

## Программа Профиля «Компьютерные науки и науки о данных»

В этом документе представлены темы, задания по которым необходимо будет решать в ходе 2 этапа Олимпиады Open Doors. Темы сгруппированы по областям и сопровождаются списком рекомендуемой литературы на русском и английском языках.

## Компетентностный профиль победителя Олимпиады по Профилю

Победитель Олимпиады «Open doors» по профилю «Компьютерные науки и науки о данных» должен обладать следующими профессиональными компетенциями, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентированы программы магистратуры потенциальных направлений для поступления ВУЗов России:  
**аналитическая деятельность:**

- потенциалом (базовыми знаниями, умениями и навыками) для приобретения способности анализировать и использовать различные источники информации, количественные и качественные методы для проектирования программного обеспечения, узлов сетей передачи информации и сетевых протоколов, оценок их характеристик, моделирования и оценки угроз информационной безопасности. (ИС-1)<sup>1</sup>

(краткая характеристика компетенции ИС-1: потенциал к приобретению способности проводить анализ данных и проектировать информационно-коммуникационные системы для их обработки (ИС-1)

### практически-ориентированная деятельность:

- потенциалом (базовыми знаниями, умениями и навыками) для приобретения способности организовать и планировать исследования по моделированию информационно-коммуникационных систем, каналов связи, информационных угроз, а также использования навыков составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (ИС-2)<sup>2</sup>

(краткая характеристика компетенции ИС-2: потенциал к приобретению способности организовывать исследования, составление и оформление научно-технической документации

---

<sup>1</sup> Эта компетенция может соответствовать потенциалу к приобретению компетенций из соответствующих стандартов ФГОС ВО 3+ магистратуры: ПК-1, СК-1

<sup>2</sup> Эта компетенция может соответствовать потенциалу к приобретению компетенций из соответствующих стандартов ФГОС ВО 3+ магистратуры: ПК-4, ПК-5, СК-2

**научно-исследовательская деятельность:**

- потенциалом (базовыми знаниями, умениями и навыками) для приобретения способности применять и разрабатывать аналитические информационные системы, моделировать эмпирические и другие адекватные количественные (полуэмпирические) или качественные модели исследуемых процессов и объектов, относящихся к сфере профессиональной деятельности, давать оценку и интерпретировать полученные в ходе исследования результаты (ИС-3)<sup>3</sup>

(краткая характеристика компетенции ИС-3: потенциал к приобретению способности разрабатывать новые и применять новые и существующие теоретико-информационные математические модели , оценивать и интерпретировать их результаты)

Выявляемая компетенция	Победитель Олимпиады «Open doors» по профилю «Компьютерные науки и науки о данных» должен:		
	Знать	уметь	владеть
ИС-1 потенциал (базовые знания, умения и навыки для приобретения способности анализировать и использовать различные источники информации, количественные и качественные методы для проектирования программного обеспечения, узлов сетей передачи информации и сетевых	теоретические основы информатики; основные принципы устройства алгоритмов и структур данных; критерии оценки эффективности алгоритмов и структур данных; язык(и) программирования языки системного	оценивать тенденции развития рынка программного обеспечения;	навыками применения математических основ информатики при разработке и исследовании нового программного обеспечения  навыками применения теоретических основ информационной безопасности при разработке и исследовании угроз

<sup>3</sup> Эта компетенция может соответствовать потенциалу к приобретению компетенций из соответствующих стандартов ФГОС ВО 3+ магистратуры: ПК-2, ПК-3, ПК-7

<p>протоколов, оценок их характеристик, моделирования и оценки угроз информационной безопасности</p>	<p>программирования, основные стандарты и интерфейсы программирования;</p> <p>стандарты оформления программного кода</p> <p>нормативные документы в области защиты информации (международные стандарты и рекомендации)</p>		<p>информационной безопасности</p>
<p><b>ИС-2</b> Потенциал (базовые знания, умения и навыки) для приобретения способности организовать и планировать исследования по моделированию информационно-коммуникационных систем, каналов связи, информационных угроз, а также использования навыков составления и оформление</p>	<p>принципы создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов;</p> <p>современные средства защиты информации от несанкционированного доступа</p> <p>основные</p>	<p>проектировать распределенные информационные системы, их компоненты и протоколы их взаимодействия;</p> <p>проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы и их компоненты;</p> <p>проводить обоснованный выбор стандартных средств защиты информации при решении конкретной задачи</p>	<p>методы и алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации;</p> <p>настройка и использование типовых средств защиты информации</p> <p>первичная настройка и эксплуатация средств защиты информации</p>

