

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**6D060200-«Информатика» мамандығы бойынша  
ТИПТІК ОҚУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫ**

**\* \* \***

**ТИПОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН**

**по специальности 6D060200-«Информатика»**

**Алматы 2017**

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**6D060200-«Информатика» мамандығы бойынша  
ТИПТІК ОҚУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫ**

**\* \* \***

**ТИПОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН**

**по специальности 6D060200-«Информатика»**

**Алматы 2017**

1. Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінде **ӘЗІРЛЕНГЕН ЖӘНЕ ҰСЫНҒАН.**

2. Типтік оқу бағдарламасы Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрі міндетін атқарушының 2013 жылғы 16 тамыздағы №343 бұйрығы негізінде бекітілген типтік оқу жоспарына сәйкес әзірленген (428 қосымша). ҚР Білім және ғылым министрлігі 2016 жылғы 05 шілдедегі №425 бұйрығымен өзгертулер енгізілген.

3. Республикалық оқу-әдістемелік жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру кеңесінің 2016 жылғы 30 маусымындағы №2 мәжіліс хаттамасының шешімімен **БЕКІТІЛДІ**

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің рұқсатынсыз осы типтік бағдарламаларын көбейтуге және таратуға болмайды.

1. **РАЗРАБОТАНЫ И ВНЕСЕНЫ** Казахским национальным университетом им. аль-Фараби.

2. Типовая учебная программа разработана в соответствии с типовым учебным планом, утвержденным приказом исполняющего обязанности Министра образования и науки Республики Казахстан от 16 августа 2013 года № 343 (Приложение 428). Внесены изменения приказом Министра образования и науки РК от 5 июля 2016 № 425.

3. **УТВЕРЖДЕНЫ** протокольным решением №2 заседания Республиканского учебно-методического совета высшего и послевузовского образования от 30 июня 2016 года.

Настоящие типовые учебные программы не могут быть тиражированы и распространены без разрешения Министерства образования и науки Республики Казахстан

@ КазНУ аль-Фараби, 2017

# ATZ 7201 АЛГАРИТМДЕРДІ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

көлемі 3 кредит

## Авторлары:

физика-математика ғылымдарының докторы, профессор **Балақаева Г. Т.**

## Пікір жазғандар:

Қазақстан - Британ техникалық университеті, ақпараттық технологиялар факультетінің деканы, профессор **Ақжолова А. Ж.**

физика - математика ғылымдарының кандидаты, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ механика кафедрасының бастығы, доцент **Ракишева З.Б.**

## ТҮСІНІКТЕМЕ ХАТ

«Алгоритмдерді зерттеу және талдау» – 2016 жылғы 6D060200 – «Информатика» - мамандығы МЖМБС мамандығының типтік оқу жоспарына сәйкес оқытылатын пән.

Берілген пәннің мақсаты заманауи алгоритмдерді зерттеу және олардың талдауы саласындағы жоғары білікті мамандар даярлау болып табылады. Берілген пән мәліметтердің фундаменталды өңдеу алгоритмдерінің зерттеуі мен талдауын қамтиды, алгоритмдерді құрастыру стратегияларын, олардың күрделілігінің талдауын сипаттайды.

Алгоритмдер теориясының әртүрлі бөлімдерінің нәтижелерін біріктіріп келесі мақсаттар мен оларға қарасты міндеттерді бөліп алуға болады:

1. алгоритмдері құрастырудың принциптерін білу;
2. мәліметтерді өңдеудің негізгі фундаменталды алгоритмдерін білу;
3. орындалу уақыты бойынша және жады көлемі бойынша; оңтайландыратын алгоритмдерді құрастыру дағдыларын қалыптастыру;
4. алгоритмдердің эмпирикалық талдауын жасай білу.

*Пәннің рөлі мен маңызы:* берілген пән докторантура пәні болып табылады, доктораттарға мәліметтерді өңдеудің іргелі алгоритмдерін құрастыру, алгоритмдердің күрделілік талдауын қолданып рекурсивті алгоритмдер саласындағы білімдер мен дағдыларды дамытады.

*Аталған пәнді оқытудың алдында өтілетін пәндер:*

Математикалық талдау, алгоритмдер және мәліметтер құрылымы, жоғарғы деңгейлі тілде бағдарламалау.

*Қатар оқытылатын пәндер және олардың осы пәнмен өзара байланысы:*

Қатысты пәндері: «Жуықтау теориясы», «Алгоритмдер мен модельдері», «Деректер құрылымдардың, модельдері мен олардың қосымшалары». «Жуықтау теориясы» пәні алгоритмдерін күрделілігі теориялық негізін қамтамасыз етеді.

«Алгоритмдер мен модельдері» және «Деректер құрылымдары, модельдері мен олардың қосымшалары» деген пәндер эмпирикалық талдау алгоритмдерді пайдалану жалғасы болып табылады .

