие подразделения S_1 и S_2 предприятий, в противном случае производится доклад директору. Если подписан договор D_3 с предприятием P_3 , то он передается на исполнение подразделению S_3 . В противном случае – заключается аналогичный договор с предприятием P_1 . По завершении работ составляется акт, который передается на подпись директору. После этого весь процесс считается завершенным.
4. Предприятие P_1 заключило договора D_1 и D_2 с предприятиями P_2 и P_3 . При этом продукция предприятия P_2 является одной из составляющих продукции предприятия P_3 . Если предприятие P_3 изготовило продукцию, то она отправляется заказчику и составляется соответствующий акт, который подписывается у директора. Копия акта передается на предприятие P_1 , что свидетельствует об окончании работ. После этого составляется новый договор и т.д.
5. Директор предприятия P_1 выдал указание, в результате которого следует: разослать документы D_1 , D_2 и D_3 соответственно в инспекции S_2 и S_3 и на предприятие P_2 . Если в инспекциях получены лицензии, то об этом сообщается директору, а также на предприятие P_2 и ожидается ответ от предприятия P_2 . Если предприятие P_2 выдает согласие на заключение договора, то составляется пакет бумаг D_1 , который передается на предприятие P_2 для подписания. Часть бумаг возвращается на предприятие P_1 и передается на исполнение. После выполнения работ составляется акт, который подписывается на обоих предприятиях. После этого заключается новый договор и т.д.
6. Директор предприятия выдал указание, в результате которого следует: разослать договора D_1 и D_2 на предприятия P_1 и P_2 соответственно и одновременно с этим передать указание подразделению S_1 на оформление соответствующего пакета бумаг D_3 . Если какого-либо договор не подписан, то об этом сообщается директору и работа считается завершенной. Если подписаны оба договора, то оформляется техническое задание, которое вместе с документами D_3 передается в подразделение S_1 на исполнение. После выполнения работ составляется акт, который подписывается и передается в подразделение S_2 . В S_2 оформляется новый акт, подписываемый директором. Если директор подписал акт, то он передается на подпись представителям предприятий P_1 и P_2 одновременно, в противном случае – передается на доработку в предприятие S_1 . После подписания акта предприятиями P_1 и P_2 рассылаются новые договора и т.д.
7. Директор предприятия выдал указание, согласно которому следует: заключить договора D_1 и D_2 с предприятиями P_1 и P_2 соответственно. Если договор с P_2 подписан, он передается на исполнение в подразделение S_1 . Для исполнения договора с P_2 необходимо, чтобы был подписан соответствующий договор и с P_1 . После выполнения каждой из работ, предусмотренных договорами D_1 и D_2 , составляются акты, которые передаются директору и (копии) в бухгалтерию. После этого заключаются новые договора с теми же предприятиями на тех же условиях

8. Предприятие П₁ заключает договора Д₂ и Д₃ с предприятиями П₂ и П₃ соответственно на выполнение определенных работ. При этом, для завершения работ по договору Д₃ необходимо, чтобы был завершен договор Д₂ и подписан соответствующий акт о передаче продукции на предприятие П₃. После этого завершается второй этап работ на предприятии П₃, составляется акт и продукция передается на предприятие П₁. Копия акта передается в бухгалтерию П₁ для оплаты. После того, как договора оплачены, а акты подписаны, предприятие П₁ снова заключает договора с предприятиями П₂ и П₃ и т.д.
9. Директор предприятия П₁ заключил договора Д₂, Д₃ и Д₄ с предприятиями П₂, П₃ и П₄ соответственно на выполнение определенных работ. При этом, если работы по договору Д₂, заканчиваются, то продукция передается на предприятие П₃ и составляется акт. Предприятие П₃ производит доработку и настройку продукции П₂, а также сборку с элементами, поставляемыми предприятием П₄. После выполнения всех работ на П₃ составляется акт. Если все акты подписаны, они передаются в бухгалтерию для оплаты работ, а также директору, после чего снова заключаются договора
10. Предприятие П₁ заключило договора с предприятиями П₂, П₃, П₄ и П₅ на совместное производство продукции. При этом предприятие П₁ поставляет сырье для данных предприятий, предприятия П₂ и П₃ производят комплектующие для подразделения S₁ предприятия П₁, а предприятия П₄ и П₅ – комплектующие для подразделения S₂ предприятия П₁. Продукция подразделений S₁ и S₂ передается на склад, а затем в сборочный цех S₃. Если комплектующие на складе заканчиваются, то выдается указание складу сырья на поставку очередной партии на предприятия, с которыми заключены договора и т.д
11. Предприятие П₁ заключило договора с предприятиями П₂, П₃ и П₄ на совместное производство продукции. При этом сырье поставляется предприятием П₁ на все предприятия. Предприятие П₂ изготавливает комплектующие первого типа и отгружает на склад предприятия П₁. Предприятия П₃ и П₄ передают свою продукцию в подразделение S₁ предприятия П₁ для сборки и тестирования. Протестированные комплектующие передаются также на склад предприятия П₁. Подразделение S₂ предприятия П₁ забирает комплектующие со склада, собирает готовую продукцию и отгружает потребителям, после чего передается указание складу сырья на отгрузку новой партии сырья на предприятия-подрядчики.
12. Предприятие П₁ заключило договора с предприятиями П₂, П₃, П₄ и П₅ на совместное производство продукции. При этом сырье поставляется предприятием П₁ на предприятия П₂, П₃ и П₄. Часть продукции П₄ идет на склад предприятия П₁. Оставшаяся часть вместе с продукцией предприятий П₂ и П₃ поступает на сборку на предприятие П₅. Предприятие П₅ выполняет сборку готовой продукции и отгружает ее на склад П₁. При переполнении склада происходит отправка партии товара потребителям и передача указаний складу сырья на отгрузку и т.д
13. Предприятие П₁ со своего склада S₁ отгружает партии сырья на предприятия П₂, П₃ и П₄. При этом предприятия П₂ и П₃ занимаются сборкой продукции, а П₄ производством упаковки. На предприятиях П₂ и П₃ сырье поступает на склады, после чего перерабатывается и отгружается на склады готовой продукции S₂ и S₃ соответственно. Предприятие П₁ производит сборку готовой продукции из комплектующих со складов S₂ и S₃, после чего производит тестирование и отгрузку потребителю в упаковке, полученной с предприятия П₄. После отгрузки выдается распоряжение на поставку новой партии сырья предприятиям и т.д
14. Начальник цеха Н₀ выдал задание, согласно которому необходимо в отделе S₁ подготовить документ Д₁, а в отделе S₂ - документ Д₂. Подготовленные документы скрепляются и передаются чиновнику Н₁, который их подписывает и передает указания подчиненному Н₂, который выполняет некоторую работу. Подписанные документы одновременно передаются в подразделение S₃ для исполнения
15. Тема по согласованию с преподавателем.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

