

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

М. В. Соловей

ПОИСКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины для студентов магистратуры
по направлению подготовки
09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 519.6

Рецензент

кандидат педагогических наук, доцент кафедры прикладной информатики
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
Е. Ю. Заболотнова

Соловей, М. В.

Поисковые алгоритмы: учеб.-метод. пособие по дисциплине для студ. магистратуры по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника / М. В. Соловей. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 14 с.

В учебно-методическом пособии приведен тематический план по дисциплине и даны методические указания по её самостоятельному изучению, подготовке к сдаче экзамена. Пособие подготовлено в соответствии с требованиями утвержденной рабочей программы дисциплины направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено в качестве локального электронного методического материала кафедрой прикладной информатики 3 июля 2023 г., протокол № 13

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в качестве локального электронного методического материала в учебном процессе методической комиссией Института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 5 июля 2023, протокол № 8

УДК 519.6

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Соловей М. В., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	6
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ	8
ТЕМА № 1. ВВЕДЕНИЕ В ПОИСКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	8
ТЕМА № 2. МЕТРИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОИСКОВЫХ АЛГОРИТМОВ: ТОЧНОСТЬ, ПОЛНОТА, F-МЕРА И ДРУГИЕ	9
ТЕМА № 3. МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАЗРАБОТКЕ ПОИСКОВЫХ АЛГОРИТМОВ.....	9
ТЕМА № 4. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПОИСКОВЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.....	10
ТРЕБОВАНИЯ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	11
Текущая аттестация	11
Условия получения положительной оценки	11
Примерные вопросы к ЭКЗАМЕНУ по дисциплине.....	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	12
ЛИТЕРАТУРА	13

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов направлений подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, изучающих дисциплину «Поисковые алгоритмы».

Целью освоения дисциплины «Поисковые алгоритмы» является формирование у студентов следующих компетенций:

по ПК-2: Разработка, адаптация и внедрение методов, алгоритмов и технологий искусственного интеллекта и машинного обучения:

ПК-2.3: Применяет поисковые алгоритмы в задачах разработки и адаптации программного обеспечения на базе искусственного интеллекта и машинного обучения.

В результате освоения дисциплины ожидается, что студенты получат целостное представление о предметной области, а также будут:

знать

- математические основы построения поисковых алгоритмов;
- основные алгоритмы последовательного, бинарного поиска, хэширования;

уметь

- адаптировать существующие алгоритмы к решению поставленных задач;

владеть:

- навыками реализации поисковых алгоритмов.

Далее в пособии представлен тематический план, содержащий перечень изучаемых тем, обязательных лабораторных работ, мероприятий текущей аттестации и отводимое на них аудиторное время (в соответствии с расписанием) и самостоятельную работу. При формировании личного образовательного плана на семестр следует оценивать рекомендуемое время на изучение дисциплины; возможно, потребуется больше времени на выполнение отдельных заданий или проработку отдельных тем.

В разделе «Содержание дисциплины» приведены подробные сведения об изучаемых вопросах, по которым можно ориентироваться в случае пропуска каких-либо занятий, а также методические рекомендации преподавателя для самостоятельной подготовки. Каждая тема имеет ссылки на литературу (или иные информационные ресурсы), а также контрольные вопросы для самопроверки.

Раздел «Текущая аттестация» содержит описание обязательных мероприятий контроля самостоятельной работы и усвоения разделов или отдельных тем дисциплины. Далее изложены требования к завершающей аттестации – зачету и/или экзамену.

В разделе «Балльно-рейтинговая система» приведен порядок применения балльно-рейтинговой системы контроля успеваемости.

Помимо данного пособия, студентам следует использовать материалы, размещенные в соответствующем данной дисциплине разделе ЭИОС, в которые более оперативно вносятся изменения для адаптации дисциплины под конкретную группу.

При выполнении лабораторных работ может быть использовано программное обеспечение:

Типовое ПО на всех ПК

1. Операционная система Windows 7 (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription").
2. Офисное приложение MS Office 2013 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription").
3. Kaspersky (Endpoint Security).
4. Google Chrome (GNU).
6. Acrobat Reader DC (GNU).