<p>научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей</p>	<p>принципы устройства алгоритмов и структур данных;</p> <p>критерии оценки эффективности алгоритмов и структур данных;</p> <p>язык(и) программирования</p> <p>языки системного программирования, основные стандарты и интерфейсы программирования;</p> <p>стандарты оформления программного кода</p> <p>принципы организации и действия ЭВМ, функциональная структура ЭВМ, системы и форматы команд, состав, назначение и алгоритмы выполнения арифметических и логических операций,</p>	<p>использовать средства защиты информации производить обоснованный выбор средств защиты информации от несанкционированного доступа</p> <p>создавать программный код для решения поставленной задачи;</p> <p>использовать существующие алгоритмы и структуры данных;</p> <p>оценивать эффективность существующих алгоритмов и структур данных;</p> <p>создавать и читать программный код;</p> <p>использовать инструментальные средства и среды программирования, IDE, SDK, одну или несколько родственных систем контроля версий;</p> <p>оформлять программный код в соответствии с существующими стандартами</p> <p>ориентироваться в</p>	<p>применение методов проверки защищенности системы</p> <p>существующие методы и алгоритмы решения задач распознавания и обработки данных;</p> <p>существующие методы и алгоритмы и решения задач цифровой обработки сигналов;</p> <p>навыки чтения программного кода, использования системы контроля версий и инструментальных средств;</p> <p>навыки разработки системного ПО с использованием систем контроля версий и инструментальных средств командной строки,</p>
---	---	---	--

	<p>специальных машинных операций, состав микроопераций, способы ускорения выполнения операций;</p> <p>организация и принципы работы операционных и управляющих устройств, способы и средства формирования функциональных управляющих сигналов; временные характеристики выполнения команд (машинные и командные циклы); организация микропрограммных УУ; способы совмещения операций для повышения производительности ЭВМ, принципы диспетчеризации вычислительных процессов;</p> <p>организация и</p>	<p>формах и форматах представления числовой и нечисловой информации, анализировать микропрограммы операций в ЭВМ, определять совместимость микроопераций;</p>	<p>применение системных утилит и разработки многозадачных (многопроцессных) и многопоточных системных приложений;</p> <p>навыки оформления программ</p> <p>владение методами проектирования технических средств обеспечения обмена информацией в системах с шинной архитектурой, а также обмена данными с удаленными периферийными устройствами;</p> <p>проектирование эффективных систем команд (форматов, способов адресации, перечня операций);</p>
--	--	---	--

	<p>основы взаимодействия основных блоков микропроцессора, базовая система команд, способы адресации операндов и команд микропроцессора, принципы обмена информацией в микропроцессорных системах;</p> <p>особенности параллельной обработки команд в нескольких операционных блоках процессора и проблемы мультитредовой и мультиядерной обработки;</p> <p>характеристики и параметры иерархической системы памяти, принципы организации кэш-памяти</p>		
<p><b>ИС-3</b> Потенциал (базовые знания, умения и навыки) для приобретения способности</p>	<p>основные парадигмами программирования</p>	<p>применять методы оптимизации при решении задач профессиональной деятельности;</p>	<p>навыками описания информационных процессов и объектов</p>

<p>применять и разрабатывать аналитические информационные системы, моделировать эмпирические и другие адекватные количественные (полуэмпирические) или качественные модели исследуемых процессов и объектов, относящихся к сфере профессиональной деятельности, давать оценку и интерпретировать полученные в ходе исследования результаты</p>	<p>существующие подходы к верификации моделей программного обеспечения;</p> <p>перспективные методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий</p>		<p>посредством основных теоретико-информационных моделей;</p> <p>навыками интерпретации результатов анализа моделей с учетом возможностей и ограничений используемых методов</p> <p>создавать новые алгоритмы и структуры данных;</p> <p>оценки эффективности новых алгоритмов и структур данных</p>
--	---	--	--

## Тематическое содержание Профиля

### Тематический блок 1. Прикладная математика

1. О-символика.
2. Разложение функции в ряд Тейлора.
3. Линейное пространство: определение пространства, размерности. Ранг матрицы. Определитель матрицы. Обратная матрица. Собственные значения и собственные векторы.
4. Модульная арифметика. Малая теорема Ферма. Конечные поля вычетов: определение конечного поля, умение проводить вычисления в поле вычетов. Алгоритм Евклида. Линейное представление НОД.
5. Системы счисления. Перевод чисел из одной системы счисления в другую.

