

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ по предмету «Компьютерные науки»

**для поступающих на основную образовательную программу магистратуры
«Разработка программного обеспечения и науки о данных» по направлению
подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»**

РАЗДЕЛ I. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕМ

Тема 1. Алгоритмы и структуры данных

Сложность алгоритмов по времени и методы её оценки. Структуры данных: расширяющийся массив, список, двоичная куча. Абстрактные типы данных: стек, очередь, система непересекающихся множеств. Алгоритмы сортировки (вставкой, слиянием, "быстрая сортировка", сортировка кучей). Методы построения алгоритмов: "разделяй и властвуй", динамическое программирование, жадные алгоритмы (с примерами алгоритмов). Основная теорема о времени работы рекурсивных алгоритмов (Master theorem). Алгоритмы поиска в графе (поиск в ширину, поиск в глубину, алгоритмы Дейкстры, Беллмана — Форда и Флойда — Уоршала). Двоичные деревья поиска (AVL-дерево или красно-чёрное дерево). Хэш-таблицы и операции над ними. Алгоритмы поиска подстроки (Кнута — Морриса — Пратта, Рабина — Карпа, Ахо — Корасик). Сложность вычислений: классы сложности P и NP, примеры NP-полных задач.

Тема 2. Статистика и машинное обучение

Нормальное распределение. Вероятностная модель. Эмпирическая функция распределения. Гистограмма. Выборочные моменты, мода, медиана. Метод максимального правдоподобия. Методология машинного обучения и примеры прикладных задач. Бинарные, категориальные, ординальные (порядковые) и вещественные признаки. Постановка задач классификации, кластеризации и ранжирования. Функции потерь для задач классификации, регрессии и ранжирования. Методы отбора признаков. Наивный байесовский классификатор.

Тема 3. Программирование и архитектура ПО

Основные принципы ООП. Паттерны проектирования. SOLID принципы. Современные языки ООП. Виртуальные машины (основы работы с типами, работа с памятью, загрузка сборок, сериализация). Многопоточность, основные примитивы синхронизации. Монолит и микросервисная архитектура.

Тема 4. Математическая логика и теория алгоритмов

Логика высказываний, схемы из функциональных элементов. Исчисление высказываний, теорема о полноте. Исчисление секвенций. Интуиционистская пропозициональная логика.

Предикаты, истинность и выразимость. Элиминация кванторов. Арифметика Пресбургера. Исчисление предикатов, выводы и полнота. Метод резолюции. Предваренная нормальная форма. Теорема Эрбрана. Сколемизация. Нормальные алгоритмы. Машины Тьюринга. Рекурсивные функции. Неперечислимость, язык диагонализации. Разрешимость и неразрешимость, теорема Райса. Проблема соответствий Поста и её неразрешимость.

РАЗДЕЛ II. ЛИТЕРАТУРА

Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. Алгоритмы. Построение и анализ, Вильямс, 2018.

С. Дасгупта, Х. Пападимитриу, У. Вазирани. Алгоритмы. М.: МЦНМО, 2014.

А. Шень. Программирование: теоремы и задачи. М.: МЦНМО, 2013.

С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская. Глубокое обучение: погружение в мир нейронных сетей. Санкт-Петербург: Изд-во Питер, 2018. — 476 с.

Ian J. Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville. Deep Learning, MIT Press, 2016. — 315 p.

Andrew Gelman, John B. Carlin, Hal S. Stern, David B. Dunson, Aki Vehtari, Donald B. Rubin. Bayesian Data Analysis, 3rd Edition, 2013.

David MacKay. Information Theory, Pattern Recognition and Neural Networks, Hardback, 2003. — 640 p.

Буч Грэди, Максимчук Роберт А. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений. Вильямс. 2017

Фримен Эрик, Робсон Элизабет. Head First. Паттерны проектирования. Питер. 2018

Рихтер Джеффри. CLR via C#. Питер. 2019.

Парминдер Сингх Кочер. Микросервисы и контейнеры Docker. ДМК Пресс. 2019

Н. К. Верещагин, А. Шень. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 2. Языки и исчисления. Часть 3. Вычислимые функции. М.: МЦНМО, 2012.

Дж. Хопкрофт, Р. Мотвани, Дж. Ульман. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. М.: Изд-во Вильямс, 2008.

РАЗДЕЛ III. СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Вступительное испытание по предмету состоит из двух частей.

1. Портфолио (40%)
2. Письменный экзамен по темам из первого раздела (60%)

Состав портфолио: перечень документов и начисляемые баллы

Документы /документально подтвержденные факты, подлежащие оценке		Критерии учёта	Количество начисляемых баллов
1	Мотивационное письмо	Критерии указаны ниже	12
2	Рекомендательное письмо	Критерии указаны ниже	8
3	<p>Сведения об имеющихся публикациях по компьютерным наукам (предоставляется копия публикации / скриншот, копия страницы с выходными данными сборника, и копия страниц содержания сборника, подтверждение индексирования).</p> <p><i>Сертификаты/дипломы/благодарственные письма не являются подтверждением наличия публикации.</i></p> <p><i>При предоставлении 2 или более публикаций баллы не суммируются, оценивается публикация, дающая наибольшее количество баллов. В случае если из представленного документа следует, что публикация является тезисами доклада, который был представлен на конференции или ином научном мероприятии, баллы по настоящему пункту не начисляются</i></p>	Научные публикации в изданиях, индексируемых в наукометрических базах Web of Science Core Collection и Scopus	10
		Научные публикации в изданиях, рецензируемых ВАК	6
		Научные публикации в изданиях, индексируемых в наукометрической базе РИНЦ	4
		Публикации в прочих научных изданиях	2
Максимальное количество баллов по разделу			10