## ПӘННІҢ ТАҚЫРЫПТЫҚ ЖОСПАРЫ

№	Тақырыптар
1.	Алгоритм ұғымының формализациясы. Пост және Тьюринг машинасы
2.	Алгоритмдік шешілмейтін мәселелер ұғымы
3.	Алгоритмдерді талдау принциптері. Салыстырмалы бағалаулар
4.	Асимптотикалық талдау. Функция өсімі. О - нотация
5.	Алгоритмдердің күрделілігінің талдауы. Алгоритмнің еңбек сыйымдылығы
6.	Негізгі алгоритмикалық құрылымдардың еңбек сыйымдылығы
7.	Есептеу күрделілігінің талдауы және есептердің күрделілік санаттары
8.	Рекурсивті функциялар мен алгоритмдер
9.	Мәліметтерді өңдеудің фундаменталды алгоритмдерін талдау және бағалау
10.	Қайтулары бар іздеу және теру алгоритмдері
11.	Бірігу сұрыптау алгоритмдерінің талдауы
12.	Динамикалық бағдарламалау
13.	Қомағай алгоритмдер (жобалау, талдау және бағалау)
14.	Алгоритмдердің есептеу күрделілігі
15.	Күрделі алгоритмдердің іске асырылуы және эмпирикалық талдауы

## ПӘННІҢ МАЗМҰНЫ

### Кіріспе

*Пәнді оқыту мақсаты:* алгоритмдерді құрастырудың әртүрлі стратегияларын оқып үйрену, негізгі алгоритмдерді бірқатар есептерді шешуге қолдану. Білу:

- алгоритмдік шешімдер талап етілетін негізгі қолданыс аумақтары;
- алгоритмдерді құрастырудағы негізгі мәселелер;
- алгоритмдердің түрлі типтерін жобалау кезіндегі әдістерін;
- уақыт және күрделілік аймағы тұрғысынан негізгі алгоритмдердің қасиеттерін;
- кейбір алгоритмдердің іске асырылуының практикалық тәжірибесін қалыптастыру.

*Пәннің оқу-әдістемелік мәселелері:*

- алгоритм ұғымын формальдеу және формальді алгоритмдік жүйелерді зерттеу; негізгі фундаменталды алгоритмдерді зерттеу;
- есептердің классификациясы, күрделілік санаттарын анықтау және

зерттеу; алгоритмді жобалау әдістерін білу;

– алгоритмдер күрделілігінің асимптотикалық талдауы; орындалу уақыты және жадыны оптимизациялауды қолданатын алгоритмдерді құрастыру дағдаларын қалыптастыру;

– рекурсиялық алгоритмдерді зерттеу және талдау; рекуррентті қатынастарды қолданып есептерді шешу;

– алгоритмдердің салыстырмалы талдауы мақсатында есептеу сыйымдылығының айқын функцияларын алу;

– алгоритмдердің сапасын салыстырмалы түрде бағалау критерийлерін құрастыру; алгоритмдерді талдау және классификациялау дағдылары; күрделілік санаттары.

## **НЕГІЗГІ БӨЛІМ**

### **1-бөлім. АЛГОРИТМДЕР ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ**

**Алгоритм ұғымының формализациясы. Пост және Тьюринг машинасы.**

Алгоритм ұғымының формальды анықтамалары арнайы математикалық құрылымдарды енгізумен (Пост және Тьюринг машиналары, Черч рекурсивті есептелетін функциялары) және алгоритм ұғымы жайлы тезистің постулат болуымен байланысты.

#### **Алгоритмдік шешілмейтін мәселелер ұғымы**

Алгоритм орындайтын әрекеттердің шексіздіктің фундаменталь алгоритмдік шешімсіздікпен байланысы, алгоритмдік шешімсіздікке алып келетін себептердің талдауы.

#### **Алгоритмдерді талдау принциптері. Салыстырмалы бағалаулар**

Алгоритмді таңдау мәселесі салыстырмалы бағалаулар жүйесін құрумен байланысты, ол өз кезегінде алгоритмнің формальді моделіне сүйенеді. Алгоритмнің еңбек сыйымдылығы ұғымы. Алгоритмдерді талдаудағы белгілеулер жүйесі. Еңбек сыйымдылығы бойынша сандық тәуелді алгоритмдер.

#### **Асимптотикалық талдау. Функция өсімі. $O$ - нотация**

Алгоритмдер күрделілігінің түрлі бағалаулары:  $\Theta$  (тетта),  $O$  (үлкен),  $\Omega$  (Омега)

#### **Алгоритмдердің күрделілігінің талдауы. Алгоритмнің еңбек сыйымдылығы**

Енгізілген абстрактілі машинадағы ұсынылған формалды жүйедегі алгоритмдердің еңбек сыйымдылығын зерттеу және талдау.