7. Code Site 5.0.
8. CollabNet Subversion Client (GNU).
9. Embarcadero InterBase XE3.
10. Embarcadero RAD Studio XE5.
11. Entensys (GNU).
12. Java (GNU).
13. Java Development Kit (GNU).
14. Lazarus (GNU GENERAL PUBLIC).
15. MyET (GNU).
16. Python.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

	Раздел (модуль) дисциплины	Тема	Объем аудиторной работы (очная форма обучения), ч	Объем самост. работы (очная форма обучения), ч	Объем аудиторной работы (заочная форма обучения), ч	Объем самост. работы (заочная форма обучения), ч
Лекции						
1	Введение в поисковые алгоритмы: основные понятия и определения	Введение в поисковые алгоритмы: основные понятия и определения	10	10	2	30
2	Метрики оценки качества поисковых алгоритмов: точность, полнота, F-мера и другие	Метрики оценки качества поисковых алгоритмов: точность, полнота, F-мера и др.	10	20	2	30
3	Методы машинного обучения в разработке поисковых алгоритмов	Методы машинного обучения в разработке поисковых алгоритмов	5	10	1	30
4	Методы оптимизации поисковых алгоритмов для повышения производительности	Методы оптимизации поисковых алгоритмов для повышения производительности	5	20	1	30
			30	60	6	120
Лабораторные занятия						
1	Алгоритм BM25 и его модификации	Алгоритм BM25 и его модификации	10	5	2	5
2	Применение графовых алгоритмов в поиске информации	Применение графовых алгоритмов в поиске информации	10	5	2	5
3	Анализ социальных сигналов и их влияние на поисковые алгоритмы	Анализ социальных сигналов и их влияние на поисковые алгоритмы	5	5	1	5

	Раздел (модуль) дисциплины	Тема	Объем аудиторной работы (очная форма обучения), ч	Объем самост. работы (очная форма обучения), ч	Объем аудиторной работы (заочная форма обучения), ч	Объем самост. работы (заочная форма обучения), ч
4	Анализ алгоритмов кластеризации и их применение в поиске	Анализ алгоритмов кластеризации и их применение в поиске	9,25	5	1	5
			34,25	20	6	20

			Рубежный (текущий) и итоговый контроль			
2.1	Контроль 1	Тестирование 1	13	8	2	8
3.1	Контроль 2	Тестирование 2	18	7	4	7
		Итоговый контроль (экзамен)	2,75	1,5	5,5	1,5
			33,75	16,5	11,5	16,5

Всего	98	82	23,5	156,5
--------------	-----------	-----------	-------------	--------------

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ

ТЕМА № 1. ВВЕДЕНИЕ В ПОИСКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Перечень изучаемых вопросов:

История развития поисковых алгоритмов.

Классификация поисковых алгоритмов: виды и характеристики.

Основы теории информации и вероятности для разработки поисковых алгоритмов.

Алгоритмы сходства и различия текстовых документов.

Методы векторизации текстовых документов.

Методические указания к изучению:

Обратить внимание на определения системы управления. Изучить возможности интерфейса системы MS Project. Изучить вопросы, связанные с реализацией инновационных проектов и проектов в сфере искусственного интеллекта.

Объем самостоятельной работы – 10 ч.

Литература:

1. Малявко, А. А. Суперкомпьютеры и системы: построение вычислительных кластеров: учеб. пособие / А. А. Малявко, С. А. Менжулин. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 96 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574846> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

2. Парфенов, Д. В. Параллельные и распределенные вычисления: учеб. пособие / Д. В. Парфенов, Д. А. Петрусевич. — Москва: РТУ МИРЭА, 2022. – 92 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/265658> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

3. Основы работы с технологией параллельных вычислений CUDA: учеб. пособие / сост. С. И. Елесина. – Рязань: РГРТУ, 2020. – 80 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/220436> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- Что такое поисковый алгоритм?
- Какие задачи решают поисковые алгоритмы?
- В чем разница между поисковыми алгоритмами и механизмами индексирования?
- Что такое релевантность в контексте поисковых алгоритмов?
- Что такое ложноположительный результат в контексте поисковых алгоритмов?
- Что такое ложноотрицательный результат в контексте поисковых алгоритмов?
- Что означает термин “ранжирование” в контексте поисковых систем?
- Что такое точность, полнота и F-мера в оценке качества работы поисковых алгоритмов?
- Что значит “алгоритм устойчив к спаму”?
- Что такое векторизация в контексте текстовых документов и поисковых алгоритмов?

ТЕМА № 2. МЕТРИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОИСКОВЫХ АЛГОРИТМОВ: ТОЧНОСТЬ, ПОЛНОТА, F-МЕРА И ДРУГИЕ

Перечень изучаемых вопросов:

В данной теме рассматриваются основные метрики, используемые для оценки качества работы поисковых алгоритмов: точность, полнота и F-мера. Студенты научатся рассчитывать данные показатели и понимать, в каких случаях они применяются для оценки результатов поиска.

Методические указания к изучению:

Обратить внимание на вопросы, связанные с оценкой качества поисковых алгоритмов.

Объём самостоятельной работы – 20 ч.

Литература:

1. Николаев, Е. И. Параллельные вычисления: учеб. пособие / Е. И. Николаев; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 185 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459124> (дата обращения: 03.03.2022). – Текст: электронный.

