

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»
Кафедра прикладной математики и информатики

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«23» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.04 Параллельное программирование

Направление подготовки **01.03.02 Прикладная математика и информатика**
Направленность (профиль) **Математическое и информационное моделирование**
Форма обучения очная
Курс – 4
Семестр – 7
Всего зачетных единиц – 4, часов – 144

Форма отчетности: экзамен – 7 семестр

Программу разработал
кандидат технических наук, доцент Мунерман В.И.

Одобрена на заседании кафедры
«16» июня 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой _____ С.В. Козлов

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Параллельное программирование» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика. Данная дисциплина является логическим продолжением курсов «Операционные системы», «Информационные системы», «Администрирование информационных систем», «Администрирование облачных технологий» и др.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Параллельное программирование», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Архитектура компьютера», «Структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных», «Языки и методы программирования» и «Базы данных».

Освоение дисциплины «Параллельное программирование» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин базовой и вариативной части цикла дисциплин направления. Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Параллельное программирование» понадобятся при изучении дисциплины «Системы искусственного интеллекта» и при прохождении производственной практики.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-1. Способен осуществлять поиск, анализ, систематизацию научной информации в области прикладной математики и информатики для реализации научно-исследовательских проектов и решения прикладных задач по проектированию и разработке программного обеспечения.	Знает: теоретические основы и технологии организации научно-исследовательской деятельности. Умеет: осуществлять поиск, анализ, систематизацию научной информации в области прикладной математики и информатики для реализации научно-исследовательских проектов и решения прикладных задач по проектированию и разработке программного обеспечения. Владеет: навыками организации и проведения научно-исследовательской деятельности в ходе выполнения профессиональных функций.
ПК-2. Способен анализировать требования и проектировать программное и информационное обеспечение компьютерных сетей, вычислительные модели и модели данных для реализации элементов новых (или известных) программных продуктов.	Знает: возможности существующей программно-технической аппаратуры, современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств; методологии разработки программного обеспечения, технологии программирования; методы и средства проектирования программного обеспечения, баз данных, программных интерфейсов; принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения, типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; методики формализации и алгоритмизации поставленных задач. Умеет: проводить анализ требований к программному обеспечению, вырабатывать варианты их реализации, проводить оценку и обоснование вырабатываемых решений; использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения, применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов; использовать методы и приемы формализации и алгоритмизации задач, применять стандартные алгоритмы, использовать

	<p>программные средства для графического отображения алгоритмов.</p> <p>Владеет: методами анализа возможностей реализации требований к программному обеспечению, оценки времени и трудоемкости их реализации, навыками по проектированию программного обеспечения, баз данных, программных интерфейсов, информационных ресурсов сети Интернет.</p>
<p>ПК-3. Способен разрабатывать и отлаживать программный код</p>	<p>Знает: методологию разработки программного обеспечения, информационно-коммуникационных систем, баз данных, информационных ресурсов в сети Интернет; технологии программирования; особенности выбранной среды программирования и системы управления базами данных, синтаксис выбранного языка программирования, особенности программирования на нем, стандартные библиотеки языка программирования; компоненты программно-технических архитектур; методы повышения читаемости кода, системы кодировки символов, форматы хранения исходных текстов программ; методы и приемы отладки кода, типы и форматы сообщений об ошибках и состоянии аппаратных средств, современные компиляторы, отладчики оптимизаторы программного кода.</p> <p>Умеет: применять выбранные языки программирования для написания программного кода, использовать выбранную среду программирования и средства системы управления базами данных, использовать возможности имеющейся технической и программной архитектуры; структурировать, комментировать, размечать, форматировать программный код в соответствии с требованиями; выявлять ошибки в программном коде, применять методы и приемы его отладки, интерпретировать сообщения об ошибках, предупреждениях, применять современные компиляторы, отладчики, оптимизаторы программного кода.</p> <p>Владеет: навыками по созданию программного кода в соответствии с техническим заданием, оптимизации программного кода с использованием специализированных программных средств, форматированию программного кода, анализу, проверке, отладке исходного программного кода.</p>

3. Содержание дисциплины

1. **Принципы построения параллельных вычислительных систем.** Архитектурные принципы реализации параллельной обработки в вычислительных машинах;

2. **Методы и языковые механизмы конструирования параллельных программ.** Цели и задачи параллельной обработки данных. Моделирование и анализ параллельных вычислений. Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ. Системы разработки параллельных программ.