6. Булева алгебра. Стандартные булевы операции: конъюнкция, дизъюнкция, импликация, эквиваленция, исключающее или, штрих Шеффера и стрелка Пирса. Построение формул для булевых функций: ДНФ, КНФ, упрощение с применением законов Де Моргана, правил дистрибутивности, поглощения.
7. Схемы из функциональных элементов. Сложность и глубина: определение, вычисление для конкретных схем. Построение схемы для заданной булевой функции по формуле.
8. Исчисление предикатов. Логический вывод. Запись выражений с помощью кванторов (выражение предикатов через заданные).
9. Автоматизация доказательства: метод резолюций.
10. Конечные автоматы: определения, примеры принимаемых ими языков. Недетерминированные конечные автоматы.
11. Регулярные выражения. Построение автомата, принимающего язык, описываемый регулярным выражением. Стандарт записи регулярных выражений POSIX Extended.
12. Индуктивные (рекурсивные) определения. Доказательства индукцией по построению.
13. Целочисленные алгоритмы: работа с длинными числами. Алгоритм Евклида и его использование.
14. Определение вероятности. Элементарные свойства: теорема сложения вероятностей, теорема умножения вероятностей.
15. Вероятностные распределения: равномерное, биномиальное, геометрическое, пуассоновское, нормальное.
16. Формула полной вероятности.
17. Формула Байеса.
18. Основные комбинаторные числа: количества размещений (перестановок), сочетаний. Решение задач на подсчёт.
19. Скорости роста комбинаторных чисел: асимптотическое оценивание выражений с комбинаторными числами.
20. Генерация сочетаний и размещений.
21. Формула включений и исключений.
22. Графы: неориентированные, ориентированные, двудольные, полные (клики). Подграфы: общее определение, порождённый подграф, остовный подграф. Расстояния в графах. Обход графа в ширину и в глубину.
23. Деревья. Задача о минимальном остовном дереве
24. Планарные графы. Формула Эйлера для плоских графов.

## Тематический блок 2. Программная инженерия

1. Язык SQL, основные концепции.
2. Назначение и основные функции ассемблера.



3. Архитектурные принципы фон-неймановских ЭВМ. Основные виды ЭВМ с архитектурой, отличающейся от фон-неймановской.
4. Центральный процессор: его функции и состав.
5. Архитектура ЭВМ. CISC- и RISC-архитектуры.
6. Программная модель процессора Intel x86.
7. Режимы адресации процессора Intel x86.
8. Понятие конвейерной и суперскалярной обработки потока команд.
9. Понятие и классификация аппаратных интерфейсов.
10. Назначение и основные функции системы прерываний.
11. Программные и аппаратные прерывания и их отличия.
12. Вызов функции, стек вызовов, calling convention
13. Иерархическая организация памяти компьютеров.
14. Понятие и концепции виртуальной памяти.
15. Страничная и сегментная организация памяти.
16. Алгоритмы замещения страниц виртуальной памяти.
17. Управление процессами в операционных системах.
18. Управление памятью в операционных системах.
19. Организация памяти. Оперативная память. Стековая память. Виды стеков. Сегментация памяти.
20. Назначение и функции операционных систем. Классификация операционных систем. Архитектура операционных систем. Сравнение Windows и UNIX.
21. Основные принципы управления данными и файловые системы.
22. Назначение и принципы работы видеоадаптеров.
23. Арифметические основы ЭВМ. Позиционные системы счисления и операции в них.
24. Структура хранения данных на внешних носителях информации.
25. Аппаратные и программные средства реализации информационных процессов.
26. Принципы модульного, компонентного, объектно-ориентированного проектирования.
27. Шаблоны проектирования.
28. Моделирование программных систем, язык UML. Современные подходы к автоматическому синтезу программ.
29. Основные принципы объектно-ориентированного программирования.
30. Язык программирования C++. Классы. Конструкторы и деструкторы.
31. Встраиваемые функции. Встраиваемые функции в определении класса.
32. Указатель this.
33. Операторы new и delete.
34. Ссылки на объекты.
35. Перегрузка функций. Аргументы по умолчанию. Перегрузка операторов.