2. Малявко, А. А. Суперкомпьютеры и системы: мультипроцессоры: учеб. пособие / А. А. Малявко, С. А. Менжулин; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 64 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576417> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- Какие метрики используются для оценки качества поисковых алгоритмов?
- Что такое точность в контексте оценки качества поисковых алгоритмов?
- Как рассчитывается точность поискового алгоритма?
- Что такое полнота в контексте оценки качества поисковых алгоритмов?
- Как рассчитывается полнота поискового алгоритма?
- Что такое F-мера и как она используется для оценки качества поисковых алгоритмов?

ТЕМА № 3. МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАЗРАБОТКЕ ПОИСКОВЫХ АЛГОРИТМОВ

Перечень изучаемых вопросов:

Что такое машинное обучение и как оно используется в разработке поисковых алгоритмов? Какие методы машинного обучения используются в разработке поисковых алгоритмов? Как осуществляется обучение модели машинного обучения для улучшения поисковых алгоритмов? Что такое контролируемое обучение и как оно применяется в поисковых алгоритмах? Что такое неконтролируемое обучение и как оно используется для улучшения алгоритмов поиска?

Методические указания к изучению:

Особое внимание уделить возможностям машинного обучения в разработке поисковых алгоритмов.

Объём самостоятельной работы – 10 ч.

Литература:

1. Парфенов, Д. В. Параллельные и распределенные вычисления: учеб. пособие / Д. В. Парфенов, Д. А. Петрусевич. – Москва: РТУ МИРЭА, 2022. – 92 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/265658> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

2. Основы работы с технологией параллельных вычислений CUDA: учеб. пособие / сост. С. И. Елесина. – Рязань: РГРТУ, 2020. – 80 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/220436> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

Контрольные вопросы для самопроверки:

1 В чем заключается роль методов машинного обучения в улучшении ранжирования результатов поиска?

2 Как машинное обучение может помочь в определении релевантности документов в результатах поиска?

3 Что такое обучение с подкреплением и как оно может быть использовано для оптимизации поисковых алгоритмов?

4 .Какие техники машинного обучения наиболее эффективны для улучшения качества поиска?

5. Какие метрики оценки качества используются для моделей машинного обучения в поисковых системах?

ТЕМА № 4. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПОИСКОВЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Перечень изучаемых вопросов:

Какие существуют методы оптимизации поисковых алгоритмов для увеличения их производительности? Каким образом можно оптимизировать процесс индексации для повышения производительности поискового алгоритма? Какие алгоритмы кластеризации применяются для оптимизации работы поисковых систем? Как алгоритмы машинного обучения используются для оптимизации производительности поисковых систем? В каких случаях использование графовых баз данных улучшает производительность поисковых систем? Какие методы применяются для снижения энергопотребления поисковых систем?

Методические указания к изучению:

Обратить внимание на оптимизацию поисковых алгоритмов с целью повышения производительности.

Объём самостоятельной работы – 20 ч.

Литература:

1. Николаев, Е. И. Параллельные вычисления: учеб. пособие / Е. И. Николаев; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 185 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459124> (дата обращения: 03.03.2022). – Текст: электронный.

2. Малявко, А. А. Суперкомпьютеры и системы: мультипроцессоры: учеб.пособие / А. А. Малявко, С. А. Менжулин; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 64 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576417> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Каковы основные методы оптимизации поисковых алгоритмов?
2. Как можно оптимизировать процесс индексирования для повышения производительности поискового алгоритма?
3. Какие методы используются для сокращения времени поиска в больших коллекциях данных?
4. Какие алгоритмы кластеризации используются для оптимизации поисковых систем?
5. Как алгоритмы машинного обучения могут быть использованы для оптимизации производительности поисковых систем?
6. Как использование графовых баз данных может улучшить производительность поисковых систем?
7. Какие методы используются для снижения энергопотребления поисковых систем?

ТРЕБОВАНИЯ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕКУЩАЯ АТТЕСТАЦИЯ

В ходе изучения дисциплины студентам предстоит пройти следующие этапы текущей аттестации: защита лабораторных работ, экзамен.

Для оценивания знаний студентов используется традиционная зачетно-экзаменационная методика.

УСЛОВИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины в семестре (получившие при этой аттестации одну из оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»);
- получившие положительную оценку по результатам лабораторного практикума в семестре.

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Дайте определение понятию “поисковый алгоритм”.
2. Перечислите основные задачи, которые решают поисковые алгоритмы.
3. Опишите разницу между поисковыми алгоритмами и механизмами индексирования.
4. Дайте определение термину “релевантность” в контексте поисковых алгоритмов.
5. Опишите, что такое ложноположительные и ложноотрицательные результаты в контексте поисковых алгоритмов.