3. **Параллельные вычислительные методы.** Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики. Параллельные базы данных.

4. **Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ.** Оценка эффективности параллельных вычислений. Показатель эффекта распараллеливания

(ускорение). Эффективность использования вычислительной системы. Способы оценки показателей. Основные характеристики вычислительной системы, влияющие на величины ускорения и эффективности (архитектура, количество процессоров, топология каналов передачи данных).

5. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов.

Характеристики топологий сети передачи данных. Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных. Анализ трудоемкости основных операций передачи данных. Передача данных между двумя процессорами сети. Одиночная и множественная рассылка сообщений. Операция циклического сдвига. Методы логического представления топологии коммуникационной среды. Отображение кольцевой топологии и топологии решетки на гиперкуб.

6. Уровни распараллеливания вычислений. Распараллеливание вычислений на уровне команд, выражений, программных модулей, отдельно выполняемых заданий.

7. Этапы построения параллельных алгоритмов и программ. Выбор параллельного алгоритма. Реализация алгоритма в виде параллельной программы. Построение исполняемой программы для параллельной вычислительной системы. Параллельное исполнение машинной программы. Частные постановки: выбор оптимального алгоритма для конкретной вычислительной системы, нахождение наилучшей топологии вычислительной системы для решения определенной задачи, распараллеливание существующего алгоритма.

8. Технологические аспекты распараллеливания. Декомпозиция алгоритма на параллельно исполняемые фрагменты вычислений. Распределение заданий по процессорам и балансировка. Синхронизация и взаимоисключение. Организация взаимодействия.

9. Системы разработки параллельных программ. Автоматическая векторизация и распараллеливание. Проблемно-ориентированные компиляторы. Общая характеристика стандарта OpenMP. Создание параллельных областей. Разделение вычислительной нагрузки между потоками. Работа с данными. Синхронизация. Функции и переменные окружения. Сравнительная характеристика подходов параллельного программирования для систем с распределенной и общей памятью.

10. Общие способы распараллеливания алгоритмов. Выявление функциональной независимости отдельных фрагментов алгоритма (параллелизм команд). Геометрическое разделение вычислений (параллелизм данных). Иерархическая декомпозиция обработки данных.

11. Организация параллельного исполнения рекурсивных вычислений. Проблема рекурсивной зависимости этапов обработки данных. Каскадная схема. Подход для получения асимптотически ненулевой эффективности. Метод Оутса. Пример для вычисления частичных и общей сумм.

12. Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры. Способы разбиения матриц (горизонтальная, вертикальная, блочные схемы). Методы вычисления произведения матриц с использованием разных схем разбиения матриц. Обеспечение предельно допустимого параллелизма. Обращение матриц. Параллельные методы решения систем линейных уравнений.

13. Параллельная обработка в базах данных. Распределенные базы данных. Принцип симметричного горизонтального распределения данных. Параллельная реализация операций обработки данных.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			лекции	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1	Принципы построения параллельных вычислительных систем	8	2	2	4
2	Методы и языковые механизмы	8	2	2	4

	конструирования параллельных программ				
3	Параллельные вычислительные методы	8	2	2	4
4	Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ	8	2	2	4
5	Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов	12	4	4	4
6	Уровни распараллеливания вычислений	8	2	2	4
7	Этапы построения параллельных алгоритмов и программ	8	2	2	4
8	Технологические аспекты распараллеливания	8	2	2	4
9	Системы разработки параллельных программ	8	2	2	4
10	Общие способы распараллеливания алгоритмов	7	2	2	3
11	Организация параллельного исполнения рекурсивных вычислений	7	2	2	3
12	Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры	7	2	2	3
13	Параллельная обработка в базах данных	20	8	8	4
14	Подготовка к экзамену	27			27
ИТОГО		144	34	34	49+27