36. Наследование. Защищённые члены класса. Множественное наследование. Виртуальные базовые классы.
37. Форматируемый ввод-вывод. Манипуляторы ввода-вывода. Пользовательские функции ввода-вывода. Файловый ввод-вывод. Неформатируемый ввод-вывод.
38. Виртуальные функции. Указатели на производные классы.
39. Обработка исключительных ситуаций.
40. Динамическая идентификация и приведение типов.
41. Пространства имён.
42. Статические члены класса. Постоянные и модифицируемые члены класса. Библиотека стандартных шаблонов. Классы-контейнеры.
43. Библиотека стандартных шаблонов. Итераторы.
44. Библиотека стандартных шаблонов. Алгоритмы.
45. ORM (Object-Relational Mapping).
46. Механизмы автоматической сборки мусора.
47. Интерфейсы и коллекции.
48. Структурированная обработка исключений.

### **Тематический блок 3. Информационные системы и вычислительная техника**

1. Понятие информации: общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации, ее измерение. Единицы измерения информации. Информация и энтропия.
2. Структуры данных.
3. Кодирование и квантование сигналов.
4. Понятие информационной системы и информационных технологий.
5. Технические и программные средства информационных технологий.
6. Обработка аналоговой и цифровой информации. Устройства обработки данных и их характеристики.
7. Совмещение выполнения операций во времени.
8. Параллельная обработка данных на ЭВМ. Основные классы современных параллельных систем.
9. Понятие системы. Системы в технике, экономике, живой природе. Типы систем. Объект управления и система управления. Информация. Обратная связь. Предмет технической кибернетики и теории информации.
10. Методологическая основа моделирования. Аксиомы теории моделирования. Характеристики моделей систем. Цели и проблемы моделирования систем.
11. Виды систем управления. Автоматические и автоматизированные системы. Управляющие воздействия. Понятие гомеостазиса. Проблемы адаптации. Информационные процессы в системах.

12. Моделирование как научный метод кибернетики. Типы моделей. Модели технических, биологических и социально-экономических систем. Понятие «черного ящика». Проблема идентификации. Адекватность моделей.
13. Прагматический, семантический и синтаксический аспекты информации.
14. Языки программирования. Концепции процедурно-ориентированного и объектно-ориентированного программирования. Способы описания алгоритмов. Единая система программной документации.
15. Жизненный цикл программного обеспечения.
16. Стили программирования. Процедурный стиль. Структурный стиль. Объектно-ориентированный стиль.
17. Определение процессора, системы команд. Структурная схема микропроцессора. Взаимодействие функциональных блоков процессора при выполнении команд.
18. Типы машинных команд. Форматы машинных команд. Методы адресации. Структура машинных команд. Логические элементы команды. Типы команд ассемблера.
19. Классификация видов памяти персонального компьютера. Структура жесткого диска. Логическая организация информации.
20. Принципы структурной и функциональной организации вычислительных сетей. Вычислительные сети с коммутацией пакетов. Стек протоколов TCP/IP. Адресация в IP-сетях.
21. Многопоточность: основные понятия. Способы синхронизации в многопоточных приложениях.
22. Взаимодействие процессов. Разделяемая память, средства синхронизации. Очереди сообщений и другие средства обмена данными.
23. Распределение и использование ресурсов вычислительной системы и управление ими. Основные подходы и алгоритмы планирования. Системы реального и разделенного времени.
24. Эталонная модель взаимодействия открытых систем (модель ISO OSI), её предназначение. Инкапсуляция данных. Уровни эталонной модели OSI.
25. Коллизия. Коллизионный домен. Узковещательная, многоадресная и широковещательная передача. Широковещательный домен. Концентраторы, коммутаторы и мосты, их работа в коллизионных и широковещательных доменах.

#### **Тематический блок 4. Информационная безопасность**

1. Основные понятия информационной безопасности объектов и субъектов информационной безопасности. Факторы, оказывающие влияние на информационную безопасность.

