**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Алгоритмы анализа графов

Graph Analysis Algorithms

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 003714

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Цель изучения дисциплины: ознакомление учащихся с алгоритмами анализа графов; изучение обучающимися основных принципов алгоритмов анализа графов и подходов к решению задач на графах; изучение основных структур данных, основанных на графах; закрепление материала путём решения теоретических и практических задач на графах.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Программа курса предназначена для обучающихся 3 курса и рассчитана на обучающихся, изучавших мат. анализ, алгебру и программирование в объеме четырёх семестров.  
Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающийся:  
• владеет основами программирования, достаточными для программирования сложных алгоритмов.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции | Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Общепрофессиональные компетенции | ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; | Знание ключевых алгоритмов на графах и общее представление о современных тенденциях развития алгоритмов на графах | ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения |
| 2 | Общепрофессиональные компетенции | ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности | Знание ключевых алгоритмов на графах и общее представление о современных тенденциях развития алгоритмов на графах | ОПК-2.2 Уметь проводить формализацию и алгоритмизацию поставленных задач |
| 3 | Общепрофессиональные компетенции | ОПК-5 – способен инсталировать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем; | Знание ключевых алгоритмов на графах и общее представление о современных тенденциях развития алгоритмов на графах | ОПК-5.1 Установка и настройка системного и прикладного ПО, необходимого для функционирования ИС в соответствии с трудовым заданием |
| 4 | Общепрофессиональные компетенции | ОПК-6 – способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов; | Знание ключевых алгоритмов на графах и общее представление о современных тенденциях развития алгоритмов на графах | ОПК-6.1 Уметь проверять и отлаживать программный код |
| 5 | Общепрофессиональные компетенции | ОПК-7 – способен применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой | Знание ключевых алгоритмов на графах и общее представление о современных тенденциях развития алгоритмов на графах | ОПК-7.2 Оценка осуществимости функционирования и сопровождения программного средства |
| 6 | Общепрофессиональные компетенции | ОПК-8 – способен осуществить поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; | Знание ключевых алгоритмов на графах и общее представление о современных тенденциях развития алгоритмов на графах | ОПК-8.1 Оценка и выбор технологии доступа к данным |
| 7 | Профессиональные компетенции | ПКП-1 – способен проектировать программные системы; | Умение объяснять принятые ранее и принимать самостоятельные решения при программировании известных алгоритмов на графах и разработке новых алгоритмов | ПКП-1.1 Уметь разрабатывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие |
| 8 | Профессиональные компетенции | ПКП-2 – способен использовать основные модели информационных технологий и способы их применения для решения задач в предметных областях; | Умение объяснять принятые ранее и принимать самостоятельные решения при программировании известных алгоритмов на графах и разработке новых алгоритмов | ПКП-2.1 Уметь описывать алгоритмы компонентов, включая методы и схемы |
| 9 | Профессиональные компетенции | ПКП-3 – способен разрабатывать моделирующие алгоритмы и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования; | Умение объяснять принятые ранее и принимать самостоятельные решения при программировании известных алгоритмов на графах и разработке новых алгоритмов | ПКП-3.1 Разработка модели бизнес-процессов заказчика |
| 10 | Профессиональные компетенции | ПКП-4 – способен выбирать архитектуру и комплексирование современных компьютеров, систем, комплексов и сетей системного администрирования; | Умение объяснять принятые ранее и принимать самостоятельные решения при программировании известных алгоритмов на графах и разработке новых алгоритмов | ПКП-4.1 Оценка и выбор варианта архитектуры программного средства |
| 11 | Профессиональные компетенции | ПКП-5 – способен использовать современные системные программные средства: операционные системы, операционные и сетевые оболочки, сервисные программы; | Умение объяснять принятые ранее и принимать самостоятельные решения при программировании известных алгоритмов на графах и разработке новых алгоритмов | ПКП-5.1 Уметь выбирать технологии и средства разработки программного обеспечения |
| 12 | Профессиональные компетенции | ПКП-6 – способен формировать суждения о проблемах современной информатики, ее категорий и связей с другими научными дисциплинами; | Умение объяснять принятые ранее и принимать самостоятельные решения при программировании известных алгоритмов на графах и разработке новых алгоритмов | ПКП-6.1 Уметь разрабатывать процедуры проверки работоспособности и измерения характеристик программного обеспечения |
| 13 | Профессиональные компетенции | ПКП-7 – способен систематизировать и применять знания о содержании основных этапов и тенденций развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий; | Умение объяснять принятые ранее и принимать самостоятельные решения при программировании известных алгоритмов на графах и разработке новых алгоритмов | ПКП-7.1 Умеет проводить технические и управленческие ревизии создаваемого программного средства |
| 14 | Универсальные компетенции | УК-1 – способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; | Понимание деталей организации алгоритмов на графах в том объёме и с той глубиной, с которыми они были предложены на лекции | УК 1.4. Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач; |
| 15 | Универсальные компетенции | УК-2 – способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; | Понимание деталей организации алгоритмов на графах в том объёме и с той глубиной, с которыми они были предложены на лекции | УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач; |
| 16 | Универсальные компетенции | УКБ-1 – способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских; | Понимание деталей организации алгоритмов на графах в том объёме и с той глубиной, с которыми они были предложены на лекции | УКБ-1.5. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля; |
| 17 | Универсальные компетенции | УКБ-3 – способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности | Понимание деталей организации алгоритмов на графах в том объёме и с той глубиной, с которыми они были предложены на лекции | УКБ-3.2. Точно определяет тип и форму необходимой информации. |