10 Ресурсное обеспечение

• Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Кузнецов, А. С. Теория вычислительных процессов : учебник / А. С. Кузнецов, Р. Ю. Царев, А. Н. Князьков. - Красноярск : СФУ, 2015. - 184 с. - ISBN 978-5-7638-3193-1. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com" [сайт]. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/549796> (дата обращения: 09.04.2021). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Гагарина, Л. Г. Введение в теорию алгоритмических языков и компиляторов: учеб. пособие / Л.Г. Гагарина, Е.В. Кокорева. - Москва : ИД ФОРУМ, 2018. - 176 с.: ил.; . - (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0404-6. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com" [сайт]. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/265617> (дата обращения: 09.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Барский, А. Б. Планирование виртуальных вычислений: Учебное пособие / Барский А.Б. - Москва :ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 200 с. (Высшее образование) ISBN 978-5-8199-0655-2. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com" [сайт]. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/545303> (дата обращения: 06.05.2021). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Дополнительная учебная литература

1. Аттетков, А. В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. - 270 с.: ил.; - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-103309-8. - Текст : электронный // ЭБС "Znanium.com" [сайт]. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1002733> (дата обращения: 14.04.2021). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Егоров, Д.Л. Теория вычислительных процессов и структур : учебное пособие / Д.Л. Егоров; - Казань : КНИТУ, 2018. - 92 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-2378-0 - Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн" [сайт] . - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500683> (дата обращения: 09.04.2021). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением [Электронный ресурс] / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва : Логос, 2011. - 424 с: ил. (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com" [сайт]. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/469213> (дата обращения: 27.04.2021). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
4. Сдвижков, О. А. Практикум по методам оптимизации: Практикум / Сдвижков О.А. - М.:Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2020. - 231 с. - ISBN 978-5-16-101355-7. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com" [сайт]. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1036460> (дата обращения: 14.04.2021). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

• Периодические издания

1. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. академик РАН Моисеев Е.И. – М.: ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова – Журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1977 году. – ISSN 0137-0782. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8373
2. Дискретный анализ и исследование операций: научный журнал / Учредители: Сибирское отделение РАН, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН; гл. ред. В.Л. Береснев. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1994 году. - ISSN 1560-7542. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25528
3. Программные продукты и системы: международный научно-практический журнал / Учредитель: Куприянов В.П.; гл. ред. Савин Г.И. - Тверь: Центрпрограммсистем. – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1988 году. – ISSN: 0236-235X. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <http://swsys.ru/>
4. Информационные технологии и вычислительные системы: научный журнал / Учредитель Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН; гл. ред. Попков Ю.С. - М.: ФГУ Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН. – Журнал выходит 2 раза в полуг. – Основан в 1995 г. - ISSN 2071-8632. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8746
5. Открытые системы СУБД / Учредитель: ООО «Издательство «Открытые системы»; гл. ред. Д. Волков. – М.: Издательство «Открытые системы». – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1993 году. – ISSN: 1028-7493. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <https://www.osp.ru/os/archive>

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
3. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. <https://scholar.google.ru/>
4. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>
5. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>.
2. Образовательный математический сайт <http://exponenta.ru>
3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>
4. Сайт РАН Институт Вычислительной математики. <http://www.inm.ras.ru/>
5. Проект Инициативного Народного Фронта Образования - ИНФО-проект. Школа программирования Coding Craft <http://codingcraft.ru/>.
6. Портал Life-prog <http://life-prog.ru/>.
7. OpenNet www.opennet.ru.
8. Алгоритмы, методы, программы algolist.manual.ru.
9. Сервер министерства высшего образования www.informika.ru.

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open office, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс (15 ПК): ул. Северный проезд, д.9, к. 303 (собственность)

11 Язык преподавания

Русский