6. Объясните, что означает термин “ранжирование” в контексте поисковых систем.
7. Опишите, как рассчитываются такие метрики качества работы поисковых алгоритмов, как точность, полнота и F1-мера.
8. Дайте определение термина “устойчивость к спаму” в контексте поисковых алгоритмов.
9. Объясните, что такое векторизация и как она применяется в контексте текстовых документов и поисковых алгоритмов.
10. Перечислите и опишите основные методы оптимизации поисковых алгоритмов.
11. Опишите, какие методы используются для уменьшения времени поиска в больших коллекциях данных.
12. Объясните, каким образом алгоритмы машинного обучения применяются для оптимизации производительности поисковых систем.
13. Перечислите алгоритмы кластеризации, которые используются для оптимизации работы поисковых систем.
14. Опишите, каким образом использование графовых баз данных влияет на производительность поисковых систем.
15. Перечислите методы, которые применяются для снижения энергопотребления поисковых систем.
16. В чем заключается роль методов машинного обучения в улучшении ранжирования результатов поиска?
17. Как машинное обучение может помочь в определении релевантности документов в результатах поиска?
18. Что такое обучение с подкреплением и как оно может быть использовано для оптимизации поисковых алгоритмов?
19. Какие техники машинного обучения наиболее эффективны для улучшения качества поиска?
20. Какие метрики оценки качества используются для моделей машинного обучения в поисковых системах?
21. Что такое поисковый алгоритм?
22. Какие задачи решают поисковые алгоритмы?
23. В чем разница между поисковыми алгоритмами и механизмами индексирования?
24. Что такое релевантность в контексте поисковых алгоритмов?
25. Что такое ложноположительный результат в контексте поисковых алгоритмов?
26. Что такое ложноотрицательный результат в контексте поисковых алгоритмов?
27. Что означает термин “ранжирование” в контексте поисковых систем?
28. Что такое точность, полнота и F-мера в оценке качества работы поисковых алгоритмов?
29. Что значит “алгоритм устойчив к спаму”?
30. Что такое векторизация в контексте текстовых документов и поисковых алгоритмов?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение дисциплины позволит студентам узнать методы и средства организации и поиска информации с использованием поисковых алгоритмов.

В результате освоения дисциплины ожидается, что студенты получат целостное представление о предметной области, а также будут знать математические основы построения поисковых алгоритмов; иметь понятие об основных алгоритмах

последовательного, бинарного поиска, хэширования. Также студент будет уметь адаптировать существующие алгоритмы к решению поставленных задач и реализовывать поисковые алгоритмы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Николаев, Е. И. Параллельные вычисления: учеб. пособие / Е. И. Николаев; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 185 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459124> (дата обращения: 03.03.2022). – Текст: электронный.

2. Малявко, А. А. Суперкомпьютеры и системы: мультипроцессоры: учеб. пособие / А. А. Малявко, С. А. Менжулин; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 64 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576417> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

3. Парфенов, Д. В. Параллельные и распределенные вычисления: учеб. пособие / Д. В. Парфенов, Д. А. Петрусевич. – Москва: РТУ МИРЭА, 2022. – 92 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/265658> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

4. Основы работы с технологией параллельных вычислений CUDA: учеб. пособие / сост. С. И. Елесина. – Рязань: РГРТУ, 2020. – 80 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/220436> (дата обращения: 23.02.2023). – Текст: электронный.

Дополнительная:

1. Перл, И. А. Введение в методологию программной инженерии: учеб. пособие / И. А. Перл, О. В. Калёнова. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019. – 53 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=566776> (дата обращения: 24.02.2023). – Текст: электронный.

2. Доррер, Г. А. Методология программной инженерии: учеб. пособие / Г. А. Доррер. – Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. – 190 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/195097> (дата обращения: 24.02.2023). – Текст: электронный.

3. Зубкова, Т. М. Технология разработки программного обеспечения: учеб. пособие / Т. М. Зубкова. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 324 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206882> (дата обращения: 24.03.2023). – Текст: электронный.

4. Дукельский, К. В. Управление качеством программного обеспечения: учеб. пособие / К. В. Дукельский, И. Б. Бондаренко. – Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М. А. Бонч-Бруевича, 2021. – 52 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/279632> (дата обращения: 24.03.2023). – Текст: электронный.

5. Романов, Е. Л. Программная инженерия: учеб. пособие / Е. Л. Романов. – Новосибирск: НГТУ, 2017. – 395 с. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/118221> (дата обращения: 24.02.2023). – Текст: электронный.

Локальный электронный методический материал

Марина Викторовна Соловей

ПОИСКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 0,6. Печ. л. 0,9.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1