**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория вычислительных процессов и структур

Theory of Computational Processes and Structures

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 002192

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Приобретение обучаемым фундаментальных знаний в области теории вычислительных процессов и структур и выработка практических навыков применения этих знаний. Формирование навыков самостоятельного использования слушателями основных идей и методов, разработанных в данной области на всех стадиях научной и практической деятельности, включая этапы постановки задачи, отбора необходимых теоретических и технических средств, а также осмысление ими с теоретических и практических позиций концепций современных информационных технологий.

Отдельные параметры односеместрового курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от начальной подготовки обучающихся.

Основным методологическим принципом построения программы курса, равно как и всей концепции обучения в целом, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого — к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком концептуальном уровне.

Главный принцип, который лежит в основе данной программы, — это следование концепции Европейского уровня работы с формализацией математических формулировок и тем образовательным стандартам, которые обозначены этим документом в рамках приобретения компетенций, которые включают практические и теоретические компоненты.

По окончании обучения обучающиеся должны знать содержание данной дисциплины и иметь достаточно полное представление о возможностях применения ее разделов в различных прикладных областях науки и техники.

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

Программа дисциплины рассчитана на обучающихся 4–го курса. Максимальная эффективность Программы будет обеспечена при следующем условии: студент владеет базовыми математическими понятиями и базовыми понятиями в области информатики, изученными на первом, втором и третьем курсах.

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

знать содержание данной дисциплины и иметь достаточно полное представление о возможностях применения ее разделов в различных прикладных областях науки и техники;

уметь применять полученные знания на практике.

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

Аудиторная учебная работа: лекции в объеме 2 часа занятий в неделю.

Самостоятельная работа без участия преподавателя: индивидуальная работа с доступными текстами по математике и информатике, а также удовлетворение личных познавательных потребностей.

**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 7 | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 61 |  | 47 |  | 4 | 4 |
|  | 1-100 |  | 1-100 |  |  |  |  |  | 1-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 61 |  | 47 |  |  | 4 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | |
| Форма обучения: очная | | | |
| Семестр 7 |  | экзамен |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Период обучения (модуль): Семестр 7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1 | Спецификация программ | лекции | 4 |
| сам. раб. по методическим материалам | 8 |
| 2 | Семантика уравнений над множествами слов | лекции | 4 |
| сам. раб. по методическим материалам | 8 |
| 3 | Семантика рекурсивных программ | лекции | 6 |
| сам. раб. по методическим материалам | 10 |
| 4 | Стратегии вычисления рекурсивных программ | лекции | 5 |
| сам. раб. по методическим материалам | 8 |
| 5 | Доказательство свойств рекурсивных программ | лекции | 4 |
| сам. раб. по методическим материалам | 6 |
| 6 | Операционная семантика императивных языков | лекции | 4 |
| сам. раб. по методическим материалам | 12 |
| 7 | Операционная семантика различных вычислительных моделей | лекции | 3 |
| сам. раб. по методическим материалам | 5 |
| 8 | Формально-логического метод спецификации программных систем | лекции | 2 |
| сам. раб. по методическим материалам | 4 |
| 9 | Промежуточная аттестация | консультация | 2 |
| самостоятельная работа | 47 |
| экзамен | 2 |
| **Итого** | | | **144** |

**Содержание**

1. Спецификация программ

Спецификация программ. Основные понятия и примеры. Понятийные средства спецификации программ. Равенства и подстановки. Различные методы определения семантики.

1. Семантика уравнений над множествами слов

Денотационная семантика уравнений над множествами слов. Неподвижная точка оператора. Операционная семантика уравнений над множествами слов. Метод последовательных приближений и правила переписывания.

1. Семантика рекурсивных программ

Применение равенств для описания определений функций. Частичные функции. Монотонные функции и естественно-расширенные функции. Непрерывные функционалы. Неподвижные точки функционалов. Денотационная семантика рекурсивных программ. Теорема Клини о рекурсии.