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Аудиторная учебная работа: лекционные занятия в объеме 4 часов в неделю.

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 6 | 60 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 8 |  | 36 |  | 10 | 3 |
|  | 2-25 |  | 2-25 |  |  |  |  |  | 2-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 60 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 8 |  | 36 |  |  | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 6 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| М1 | Простейшие алгоритмы на графах | Лекционные занятия | 6 |
| М2 | Игровые задачи на графах | Лекционные занятия | 8 |
| М3 | Переборные стратегии и неточное решение задач | Лекционные занятия | 8 |
| М4 | Паросочетания и потоки | Лекционные занятия | 6 |
| М5 | Деревья и структуры данных на их основе | Лекционные занятия | 8 |
| М6 | Планарность графов | Лекционные занятия | 8 |
| М7 | Раскраска графов | Лекционные занятия | 8 |
| М8 | Поиск гамильтонова цикла | Лекционные занятия | 8 |

М1. Простейшие алгоритмы на графах

1.1. Поиск в глубину и поиск в ширину и их расширения.

1.2. Алгоритмы поиска кратчайших путей: Дейкстры, Форда-Беллмана, Флойда, Левита. Связь с поиском в ширину.

1.3. Алгоритмы поиска минимального остова. Связь с алгоритмом Дейкстры.

1.4. Эйлеров цикл, рекурсивный алгоритм поиска, в том числе, лексикографически наименьшего эйлерова цикла.

1.5. Сильная связность и двусвязность. Поиск точек сочленения, мостов и компонент сильной связности и двусвязности.

М2. Игровые задачи на графах

2.1. Симметричные игры на графах. Ретроанализ

2.2. Функция Гранди, её построение и использования для анализа ациклических игр.

2.3. Функция Смита как обобщение функции Гранди. Использование ретроанализа для построения функции Смита.

2.4 Альфа-бета-отсечение и метод «Meet-in-the-middle». Использование для написания игровых стратегий на примере игр в крестики-нолики, шашки и шахматы.

М3. Переборные стратегии и неточное решение задач

3.1. Метод ветвей и границ. Метод итерационного углубления (iterative deepening)

3.2. Неточные задачи на графах на примере задачи коммивояжера. Эвристические стратегии.

3.3. Метод локальных улучшений и его использование.

3.4. Использование метода отжига для решения неточных задач.

3.5. Использование генетических алгоритмов для решения неточных задач.

М4. Паросочетания и потоки

4.1. Задача о паросочетании в двудольном графе. Проверка двудольности графа.

4.2. Двойственная задача — поиск минимального контролирующего множества. Алгоритм Куна.

4.3. Потоки и разрезы. Теорема Форда-Фалкерсона. Описание задачи о паросочетании в терминах потоков.

4.4. Алгоритм Эдмондса-Карпа для поиска максимального потока.