2. Основные международные стандарты в области информационной безопасности, их назначение и сфера применения.
3. Сущность, роль, место политик безопасности в организации работы предприятия.
4. Особенности защиты персональных данных на предприятии (организации, компании), государственные регуляторы и их требования.
5. Угрозы информационной безопасности. Подходы к моделированию информационных угроз и нарушителей.
6. Уязвимости программного обеспечения. Критерии и система оценки критичности уязвимостей. Международные базы уязвимостей.
7. Подходы к управлению информационными рисками. Оценивание рисков. Шкалы и критерии измерения.
8. Системы управления информационной безопасностью. Задачи системы и принципы построения
9. Системы предотвращения и обнаружения вторжений в компьютерных системах и сетях, назначение, решаемые задачи и принципы построения
10. Межсетевое экранирование компьютерных сетей, основные принципы и решаемые задачи.
11. Виртуальные защищённые (частные) сети (Virtual Private Network – VPN), назначение, принципы построения, особенности выбора решения.
12. Модели и системы управления доступом к информационным ресурсам.
13. Идентификация, аутентификация и авторизация. Методы аутентификации и авторизации.
14. Стеганография, назначение и решаемые задачи. Методы вложения скрытой информации в исполняемые файлы.
15. Симметричные системы шифрования. Блочные шифры, режимы их работы. Современные стандарты и протоколы симметричного шифрования.
16. Криптосистемы с открытым ключом. Принципы их построения. Современные стандарты и протоколы шифрования с открытым ключом.
17. Протоколы и схемы электронной цифровой подписи (ЭЦП). Понятие односторонней функции, принципы и варианты построения схем ЭЦП
18. Инфраструктура открытых криптографических ключей, удостоверяющие центры и цифровые сертификаты.

### **Тематический блок 5. Обработка и анализ данных**

1. Системы поддержки принятия решений (СППР).
2. OLTP системы. Понятие транзакции.
3. Концепция хранилища данных (ХД). Назначение. Архитектура.
4. Физические ХД. Виртуальные ХД. Витрины данных (ВД).
5. Перенос данных. ETL – процесс. Очистка данных. ХД и анализ

6. Хранилища данных. Назначение. Архитектура.
7. Многомерная модель данных. Представление данных в виде многомерного куба.
8. Определение OLAP – системы. Архитектура систем OLAP систем. Схема звезда и снежинки.
9. Типы OLAP –систем. Многомерный OLAP (MOLAP). Реляционный OLAP (ROLAP). Гибридный OLAP (HOLAP).
10. Machine learning. Определение. Назначение.
11. Функции Machine learning: классификация, регрессия, поиск частых наборов, кластеризация.
12. Модели Machine learning. Предсказательные и описательные модели Machine learning. Методы Machine learning.
13. Процесс обнаружения знаний. Этапы выполнения Data Mining.
14. Модели классификации: классификационные правила, деревья решений, регрессионные функции, нейронные сети.
15. Алгоритмы классификации: Naive Base, C 4.5, BackProp, Support Vector Machine и др.
16. Модели кластеризации: центроидные, иерархические, плотностные, графовые и др. Функция расстояния.
17. Алгоритмы кластеризации: иерархические, k-Means, DBScan, SOM.
18. Частые наборы. Ассоциативные правила. Поддержка. Достоверность.
19. Алгоритм поиска частых наборов: Apriori, FPG и др.
20. Deep learning. Определение. Отличие от Machine learning.
21. Понятие нейрона и нейронной сети.
22. Виды нейронных сетей.
23. Алгоритм BackPropagation.
24. Алгоритм SGD. Функция потерь.
25. Определение и свойства Больших данных.

## Список рекомендованных источников

### Тематический блок 1. Прикладная математика

1. [Hopcroft2013] Hopcroft, John E.; Motwani, Rajeev; Ullman, Jeffrey D. (2013). Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation (3rd ed.). Pearson. ISBN 978-1292039053.
2. [Wegener1987] Wegener, Ingo. (1987) The Complexity of Boolean Functions. John Wiley and Sons. ISBN 3-519-02107-2. Free electronic edition: [https://eccc.weizmann.ac.il/static/books/The\\_Complexity\\_of\\_Boolean\\_Functions/](https://eccc.weizmann.ac.il/static/books/The_Complexity_of_Boolean_Functions/)
3. [Rosen2018] Rosen, Kenneth. (2018) Discrete Mathematics and Its Applications. McGraw-Hill Education; 8 edition. ISBN: 978-1259676512