5. Виды образовательной деятельности

Лекции

1. **Принципы построения параллельных вычислительных систем.** Оценка эффективности параллельных вычислений. Показатель эффекта распараллеливания (ускорение). Эффективность использования вычислительной системы. Способы оценки показателей. Основные характеристики вычислительной системы, влияющие на величины ускорения и эффективности (архитектура, количество процессоров, топология каналов передачи данных).

2. **Методы и языковые механизмы конструирования параллельных программ.** Характеристики топологий сети передачи данных. Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных. Анализ трудоемкости основных операций передачи данных. Передача данных между двумя процессорами сети. Одиночная и множественная рассылка сообщений. Операция циклического сдвига.

3. **Параллельные вычислительные методы.** Методы логического представления топологии коммуникационной среды. Отображение кольцевой топологии и топологии решетки на гиперкуб.

4. **Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ.** Распараллеливание вычислений на уровне команд, выражений, программных модулей, отдельно выполняемых заданий.

5. **Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов.** Выбор параллельного алгоритма. Реализация алгоритма в виде параллельной программы. Построение исполняемой программы для параллельной вычислительной системы. Параллельное исполнение машинной программы.

6. **Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов.** Частные постановки: выбор оптимального алгоритма для конкретной вычислительной системы, нахождение наилучшей топологии вычислительной системы для решения определенной задачи, распараллеливание существующего алгоритма.

7. **Уровни распараллеливания вычислений.** Декомпозиция алгоритма на параллельно исполняемые фрагменты вычислений. Распределение заданий по процессорам и балансировка. Синхронизация и взаимоисключение. Организация взаимодействия.

8. **Этапы построения параллельных алгоритмов и программ.** Автоматическая векторизация и распараллеливание. Проблемно-ориентированные компиляторы. Общая характеристика стандарта OpenMP. Создание параллельных областей. Разделение вычислительной нагрузки между потоками.

9. **Технологические аспекты распараллеливания.** Поточковая модель параллельного программирования в C#. Методы запуска объектов и ожидания их завершения.

10. **Системы разработки параллельных программ.** Работа с данными. Синхронизация. Функции и переменные окружения. Сравнительная характеристика подходов параллельного программирования для систем с распределенной и общей памятью.

11. **Общие способы распараллеливания алгоритмов.** Выявление функциональной независимости отдельных фрагментов алгоритма (параллелизм команд). Геометрическое разделение вычислений (параллелизм данных). Иерархическая декомпозиция обработки данных.

12. **Организация параллельного исполнения рекурсивных вычислений.** Проблема рекурсивной зависимости этапов обработки данных. Каскадная схема. Подход для получения асимптотически ненулевой эффективности. Метод Оутса. Пример для вычисления частичных и общей сумм.

13. **Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры.** Способы разбиения матриц (горизонтальная, вертикальная, блочные схемы). Методы вычисления произведения матриц с использованием разных схем разбиения матриц. Обеспечение предельно допустимого параллелизма. Обращение матриц. Параллельные методы решения систем линейных уравнений.

14. **Параллельная обработка в базах данных.** Ленточный алгоритм и алгоритмы Фокса и Кэннона для умножения матриц.

15. **Параллельная обработка в базах данных.** Распределенные базы данных. Принцип симметричного горизонтального распределения данных.

16. **Параллельная обработка в базах данных.** Параллельная реализация операций над данными в SQL-модели данных.

17. **Параллельная обработка в базах данных.** Параллельная реализация операций над разреженными матрицами в базах данных.

Занятия семинарского типа – лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. *Принципы построения параллельных вычислительных систем*
Оценка эффективности параллельных вычислений.

Лабораторная работа №2. *Методы и языковые механизмы конструирования параллельных программ*

Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных.