4.5. Алгоритм масштабирования (scaling) для поиска максимального потока.

4.6. Алгоритм Диница для поиска максимального потока. Использование идеи масштабирования в алгоритме Диница.

4.7. Поиск компонент k-связности с помощью потока.

4.8. Потоки минимальной стоимости. Задача о назначениях. Решение венгерским методом и решение с помощью потока минимальной стоимости. Транспортная задача.

М5. Деревья и структуры данных на их основе

5.1. Дерево, определение дерева как связного графа без циклов и связь с другими определениями.

5.2. Простейшие структуры данных с использованием деревьев. Дерево Фенвика и дерево отрезков. Решение задачи RMQ о нахождении минимума.

5.3. Связь задачи RMQ и задачи LCA о нахождении общего предка в дереве. Другие способы решения задачи LCA (offline с помощью поиска в глубину и системы непересекающихся множеств, двоичный подъём).

5.4. Двумерные и многомерные деревья.

5.5. Декартовы деревья, в том числе по неявному ключу.

5.6. Использование деревьев для решения задач на строки. Суффиксные деревья. Алгоритм Укконена. Связь с другими суффиксными структурами.

М6. Планарность графов

6.1. Укладка графов, алгоритм укладки произвольного графа в трёхмерное пространство.

6.2. Определение укладки графов на плоскости. Теорема Эйлера.

6.3. Неукладываемые графы. Теорема Куратовского.

6.4. Алгоритм Демокрона укладки графа на плоскости.

М7. Раскраска графов

7.1. Раскраска графа в два цвета, связь с двудольностью.

7.2. Раскраска планарного графа в 5 цветов. Задача четырёх красок.

7.3. Лемма Холла. Существование совершенного паросочетания в регулярном графе.

М8. Поиск гамильтонова цикла

8.1. Турнир, поиск гамильтонова пути в произвольном турнире и гамильтонова цикла в сильно связном турнире.

8.2. Теоремы Дирака и Оре, использование для поиска гамильтонова цикла в соответствующих условиях.

8.3. Теорема Хватала и построение соответствующего алгоритма.

8.4. Поиск гамильтонова пути в 4-связном планарном графе.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Для освоения дисциплины обучающиеся должны посещать лекционные занятия. На них преподаватель рассказывает материал курса согласно содержанию в разбивке по разделам по п.2.2.

При подготовке к лекциям необходимо учитывать, что изложение материала должно быть от простого к сложному, от известного к неизвестному. Рекомендуется применять активные формы проведения занятий: проблемное изложение, дискуссии, диалог с целью активизации деятельности обучающихся. При проведении занятий необходимо использовать презентации.

При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на семинаре передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания обучающихся наступает на 15-20-й минутах, второй – на 30-35-й минутах.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

При самостоятельном изучении теоретического материала целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу. По согласованию с преподавателем обучающийся может осваивать теоретическую часть курса по одному из онлайн-курсов, представленных на образовательных платформах в п. 3.4.3. При этом преподаватель обязан сообщить обучающимся, какие разделы выбранного им онлайн-курса недостаточно полно раскрывают ту или иную тему курса и порекомендовать дополнительные источники по данной теме. Преподаватель вправе отказать обучающемуся в самостоятельном освоении теоретической части дисциплины по онлайн-курсу в случае нахождения в нем существенных расхождений с содержанием курса в разделе 2 и п. 3.1.1.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Список экзаменационных вопросов предоставляется обучающимся не позднее, чем за две недели до экзамена. Пример списка содержится в разделе 3.1.4.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена запрещено.

Билет содержит два теоретических вопроса. На подготовку отводится не менее 1 академического часа. По окончании подготовки к ответу обучающийся устно излагает содержание экзаменационного вопроса экзаменатору. После ответа на вопрос билета, преподаватель вправе задать уточняющие вопросы по услышанному. Затем преподаватель задает дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен. В качестве уточняющих используются вопросы, не требующие длительного ответа, в том числе основные определения и понятия. Дополнительные вопросы должны строиться таким образом, чтобы с их помощью обучающийся мог продемонстрировать своё понимание или непонимание материала, а также способности к аргументированному обсуждению. Рекомендуется задавать 3-4 дополнительных вопроса на билет и не более 2-3 уточняющих вопросов. Преподаватель вправе увеличить количество вопросов в случае, если у него не возникает понимание, освоил обучающийся материал учебного курса или нет.