4	Участие в разработке проектов с открытым исходным кодом. <i>У проекта должно быть менее 100 звезд у проекта на github.com</i>	Комиссия оценивает объём и сложность внесённых изменений.	до 5
5	Академическая успеваемость и прочие заслуги <i>Учитывается только один документ. При предоставлении двух и более баллы не суммируются.</i>	Диплом бакалавра / специалиста / магистра диплом с отличием	2
		Документы, подтверждающие назначение именных стипендий министерств, ведомств, фондов, образовательных организаций высшего образования	3
		Диплом победителя открытых международных конкурсов студенческих научных работ, студенческих олимпиад	5
		Призера открытых международных конкурсов студенческих научных работ, студенческих олимпиад	4
		Победителя всероссийских конкурсов студенческих научных работ, студенческих олимпиад	3
		Призера открытых всероссийских конкурсов студенческих научных работ, студенческих олимпиад	2
Максимальное количество баллов по разделу			5

Мотивационное письмо

Мотивационное письмо предоставляется в обезличенном виде: не допускается указание фамилии, имени, отчества обучающегося. В случае наличия в мотивационном письме сведений, раскрывающих авторство работы (фамилия, имя, отчество), за мотивационное письмо и эссе выставляется низший балл (0 баллов). В случае обнаружения в мотивационном письме неправомерных заимствований за мотивационное письмо выставляется 0 баллов.

Требования к оформлению и содержанию мотивационного письма

1. Мотивационное письмо должно быть написано на русском языке.
2. Шрифт Times New Roman, кегль – 12, межстрочный интервал – 1,5.
3. Объем не более 5 000 знаков.
4. Мотивационное письмо должно содержать:
 - сведения о профессиональной подготовке / деятельности соискателя, которая может быть полезна при обучении на данной программе, сведения об успехах и достижениях в

избранной области (в том числе сведения о реализованных проектах, программных продуктах и исследованиях), сведения об областях интересов и дополнительном образовании (в т.ч., онлайн-курсы, курсы, курсы CS центра, CS клуба, ШАД, и пр.);

- аргументированное указание причин выбора данной образовательной программы магистратуры СПбГУ, доказательство заинтересованности в обучении на данной образовательной программе;
- перспективы / планы использования полученных знаний в будущей профессиональной деятельности.

Критерии оценивания

Критерий	Балл
указание на академические и практические достижения поступающего	от 0 до 2
аргументированное обоснование выбора образовательной программы	от 0 до 2
наличие указаний на компетенции, которые поступающий намерен приобрести в результате обучения	от 0 до 2
указание перспектив применения полученных знаний в будущей профессиональной деятельности	от 0 до 2
другие сведения и характеристики, которые поступающий на программу сочтет необходимыми (практический опыт, базовое образование, индивидуальные способности и увлечения)	от 0 до 4
Максимальный балл	от 0 до 12

Рекомендательное письмо

Рекомендательное письмо предоставляется на русском или английском языке в свободной форме. Рекомендательное письмо должно содержать

- аффилиацию, должность и регалии рекомендателя,
- отношение рекомендателя к абитуриенту (научный руководитель, руководитель курсовой, и т.д.),
- вид совместной деятельности, в которую были вовлечены рекомендатель и абитуриент (работа над дипломным проектом, разработка программного продукта, и т.д.)
- характеристика профессиональных и личностных качеств абитуриента,
- любую дополнительную информацию, которая с точки зрения рекомендателя положительно характеризует абитуриента.

Критерии оценивания

Критерий	Балл
Профессиональные качества абитуриента	от 0 до 4
Личностные качества абитуриента	от 0 до 4
Максимальный балл	от 0 до 8

Письменный экзамен

На письменной части вступительного испытания абитуриент получает билет, состоящий из четырёх вопросов, по одному на каждую тему из раздела I. К каждому вопросу прилагается практическое задание. Абитуриент должен записать ответ на *любые* три вопроса и соответствующие им задания.

Каждый вопрос оценивается по следующим критериям:

- 10 баллов ставится за верный и исчерпывающий ответ на теоретический вопрос.
- от 0 до 9 баллов ставится в случае, если ответ является неполным или содержит неточности.

Каждая задача к вопросу оценивается по следующим критериям:

- 10 баллов ставится за полное и правильное выполнение задания,
- от 0 до 9 баллов ставится в случае, если задание выполнено частично, либо выполнено с ошибками.

Итоговая оценка за письменную часть является суммой баллов за три вопроса и три соответствующих задания.

Максимально возможное количество баллов, которое может набрать абитуриент за письменную часть вступительного испытания, – 60 баллов.

Продолжительность данного этапа составляет 4 часа.