Лабораторная работа №3. *Параллельная обработка в базах данных*
Параллелизм на уровне команд процессора.

Лабораторная работа №4. *Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ*
Построение исполняемой программы для параллельной вычислительной системы.

Лабораторная работа №5. *Параллельные вычислительные методы*
Распределение заданий по процессорам и балансировка.

Лабораторная работа №6. *Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов*

Разделение вычислительной нагрузки между потоками.

Лабораторная работа №7. *Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов*

Работа с данными. Синхронизация.

Лабораторная работа №8. *Уровни распараллеливания вычислений*

Реализация параллелизма команд и параллелизма данных.

Лабораторная работа №9. *Этапы построения параллельных алгоритмов и программ*

Ленточное разбиение матриц (горизонтальное, вертикальное).

Лабораторная работа №10. *Технологические аспекты распараллеливания*

Блочные схемы разбиения матриц.

Лабораторная работа №11. *Системы разработки параллельных программ*

Ленточный алгоритм. Реализация.

Лабораторная работа №12. *Общие способы распараллеливания алгоритмов*

Алгоритм Фокса. Реализация.

Лабораторная работа №13. *Организация параллельного исполнения рекурсивных вычислений*

Алгоритм Кэннона. Реализация.

Лабораторная работа №14. *Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры*

Алгоритм бустрофедона. Реализация.

Лабораторная работа №15. *Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры*

Параллельная реализация операции соединения.

Лабораторная работа №16. *Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры*

Реализация параллелизма задач.

Лабораторная работа №17. *Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры*

Параллельное умножение разреженных матриц в базе данных.

Задания для лабораторных работ по дисциплине «Параллельное программирование» предоставляется студентам на занятиях в электронном виде.

Самостоятельная работа

Текущая самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студентов и развитие их практических умений. Она заключается в работе с лекционными материалами, поиске и обзоре литературы и электронных источников, информации по заданным темам курса, опережающей самостоятельной работе, в изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к лабораторным занятиям.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит в:

- проработке лекционного материала, составлении конспекта лекций по темам, вынесенным на самостоятельное изучение;
- выполнении домашних заданий.

Темы для самостоятельного изучения

1. Моделирование и анализ параллельных вычислений.
2. Параллельные базы данных.
3. Эффективность использования вычислительной системы.
4. Методы передачи данных.
5. Реализация алгоритма в виде параллельной программы.
6. Параллельное исполнение машинной программы.
7. Синхронизация и взаимное исключение.
8. Создание параллельных областей.
9. Иерархическая декомпозиция обработки данных.
10. Проблема рекурсивной зависимости этапов обработки данных.
11. Каскадная схема.
12. Методы вычисления произведения матриц с использованием разных схем разбиения матриц.
13. Принцип симметричного горизонтального распределения данных.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Теоретические вопросы

1. Принципы построения параллельных вычислительных систем.
2. Методы и языковые механизмы конструирования параллельных программ.
3. Параллельные вычислительные методы.
4. Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ.
5. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов.
6. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов.
7. Уровни распараллеливания вычислений.
8. Этапы построения параллельных алгоритмов и программ.
9. Технологические аспекты распараллеливания.
10. Системы разработки параллельных программ.
11. Общие способы распараллеливания алгоритмов.
12. Организация параллельного исполнения рекурсивных вычислений.
13. Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры.
14. Параллельная обработка в базах данных.
15. Параллельная обработка в базах данных.
16. Параллельная обработка в базах данных.
17. Параллельная обработка в базах данных.

Критерии оценивания теоретических вопросов

Нормы оценивания ответов на теоретические вопросы

№ п/п	Теоретический вопрос	Количество баллов (*)
1	Дан краткий ответ на поставленный вопрос	1 балл
2	Дан развернутый ответ на вопрос с анализом результатов	2 балла

(*) Возможна градация в 0,25 балла.