1. Стратегии вычисления рекурсивных программ

Стратегии вычисления и примеры применения. Правила вычисления неподвижной точки. Необходимые условия правил вычисления неподвижной точки. Достаточные условия правил вычисления неподвижной точки. Безопасные подстановки. Рекурсивные программы на естественно-расширенных функциях. Полные и неполные стратегии вычислений.

1. Доказательство свойств рекурсивных программ

Применение специальных видов индукции для доказательства свойств рекурсивных программ. Свойства наименьшей неподвижной точки рекурсивных программ.

1. Операционная семантика императивных языков

Абстрактные машины состояний (ASM). Основные идеи. Параллельные и последовательные вычисления. Императивные языки. Пример операционная семантика языка Си в формализме ASM.

1. Операционная семантика различных вычислительных моделей

Логические и функциональные языки. Операционная семантика языка Пролог в формализме ASM Интерпретация языка ASM с временем. Проверка временных свойств ASM.

1. Формально-логического метод спецификации программных систем

Основы формально-логического подхода. Понятие модели и интерпретации. Аксиоматические системы и проверка на модели.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы.

Методические материалы включают в себя следующие типы материалов — учебники, учебные пособия, методические указания для обучающихся, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающихсяв в рамках данной дисциплины является важным компонентом обучения, предусмотренным компетентностно-ориентированным учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины.

Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов по тематике курса и источников, указанных в обязательной, дополнительной литературе и интернет-источниках, указанных с данной программе.

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

Текущий контроль может осуществляться в форме коротких опросов и тестов, углубленных вопросов по темам занятий, дополнительных вопросов, и т.д. Тесты предназначены для проверки и стимулирования непрерывного изучения материала, а также выявления вопросов, вызывающих наибольшие затруднения у обучающихся.

Экзамен.

В экзамен включаются все изученные темы. Экзамен проводится в устной и/или письменной форме с предварительной подготовкой. Обучающемуся предлагаются любые 3 вопроса в любом порядке. На подготовку одного вопроса в зависимости от сложности дается 15-20 минут. Один из вопросов может быть задачей. Не разрешается пользоваться никакими вспомогательными материалами и устройствами помимо ручки и чистой бумаги, за исключением тех вспомогательных материалов, которые специально приготовлены преподавателем для экзамена. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и студент удаляется с экзамена.

Оценки.

При необходимости уточнить оценку преподаватель вправе предлагать любые дополнительные вопросы и задачи по изученным темам.

Уверенные и полные ответы на все вопросы, включая умение применять теорию к решению предложенных задач, – оценка отлично (A).

Отдельные недочеты в ответе на экзамене или при решении задач – оценка хорошо (B).

Отдельные пробелы в ответе на экзамене или при решении задач – оценка хорошо (C).

Неполные ответы – менее 80% и недостаточно уверенное владение теоретическим материалом, выражающееся в незнании того или иного вопроса, - оценка удовлетворительно (D).

Неполные ответы – менее 80% и недостаточно уверенное владение теоретическим материалом, выражающееся в незнании того или иного вопроса, недостаточно четкие с логической и математической точек зрения рассуждения, которые экзаменующийся не может выразить как в устной, так и в письменной форме, – оценка удовлетворительно (E).

Неполные ответы – менее 60% или неуверенное владение теоретическим материалом, выражающееся в незнании того или иного вопроса, неумении проводить логически и математически корректные рассуждения, применять теоретические положения для решения задач – оценка неудовлетворительно (F).

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

Аппарат контроля за усвоением материалавключает в себя задания, тесты, контрольные работы, необходимые для эффективного контроля за усвоением учебного материала. Этот раздел состоит из тестов, завершающих каждую тему, тестов для самопроверки и итогового теста.

Примерный список контрольных вопросов по данному курсу.