4. [Cormen2009] Thomas H. Cormen. Charles E. Leiserson. Ronald L. Rivest. Clifford Stein. (2009) Introduction to Algorithms, 3rd Edition (The MIT Press) ISBN 978-0262033848
5. [Strang2016] Strang, Gilbert.(2016) Introduction to Linear Algebra, Fifth Edition. Wellesley-Cambridge Press. ISBN: 978-0980232776

## Тематический блок 2. Программная инженерия

1. Архитектура компьютера/ Эндрю Таненбаум, — 6е издание, разделы:
  - 2.1, 2.2, 2.4
  - 3.3, 3.5, 3.7
  - 5.1, 5.4, 5.5, 5.6
  - 6.1
  - 7.1
2. Современные операционные системы/ Эндрю Таненбаум, Герберт Бос — 4е издание, разделы:
  - 1.1, 1.4, 1.5
  - 2.1 2.2
  - 3.1, 3.2, 3.3, 3.4
  - 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5
  - 5.6
  - 10.1, 10.2
  - 11.1, 11.3
3. Изучаем SQL/ Алан Болье — 2е издание, главы: 1-5
4. Язык программирования Си/ Брайан Керниган, Деннис Ритчи — 2е издание, главы: 1-7
5. Программирование. Принципы и практика использования C++ / Бьёрн Страуструп, главы: 4, 5, 8, 9, 14, 17, 18, 19, 20, 21, приложение А
6. Язык программирования C++ лекции и упражнения/ Стивен Прата — 6е издание, главы: 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16,
7. Приёмы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования/ Эрих Гамма, Ричард Хелм, Ральф Джонсон, Джон Влиссидес, главы: 1 - 5
8. Изучаем UML 2.0/ Ким Гамильтон, Рассел Майлс, главы: 1-3
9. Structured computer organization/ Andrew S. Tanenbaum, Todd Austin — 6th edition, sections:
  1. 2.1, 2.2, 2.4
  2. 3.3, 3.5, 3.7
  3. 5.1, 5.4, 5.5, 5.6
  4. 6.1
  5. 7.1
10. Modern operating systems/ Andrew S. Tanenbaum, Herbert Bos — 4th edition, sections:
  1. 1.1, 1.4, 1.5
  2. 2.1 2.2
  3. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4
  4. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5
  5. 5.6
  6. 10.1, 10.2
  7. 11.1, 11.3

11. Learning SQL/ Alan Beaulieu — 2nd edition, chapters: 1-5
12. The C programming language/ Brian Kernighan, Dennis Ritchie — 2nd edition, chapters: 1-7

### **Тематический блок 3. Информационные системы и вычислительная техника**

1. Голицына О. Л., Максимов Н. В., Попов И. И. Информационные системы. – 2014. 496 с.
2. Олифер В. Г, Олифер Н. А. "Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов"
3. Хопкрофт, Джон, Э., Мотвани, Раджив, Ульман, Джеффри, Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений, 2-е изд.. : Пер. с англ. —М. : Издательский дом "Вильямс", 2008.
4. Rainer R. K., Prince B., Cegielski C. G. Introduction to Information Systems: R. Kelly Rainer, Brad Prince, Casey Cegielski. – John Wiley & Sons Singapore Pte. Limited, 2015.
5. Tanenbaum A. S. et al. Computer networks //Prentice-Hall international editions. – 1996.-813 p.
6. Hopcroft J. E., Motwani R., Ullman J. D. Introduction to automata theory, languages, and computation. 2006

### **Тематический блок 4. Информационная безопасность**

1. M. Rhodes-Ousley. Information Security: The Complete Reference, Second Edition 2nd Edition Publisher : McGraw-Hill Education; 2nd edition. 2013. 896 pages
2. C Eagle, K. Nance. The Ghidra Book: The Definitive Guide No Starch Press (September 1, 2020), 608 p.
3. W. Easttom. Computer Security Fundamentals. 4th Edition. Pearson IT Certification; 4th edition (October 22, 2019). 512 pages
4. C. P. Schultz, B. Perciaccante. Kali Linux Cookbook - Second Edition: Effective penetration testing solutions. Packt Publishing; 2nd Revised edition (September 12, 2017). 438 pages
5. N. Ferguson, B. Schneier, T. Kohno. Cryptography Engineering: Design Principles and Practical Applications 1st Edition, Wiley, 2011.P. 386.