Шкала оценивания. Оценка «зачтено» за ответы на теоретические вопросы выставляется, если набрано не менее 3 баллов при ответе на три вопроса, в противном случае выставляется «не зачтено».

Задания для лабораторных занятий

Задачи по темам курса предложены к каждому лабораторному занятию.

Задания для лабораторных и самостоятельной работ, образцы решений основных типовых задач практики также размещены в ЭИОС СмолГУ (www.moodle.smolgu.ru).

Образец задания

1. Разработать параллельную программу для операции разделения в алгоритме внешней сортировки.

2. Реализовать алгоритм бустрофедона.

Критерии оценивания выполнения лабораторных работ

Нормы оценивания каждой лабораторной работы:

№п/п	Структурная часть работы	Количество баллов (*)
1	Ответ на теоретические вопросы по теме лабораторной работы	1 балл
2	Демонстрация выполнения конкретного задания, предложенного для самостоятельного решения к лабораторной работе	2 балла

(*) с возможностью градации до 0,25 балла.

Шкала оценивания. Оценка «зачтено» за лабораторную работу выставляется, если набрано не менее 2 баллов, в противном случае за работу выставляется «не зачтено».

Контрольная работа

Образец задания

Разработать параллельную программу для операции разделения в алгоритме внешней сортировки.

Критерии оценивания контрольной работы

Нормы оценивания ответа

№п/п	Структурная часть билета	Количество баллов
1	Теоретическое обоснование решения	2 балла
2	Алгоритм решения задачи	1 балл
3	Программная реализация алгоритма	2 балла

(*) Возможна градация в 0,25 балла.

Шкала оценивания работы:

п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,5
4	Неудовлетворительно	менее 3

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Оценка эффективности параллельных вычислений. Показатель эффекта распараллеливания (ускорение). Эффективность использования вычислительной системы.

2. Основные характеристики вычислительной системы, влияющие на величины ускорения и эффективности (архитектура, количество процессоров, топология каналов передачи данных).

3. Алгоритмы маршрутизации.

4. Методы передачи данных.

5. Анализ трудоемкости основных операций передачи данных.

6. Передача данных между двумя процессорами сети.

7. Одиночная и множественная рассылка сообщений.

8. Операция циклического сдвига.
9. Методы логического представления топологии коммуникационной среды.
10. Отображение кольцевой топологии и топологии решетки на гиперкуб.
11. Распараллеливание вычислений на уровне команд, выражений, программных модулей, отдельно выполняемых заданий.
12. Выбор параллельного алгоритма.
13. Реализация алгоритма в виде параллельной программы.
14. Построение исполняемой программы для параллельной вычислительной системы.
15. Параллельное исполнение машинной программы.
16. Выбор оптимального алгоритма для конкретной вычислительной системы,
17. Нахождение наилучшей топологии вычислительной системы для решения определенной задачи, распараллеливание существующего алгоритма.
18. Декомпозиция алгоритма на параллельно исполняемые фрагменты вычислений.
19. Распределение заданий по процессорам и балансировка.
20. Синхронизация и взаимоисключение. Организация взаимодействия.
21. Автоматическая векторизация и распараллеливание.
22. Проблемно-ориентированные компиляторы.
23. Общая характеристика стандарта OpenMP.
24. Создание параллельных областей.
25. Разделение вычислительной нагрузки между потоками.
26. Работа с данными. Синхронизация.
27. Выявление функциональной независимости отдельных фрагментов алгоритма (параллелизм команд).
28. Геометрическое разделение вычислений (параллелизм данных). Иерархическая декомпозиция обработки данных.
29. Проблема рекурсивной зависимости этапов обработки данных. Каскадная схема. Метод Оутса.
30. Способы разбиения матриц (горизонтальная, вертикальная, блочные схемы).
31. Методы вычисления произведения матриц с использованием разных схем разбиения матриц. Обеспечение предельно допустимого параллелизма.
32. Ленточный алгоритм.
33. Алгоритм Фокса.
34. Алгоритм Кэннона.
35. Симметричной горизонтальное распределение данных.
36. Параллельная реализация операции Join.