1. Спецификация программ. Основные понятия и примеры. Понятийные средства спецификации программ. Равенства и подстановки. Виды семантики.
2. Денотационная семантика уравнений над множествами слов.
3. Операционная семантика уравнений над множествами слов (метод последовательных приближений и правила переписывания).
4. Применение равенств для описания определений функций. Частичные функции.
5. Монотонные функции и естественно-расширенные функции.
6. Суперпозиция монотонных функций. Свойства. Примеры.
7. Наименьшая верхняя грань.
8. Непрерывные функционалы.
9. Денотационная семантика рекурсивных программ.
10. Теорема Клини о рекурсии.
11. Стратегии вычисления и примеры применения.
12. Правила вычисления неподвижной точки.
13. Достаточные условия правил вычисления неподвижной точки.
14. Рекурсивные программы на естественно-расширенных функциях. Основные результаты. Примеры.
15. Применение индукционных методов для доказательства свойств наименьшей неподвижной точки рекурсивной программы.
16. Абстрактные машины состояний.
17. Операционная семантика языка Си
18. Операционная семантика языка Пролог.
19. Операционная семантика аппаратных схем.
20. Формальная верификация аппаратного обеспечения.
21. Отрицание в формальных грамматиках.
22. Смешанные вычисления и их практическое использование.
23. Абстрактных машин со временем.
24. Основы формально-логического подхода. Аксиоматические системы и проверка модели.

**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 образовании и/или ученую степень в области математики и компьютерных наук.

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

Требуется технический и вспомогательный персонал для подготовки аудитории и обеспечения работоспособности техники, подготовки раздаточных материалов и т.д.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

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

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: доска и средства для письма на ней, проекционная техника, компьютер для преподавателя.

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

Проекционная техника, компьютер с необходимым ПО для демонстрации презентаций, разработки и исполнения программ на универсальных языках программирования, видеопроектор, экран, доска.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Ведущий должен быть обеспечен личным компьютером и внешним запоминающим устройством для подготовки лекций и переноса содержания лекций на экран, а также проекционной техникой.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Системное и прикладное программное обеспечение для компьютерных классов.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Фломастеры цветные или мел в зависимости от типа доски, губки, канцелярские принадлежности в объеме, необходимом для организации и проведения занятий по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки, доступ преподавателя и студентов в компьютерные классы.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. С. А. Абрамов. Элементы анализа программ. 1986.
2. В. Н. Агафонов. Спецификация программ: понятийные средства и их организация. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. 220 с. 1990.
3. С.В. Зыков. Введение в теорию программирования. ИНТУИТ, 2016  
   http://www.intuit.ru/studies/courses/50/50/info.
4. Кнут Д.Э. Искусство программирования, тт.1-3. – М.; Киев; СПб: Вильямс, 2000-2013.
5. В. Е. Котов, В. Н. Сабельфельд Теория схем программ. М., Наука, 1989.
6. В. А. Непомнящий О. М. Рякин. Прикладные методы верификации программ. Под ред. А.П.Ершова. М.: Радио и связь, 1988.
7. И. П. Соловьёв. Формальные спецификации вычислительных систем. 2000.  
     
   **3.4.2 Список дополнительной литературы**
8. П. Васильев. Расширение языка машин абстрактных состояний Гуревича рациональным временем. Вестник СПбГУ, Информатика, Сер. 10, Вып. 4, 2007.
9. Д. Грис. Наука программирования. М.: Мир, 1984.
10. Э. Х. Тыугу. Концептуальное программирование. 1984.
11. Ч. Хоар. Взаимодействующие последовательные процессы. М., Мир, 1989.
12. Э. Хювенен, Й. Сепянен. Мир Лиспа. М., Мир, 1990.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Ресурсы сети Интернет

**Раздел 4. Разработчики программы**

Соловьев Игорь Павлович, к.ф-м.н., доц., доцент, [i.soloviev@spbu.ru](mailto:i.soloviev@spbu.ru), +7 (812) 428 42 33.