### **Тематический блок 5. Анализ данных и машинное обучение**

1. Ian W., Elbe F. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations. Department of computer science University of Waikato. 3th ed, 2011
2. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. The Elements of Statistical Learning. Springer. 2001
3. Alpaydin, Ethem (2010). Introduction to Machine Learning. London: The MIT Press. ISBN 978-0-262-01243-0. Retrieved 4 February 2017.
4. Bishop, C. M. (2006), Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, ISBN 978-0-387-31073-2
5. Mohri, Mehryar; Rostamizadeh, Afshin; Talwalkar, Ameet (2012). Foundations of Machine Learning. USA, Massachusetts: MIT Press. ISBN 9780262018258.

## Список рекомендованных онлайн-курсов

### Тематический блок 1. Прикладная математика

1. Calculus and Optimization for Machine Learning  
<https://www.coursera.org/learn/calculus-and-optimization-for-machine-learning>
2. Mathematical Thinking in Computer Science  
<https://www.coursera.org/learn/what-is-a-proof>
3. Combinatorics and Probability  
<https://www.coursera.org/learn/combinatorics>
4. Introduction to Graph Theory  
<https://www.coursera.org/learn/graphs>
5. Number Theory and Cryptography  
<https://www.coursera.org/learn/number-theory-cryptography>

### Тематический блок 2. Программная инженерия

1. Computer Architecture <https://www.coursera.org/learn/comparch>
6. Build a Modern Computer from First Principles: From Nand to Tetris  
<https://www.coursera.org/learn/build-a-computer>
7. Coding for Everyone: C and C++ Specialization <https://www.coursera.org/specializations/coding-for-everyone>
8. Design Patterns <https://www.coursera.org/learn/design-patterns>
9. C++ Data Structures in the STL <https://www.coursera.org/projects/cpp-data-structures-in-the-stl>
10. Object-Oriented Data Structures in C++ <https://www.coursera.org/learn/cs-fundamentals-1>
11. Software Design and Architecture <https://www.coursera.org/specializations/software-design-architecture>
12. Introduction to Structured Query Language (SQL) <https://www.coursera.org/learn/intro-sql>

### Тематический блок 3. Информационные системы и вычислительная техника

1. Information Systems, URL: <https://www.coursera.org/specializations/information-systems>
2. Fundamentals of Network Communication, <https://www.coursera.org/learn/fundamentals-network-communications>
3. Introduction to Computer Science and Programming,  
<https://www.coursera.org/specializations/introduction-computer-science-programming>
4. TCP/IP and Advanced Topics URL: <https://www.coursera.org/learn/tcp-ip-advanced?specialization=computer-communications>
5. Packet Switching Networks and Algorithms URL: <https://www.coursera.org/learn/packet-switching-networks-algorithms?specialization=computer-communications>

### Тематический блок 4. Информационная безопасность



1. Information Security: Context and Introduction. University of London. Skill level - Beginner, URL: <https://www.coursera.org/learn/information-security-data>
2. The Foundations of Cybersecurity. University System of Georgia. Skill level - Beginner. URL <https://www.coursera.org/learn/foundations-cybersecurity>
3. Real-Time Cyber Threat Detection and Mitigation New York University. Skill level - Intermediate. URL: <https://www.coursera.org/learn/real-time-cyber-threat-detection>
4. Cryptography. University of Maryland, College Park. URL: <https://www.coursera.org/learn/cryptography>
5. Software security. University of Maryland <https://www.coursera.org/learn/software-security>

### Тематический блок 5. Анализ данных и машинное обучение

1. Free Machine Learning Course (fast.ai) <https://www.fast.ai/>
2. Machine Learning Course by Stanford University (Coursera) <https://www.coursera.org/learn/machine-learning>
3. Deep Learning Course (deeplearning.ai) <https://www.coursera.org/specializations/deep-learning>
4. Free Machine Learning Data Science Course (Harvard University) <https://www.edx.org/professional-certificate/harvardx-data-science>
5. Free Machine Learning Introduction Course (Udacity) <https://www.udacity.com/course/intro-to-machine-learning-nanodegree--nd229>
6. Machine Learning Course (Stanford School of Engineering) <https://online.stanford.edu/courses/cs229-machine-learning>
7. Free Machine Learning Courses (edX) <https://www.edx.org/learn/machine-learning>