В любой момент обучающийся имеет право отказаться от ответа с выставлением оценки в 0 баллов.

За экзамен обучающийся может получить максимум 40 баллов. Ответ на каждый вопрос экзаменационного билета вместе с ответами на уточняющие вопросы по нему оценивается по шкале от 0 баллов (нет ответа) до 10 баллов (экзаменуемым даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале), таким образом, за вопросы билета обучающийся может получить до 30 баллов. Оставшийся бюджет из 20 баллов делится поровну по дополнительным вопросам. Преподаватель вправе снижать баллы за неточности и ошибки в зависимости от их грубости.

По желанию преподавателя на экзамен допустимо приглашать других преподавателей с квалификацией не ниже изложенной в п. 3.2.1 как для независимого оценивания ответов обучающихся, так и для коллегиального. В последнем случае оценка за экзамен ставится на основании голосования простого большинства. В спорных ситуациях преподаватель, ведущий дисциплину, имеет право принятия окончательного решения.

Перевод из баллов, полученных за экзамен в итоговый процент освоения курса делается по формуле

где I – итоговый процент освоения курса, n – заработанное обучающимся число баллов. Перевод в оценки делается по стандартной методике согласно приказу №7293/1 от 20.07.2018:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Итоговый процент освоения курса, % | Оценка СПбГУ при проведении экзамена | Оценка ECTS |
| 0-49 | Неудовлетворительно | F |
| 50-60 | Удовлетворительно | E |
| 61-69 | Удовлетворительно | D |
| 70-79 | Хорошо | C |
| 80-89 | Хорошо | B |
| 90-100 | Отлично | A |

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

В качестве примера вопросов на зачёт по дисциплине допустимо использовать основные вопросы, которые обсуждались на семинаре в разбивке в п. 2.2:

1. Поиск в глубину и поиск в ширину и их расширения.

2. Алгоритмы поиска кратчайших путей: Дейкстры, Форда-Беллмана, Флойда, Левита. Связь с поиском в ширину.

3. Алгоритмы поиска минимального остова. Связь с алгоритмом Дейкстры.

4. Эйлеров цикл, рекурсивный алгоритм поиска, в том числе, лексикографически наименьшего эйлерова цикла.

5. Сильная связность и двусвязность. Поиск точек сочленения, мостов и компонент сильной связности и двусвязности.

6. Симметричные игры на графах. Ретроанализ

7. Функция Гранди, её построение и использования для анализа ациклических игр.

8. Функция Смита как обобщение функции Гранди. Использование ретроанализа для построения функции Смита.

9. Альфа-бета-отсечение и метод «Meet-in-the-middle». Использование для написания игровых стратегий на примере игр в крестики-нолики, шашки и шахматы.

10. Метод ветвей и границ. Метод итерационного углубления (iterative deepening)

11. Неточные задачи на графах на примере задачи коммивояжера. Эвристические стратегии.

12. Метод локальных улучшений и его использование.

13. Использование метода отжига для решения неточных задач.

14. Использование генетических алгоритмов для решения неточных задач.

15. Задача о паросочетании в двудольном графе. Проверка двудольности графа.

16. Двойственная задача — поиск минимального контролирующего множества. Алгоритм Куна.

17. Потоки и разрезы. Теорема Форда-Фалкерсона. Описание задачи о паросочетании в терминах потоков.

18. Алгоритм Эдмондса-Карпа для поиска максимального потока.

19. Алгоритм масштабирования (scaling) для поиска максимального потока.

20. Алгоритм Диница для поиска максимального потока. Использование идеи масштабирования в алгоритме Диница.

21. Поиск компонент k-связности с помощью потока.

22. Потоки минимальной стоимости. Задача о назначениях. Решение венгерским методом и решение с помощью потока минимальной стоимости. Транспортная задача.

23. Дерево, определение дерева как связного графа без циклов и связь с другими определениями.

24. Простейшие структуры данных с использованием деревьев. Дерево Фенвика и дерево отрезков. Решение задачи RMQ о нахождении минимума.

