ДОКТОРСКА ПРОГРАМА
„КОМПЮТЪРНИ НАУКИ – ТЕОРИЯ НА ЕЗИЦИТЕ ЗА ПРОГРАМИРАНЕ И ФОРМАЛНИ МЕТОДИ"

Професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки

КОНСПЕКТ

за кандидатдокторантски изпит

Пояснение: *Конкурсният изпит е писмен и устен. Конспектът за изпита включва две части – обща част (общи въпроси от областта на информатиката) и специализирана част (въпроси от конкретното направление). На писмения изпит се дават два въпроса – по един от общата и специализираната част на конспекта – и задача. Устният изпит е събеседване по въпросите от конспекта.*

Част 1. Общи въпроси от областта на информатиката

1. Алгоритми. Формално и неформално определение. Свойства на алгоритмите. Детерминирани и недетерминирани алгоритми. Сложност и оптималност на алгоритмите. Изчислимост, P и NP класове от задачи.
2. Обектно-ориентирано програмиране. Класове и обекти. Методи и съобщения. Наследяване. Полиморфизъм. Статично и динамично свързване. Шаблони за проектиране.
3. Структури от данни (СД). Определение. Класификация на структурите от данни. Линейни списъци (ЛС) от общ вид. Рекурсивни операции с ЛС. СД стек и опашка. Сортирани ЛС. Хеш таблици.
4. Дървовидни и графови структури от данни. Кореново дърво и кореново двоично дърво за търсене. Хетерогенни дървета. Насочен и ненасочен граф. Схеми за обхождане в ширина и дълбочина.
5. Функционално програмиране. Основни конструкции в езиците за функционално програмиране. Дефиниране и използване на функции. Функции от по-висок ред. Модели на оценяване на изрази.
6. Логическо програмиране. Основни понятия: термове, предикати, Хорнови клаузи. Унификация. Метод на резолюцията. Програмиране чрез рекурсивно дефинирани релации. Дефиниране на крайни и безкрайни генератори.
7. Крайни автомати. Регулярни изрази. Стекови автомати. Контекстно-свободни граматики.
8. Изчислителни модели. Машина на Тюринг. Машини с неограничени регистри. Предаване на параметри по име и по стойност. Операционна семантика.
9. Бази от данни (БД). Системи за управление на бази от данни (СУБД). Релационни и NoSQL решения.
10. Език за структурирани заявки SQL. SQL операции.

Част 2. Въпроси от областта „Теория на езиците за програмиране и формални методи"

1. Предикатно смятане от първи ред: език, термове, формули. Свободни и свързани променливи, субституция. Интерпретация на термове и формули. Модели. Закони на де Морган. Пренексна нормална форма. Аритметична йерархия.
2. Интерпретатори и компилатори: основни принципи. Фази на синтактичния анализ: токенизатор и парсер. LL(1) и LR(1) граматики. Подходи за синтактичен анализ отгоре-надолу (top-down) и отдолу-нагоре (bottom-up). Абстрактно синтактично дърво (АСД): построяване, оценяване, трансформации.
3. Основи на теория на изчислимостта. Частично-рекурсивни функции: дефиниция и основни свойства. Първа и втора теорема за рекурсията. Разрешими и полуразрешими множества.
4. Машини с неограничени регистри. Области на Скот. Монотонни и непрекъснати оператори. Теорема за неподвижната точка на Кнастер-Тарски. Денотационна семантика при предаване на параметри по стойност и по име.
5. Индуктивно дефинирани алгебрични структури. Дефиниране на функции над алгебрични структури със структурна рекурсия. Доказване на свойства над алгебрични структури със структурна индукция. Генерични алгебрични структури с типови параметри. Примери за алгебрични типове: естествени числа, списъци, дървета.
6. Формална верификация на процедурни програми с логика на Хоар. Предусловие и следусловие. Доказване на свойства на цикли чрез инвариант. Доказване на терминиране на циклични процеси с използване на варианти. Примери.

7. Ламбда смятане: синтаксис, субституция. Бета редукция и нормална форма. Представяне на числа, булеви стойности и наредени двойки. Конфлуентност. Стратегии за редукция.
8. Програмиране чрез предаване на продължения (continuation-passing style). Предимства и недостатъци. Приложения. Оператор call/cc за извикване с текущото продължение.
9. Функтори, апликативни функтори и монади. Функторни и монадни закони. Примери. Приложения.

Литература към Част 1

A1. Abelson, H, G. Sussman, *Structure and Interpretation of Computer Programs* (2nd ed.). MIT Press, 1996.
A2. Cormen, T., C. Leiserson, R. Rivest, *Introduction to Algorithms*. MIT Press, 2022.
A3. Hopcroft, J., R. Motwani, J. Ullman, *Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation*, second ed., Addison-Wesley, 2001.
A4. Азълов, П., *Бази от данни. Релационен и обектен подход*. Техника, София, 1991.
A5. Манев, К., *Увод в дискретната математика*. Издателство на НБУ, София, I изд. 1996, II изд. 1998.
A6. Нишева, М., П. Павлов, *Функционално програмиране на езика Scheme*. София, 2004.
A7. Сосков, И., А. Дичев, *Теория на програмите*. УИ "Св. Климент Охридски", София, 1996.
A8. Тодорова, М., *Езици за функционално и логическо програмиране*, първа част – функционално програмиране, преработено и допълнено издание, Сиела, София, 2010.
A9. Тодорова М., *Езици за функционално и логическо програмиране*, втора част – логическо програмиране, Сиела, 2004.
A10. Тодорова, М., *Обектно-ориентирано програмиране на базата на C++*. Сиела, София, 2011.
A11. Тодорова, М., *Структури от данни и програмиране на C++*. Сиела, София, 2011.
A12. Шишков, Д. и др., *Структури от данни*. Интеграл, Добрич, 1995.

Допълнителна литература към Част 2

B1. Манна, З. *Математическа теория на информатиката*, „Наука и изкуство", 1983.
B2. Aho A., M. Lam, R. Sethi, J. Ullman, *Compilers: principles, techniques and tools*, 2 ed., Pearson Education, 2007.
B3. Barwise, J. *Handbook of Mathematical Logic*, Elsevier, 1982.
B4. Cooper, K. D., L. Torczon, *Engineering a compiler*, 2nd Edition, Morgan Kaufmann, 2011.
B5. Dybvig, R. Kent., *The Scheme Programming Language*, Prentice Hall, 1987.
B6. Hutton, G., *Programming in Haskell*. Cambridge University Press, 2007.
B7. Nystrom, R.,*Crafting Interpreters*, Genever Benning, 2021.
B8. Peirce, B. C., *Types and Programming Languages*., MIT Press, 2002.
B9. Thompson, S., *Haskell: The Craft of Functional Programming* (2nd ed.). Addison-Wesley, 1999.