Образец экзаменационного билета

1. Работа с данными. Синхронизация.
2. Параллельные объектно-ориентированные СУБД.
3. Разработать программу, параллельно реализующую операцию Join.

Критерии оценивания ответа на экзамене

Нормы оценивания ответа

№п/п	Структурная часть билета	Количество баллов
1	Теоретический вопрос	2 балла
2	Математическая модель	1 балл
3	Реализация решения задачи	2 балла

(*) Возможна градация в 0,25 балла.

Шкала оценивания работы:

п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,5
4	Неудовлетворительно	менее 3

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Астапчук В. А. Корпоративные информационные системы: требования при проектировании: учебное пособие для вузов / В. А. Астапчук, П. В. Терещенко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 113 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08546-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/453261>
2. Волкова В. Н. Теория информационных процессов и систем: учебник и практикум для вузов / В. Н. Волкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 432 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05621-1. – URL: <https://urait.ru/bcode/450255>
3. Гордеев С. И. Организация баз данных в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / С. И. Гордеев, В. Н. Волошина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 310 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04469-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/452928>
4. Гордеев С. И. Организация баз данных в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / С. И. Гордеев, В. Н. Волошина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 513 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04470-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/454122>
5. Грекул В. И. Проектирование информационных систем: учебник и практикум для вузов / В. И. Грекул, Н. Л. Коровкина, Г. А. Левочкина. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 385 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8764-5. – URL: <https://urait.ru/bcode/450997>
6. Григорьев М. В. Проектирование информационных систем: учебное пособие для вузов / М. В. Григорьев, И. И. Григорьева. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 318 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01305-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/451794>
7. Гутгарц Р. Д. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления : учебное пособие для вузов / Р. Д. Гутгарц. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 304 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07961-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/455707>
8. Зараменских Е. П. Управление жизненным циклом информационных систем: учебник и практикум для вузов / Е. П. Зараменских. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 431 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-9200-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/451064>
9. Лаврищева Е. М. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем: учебник для вузов / Е. М. Лаврищева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 432 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07604-2. – URL: <https://urait.ru/bcode/452137>
10. Нестеров С. А. Базы данных: учебник и практикум для вузов / С. А. Нестеров. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 230 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00874-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/450772>
11. Нетёсова О. Ю. Информационные системы и технологии в экономике: учебное пособие для вузов / О. Ю. Нетёсова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 178 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08223-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/452595>
12. Проектирование информационных систем: учебник и практикум для вузов / Д. В. Чистов, П. П. Мельников, А. В. Золотарюк, Н. Б. Ничепорук ; под общей редакцией Д. В. Чистова. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 258 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00492-2. – URL: <https://urait.ru/bcode/450339>
13. Рыбальченко М. В. Архитектура информационных систем: учебное пособие для вузов / М. В. Рыбальченко. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 91 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01159-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/452886>
14. Системы управления технологическими процессами и информационные технологии: учебное пособие для вузов / В. В. Троценко, В. К. Федоров, А. И. Забудский, В. В. Комендантов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 136 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09938-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/454172>
15. Советов Б. Я. Базы данных: учебник для среднего профессионального образования / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 420 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09324-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/472497>

16. Соколова В. В. Вычислительная техника и информационные технологии. Разработка мобильных приложений: учебное пособие для вузов / В. В. Соколова. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 175 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-6525-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/451366>
17. Стружкин Н. П. Базы данных: проектирование. Практикум: учебное пособие для вузов / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 291 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00739-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/451246>
18. Стружкин Н. П. Базы данных: проектирование: учебник для вузов / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 477 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00229-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/450165>
19. Теория механизмов и машин. Проектирование элементов и устройств технологических систем электронной техники: учебник для вузов / Е. Н. Ивашов, П. А. Лучников, А. С. Сигов, С. В. Степанчиков; под редакцией А. С. Сигова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 369 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03196-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/451278>
20. Чекмарев А. В. Управление ИТ-проектами и процессами: учебник для вузов / А. В. Чекмарев. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 228 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11191-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/455189>
21. Щеглов А. Ю. Защита информации: основы теории: учебник для бакалавриата и магистратуры / А. Ю. Щеглов, К. А. Щеглов. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 309 с. – (Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-04732-5. – URL: <https://urait.ru/bcode/449285>