25. Связь задачи RMQ и задачи LCA о нахождении общего предка в дереве. Другие способы решения задачи LCA (offline с помощью поиска в глубину и системы непересекающихся множеств, двоичный подъём).

26. Двумерные и многомерные деревья.

27. Декартовы деревья, в том числе по неявному ключу.

28. Использование деревьев для решения задач на строки. Суффиксные деревья. Алгоритм Укконена. Связь с другими суффиксными структурами.

29. Укладка графов, алгоритм укладки произвольного графа в трёхмерное пространство.

30. Определение укладки графов на плоскости. Теорема Эйлера.

31. Неукладываемые графы. Теорема Куратовского.

32. Алгоритм Демокрона укладки графа на плоскости.

33. Раскраска графа в два цвета, связь с двудольностью.

34. Раскраска планарного графа в 5 цветов. Задача четырёх красок.

35. Лемма Холла. Существование совершенного паросочетания в регулярном графе.

36. Турнир, поиск гамильтонова пути в произвольном турнире и гамильтонова цикла в сильно связном турнире.

37. Теоремы Дирака и Оре, использование для поиска гамильтонова цикла в соответствующих условиях.

38. Теорема Хватала и построение соответствующего алгоритма.

39. Поиск гамильтонова пути в 4-связном планарном графе.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции | Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.) |
|  | 1 | 2 |
| 1 | ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения | ответы на вопросы экзаменационного билета и ответы на дополнительные вопросы оцениваются по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хорошо), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100 |
| 2 | ОПК-2.2 Уметь проводить формализацию и алгоритмизацию поставленных задач | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 3 | ОПК-5.1 Установка и настройка системного и прикладного ПО, необходимого для функционирования ИС в соответствии с трудовым заданием | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 4 | ОПК-6.1 Уметь проверять и отлаживать программный код | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 5 | ОПК-7.2 Оценка осуществимости функционирования и сопровождения программного средства | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 6 | ОПК-8.1 Оценка и выбор технологии доступа к данным | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 7 | ПКП-1.1 Уметь разрабатывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 8 | ПКП-2.1 Уметь описывать алгоритмы компонентов, включая методы и схемы | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 9 | ПКП-3.1 Разработка модели бизнес-процессов заказчика | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 10 | ПКП-4.1 Оценка и выбор варианта архитектуры программного средства | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 11 | ПКП-5.1 Уметь выбирать технологии и средства разработки программного обеспечения | обучающемуся предлагается установить среду разработки для реализации одного из алгоритмов в экзаменационном билете.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 12 | ПКП-6.1 Уметь разрабатывать процедуры проверки работоспособности и измерения характеристик программного обеспечения | ответы на вопросы экзаменационного билета и ответы на дополнительные вопросы оцениваются по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хорошо), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100 |
| 13 | ПКП-7.1 Умеет проводить технические и управленческие ревизии создаваемого программного средства | ответы на вопросы экзаменационного билета и ответы на дополнительные вопросы оцениваются по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хорошо), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100 |
| 14 | УК 1.4. Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач; | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 15 | УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач; | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 16 | УКБ-1.5. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля; | обучающемуся предлагается запрограммировать алгоритм из экзаменационного билета в установленной среде разработки.Результат оценивается по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо) |
| 17 | УКБ-3.2. Точно определяет тип и форму необходимой информации. | ответы на вопросы экзаменационного билета и ответы на дополнительные вопросы оцениваются по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хорошо), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100 |

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем техническом образовании по направлениям «Программная инженерия», «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» и другим смежным направлениям, связанным с информационными технологиями.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Специальных требований нет.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специализированное оборудование не требуется.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специализированное программное обеспечение не требуется.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме, достаточном для проведения курса. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме, достаточном для проведения курса.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1. Список литературы**

Не предусмотрен.

**3.4.2. Иные информационные ресурсы**

• Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/>

• Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS>

• Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>

• Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource%20type=8>

**Раздел 4. Разработчики программы**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ФИО | Ученая  степень | Ученое звание | Должность | Контакты |
| Лопатин Андрей Сергеевич |  |  | тренер по программированию | cotinco@gmail.com |
| Сартасов  Станислав Юрьевич |  |  | ст.преподаватель кафедры системного программирования | s.sartasov@spbu.ru |