7.2. Дополнительная литература

1. Гаврилов М. В. Информатика и информационные технологии: учебник для вузов / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 383 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00814-2. – URL: <https://urait.ru/bcode/449779>
2. Гниденко И. Г. Технологии и методы программирования: учебное пособие для вузов / И. Г. Гниденко, Ф. Ф. Павлов, Д. Ю. Федоров. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 235 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02816-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/450999>
3. Зыков С. В. Программирование. Объектно-ориентированный подход: учебник и практикум для вузов / С. В. Зыков. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 155 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00850-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/451488>
4. Зыков С. В. Программирование: учебник и практикум для вузов / С. В. Зыков. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 320 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02444-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/450832>
5. Казанский А. А. Программирование на Visual C#: учебное пособие для вузов / А. А. Казанский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 192 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-12338-8. – URL: <https://urait.ru/bcode/451467>
6. Крупский В. Н. Теория алгоритмов. Введение в сложность вычислений: учебное пособие для вузов / В. Н. Крупский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 117 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04817-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/454121>
7. Лаврищева Е. М. Программная инженерия. Парадигмы, технологии и CASE-средства: учебник для вузов / Е. М. Лаврищева. – 2-е изд., испр. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 280 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01056-5. – URL: <https://urait.ru/bcode/452156>
8. Малявко А. А. Формальные языки и компиляторы: учебное пособие для вузов / А. А. Малявко. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 429 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04288-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/453250>
9. Методы оптимизации: теория и алгоритмы: учебное пособие для вузов / А. А. Черняк, Ж. А. Черняк, Ю. М. Метельский, С. А. Богданович. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 357 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04103-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/453567>

10. Парфенов Ю. П. Постреляционные хранилища данных: учебное пособие для вузов / Ю. П. Парфенов. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 121 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09837-2. – URL: <https://urait.ru/bcode/453758>
11. Советов Б. Я. Информационные технологии: учебник для вузов / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 327 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00048-1. – URL: <https://urait.ru/bcode/449939>
12. Трофимов В. В. Алгоритмизация и программирование: учебник для вузов / В. В. Трофимов, Т. А. Павловская; под редакцией В. В. Трофимова. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 137 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07834-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/452333>
13. Тузовский А. Ф. Объектно-ориентированное программирование: учебное пособие для вузов / А. Ф. Тузовский. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 206 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00849-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/451429>
14. Черпаков И. В. Основы программирования: учебник и практикум для вузов / И. В. Черпаков. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 219 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-9983-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/450823>
15. Черпаков И. В. Теоретические основы информатики: учебник и практикум для вузов / И. В. Черпаков. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 353 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8562-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/450871>
16. Черткова Е. А. Программная инженерия. Визуальное моделирование программных систем: учебник для вузов / Е. А. Черткова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 147 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09172-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/452749>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Система дистанционного обучения СмолГУ (moodle.smolgu.ru).
2. Национальный открытый университет (intuit.ru).
3. Национальная платформа открытого образования (opened.ru).
4. Сеть разработчиков Майкрософт (msdn.microsoft.com/ru-ru/).

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная стандартной учебной мебелью, интерактивной доской, мультимедиапроектором, ноутбуком и колонками.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - компьютерная аудитория с выходом в Интернет.

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный АО «Лаборатория Касперского», лицензия 1FB6-161215-133553-1-6231.

Microsoft Open License, лицензия 49463448 в составе: Microsoft Windows Professional 7 Russian; Microsoft Office 2010 Russian.

Система программирования MS Visual Studio 19 (язык программирования C#).

Поисковые системы сети Интернет.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022