## **Негізгі алгоритмикалық құрылымдардың еңбек сыйымдылығы**

Уақыт бағалауларына ауысу – элементарлы операциялардың түрлі жиіліктік кездесу, нақты процессорде элементарлы операциялардың орындалу уақыттарындағы түрлі алгоритмдер тудыратын ерекшеліктер. Алгоритмнің уақыт бағалауларын ескеруді қиындататын түрлі мәселелердің жиыны. Уақыт бағалауларына өтудің түрлі әдіснамалары. Операциялық талдау, Гибсон әдісі және т.б.

## **Есептеу күрделілігінің талдауы және есептердің күрделілік санаттары**

Есептің еңбек сыйымдылығының теориялық шегі. Есептердің күрделілік санаттары,  $P$  санаты (полиномалды күрделілігі бар есептер),  $NP$  санаты (полиномалды тексерілетін есептер,  $P = NP$  мәселесі,  $NPC$  санаты ( $NP$ -толық есептер),  $NP$ -толық есептерге мысалдар. Сумма туралы есепті шешудің алгоритмінің толық талдауына мысал.

## **2-бөлім. ІРГЕЛІ АЛГОРИТМДЕР**

### **Рекурсивті функциялар мен алгоритмдер**

Рекурсияның және рекурренттіліктің терминологиялық кіріспесі. Рекурсивті функцияларды анықтаудың мысалы. Алгоритмдердің рекурсивті іске асырылуы. Рекурсия ағашының фрагменті.

### **Мәліметтерді өңдеудің фундаменталды алгоритмдерін талдау және бағалау**

Логарифмдік тепе-теңдіктер. Рекурсивті қатынастарды шешудің әдістері (индукция әдісі, итерация (алмастыру) әдісі). Рекурсивті алгоритмдерді құрастыру әдісі – декомпозиция әдісі. Рекуррентті қатынастар жайлы негізгі теорема.

### **Қайтулары бар іздеу және теру алгоритмдері**

Кейбір мәліметтерді өңдеу фундаменталды алгоритмдерінің талдауы, іздеу мен сұрыптаудың негізгі алгоритмдері және олардың бағалауы.

### **Бірігу сұрыптау алгоритмдерінің талдауы**

Бірігу сұрыптау алгоритмі мысалы негізіндегі рекурсивті шақырулар ағашының төбелерін санау арқылы рекурсивті алгоритмнің еңбек сыйымдылығы функциясын алу әдісі. Сұрыпталған бөліктерді біріктіру (merge). Merge Sort рекурсивті процедурасы.

### **Динамикалық бағдарламалау**

Динамикалық бағдарламалау парадигмасы. Динамикалық алгоритмдердің талдауы. Тізбектер. Динамикалық бағдарламалау парадигмасында шешу.

### **Қомағай алгоритмдер (жобалау, талдау және бағалау)**

Қомағай алгоритмнің құрастырылуы мен талдауы қастырылады, бұнда берілген мезетте ең тиімді болып табылатын таңдау жасалынады. Локальды оптималды таңдаудың жасалуы глобальды есептің шешіміне әкеледі деген оймен жасалады.

## **3 – бөлім. АЛГОРИТМДЕР ЕСЕПТЕУ КҮРДЕЛІЛІГІ МЕН ЭМПИРИКАЛЫҚ ТАЛДАУ**

### **Алгоритмдердің есептеу күрделілігі**

Алгоритмдердің күрделілігін талдау үшін рекурретті қатынастарды қолдану қарастырылады (теңдеулер мен теңсіздіктер). Рекурсивті қатынастар бұндай алгоритмдердің күрделілігін зерттеу үшін тиімді әдіс болып табылады. Зерттеу негізі болып тұрақты коэффициенттері бар рекурретті теңдеулер болып табылады.

### **Күрделі алгоритмдердің іске асырылуы және эмпирикалық талдауы**

Есептеу жағынан күрделі есептердің характеристикалары. Есептеу жағынан күрделі есептердің әртүрлілігі. Мысалдар (климаттық жүйелерді модельдеу, ұшатын аппараттардың айналып ағуы және т.б.). Есептеу жағынан күрделі есептеді шешудегі параллельді есептеулердің қажеттілігі. Есептеулерді жылдамдату аумағындағы кейбір теоретикалық және эмпирикалық нәтижелер.

## **ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАРЫНА ҰСЫНЫЛАТЫН ТАҚЫРЫПТАР ҮЛГІСІ**

1. Пост машинасының негізгі ұғымдары мен операциялары. Тьюринг машинасының формальді сипаттамасы.
2. Тьюринг машинасындағы өтулер функциясы. Тьюринг машинасындағы тоқтау мәселесі.
3. Алгоритмдік шешілмейтін мәселелер жайлы ұғым.
4. Пост машинасындағы жайғастыру мәселесі. Пост сәйкестіктер мәселесі.
5. Алгоритмдердің салыстырмалы бағалаулары. Алгоритмдерді талдаудағы белгілеулер: ең нашар, ең жақсы және орташа жағдайлар.
6. Еңбек сыйымдылығы функциясы жағынан алгоритмдердің классификациясы. Қарапайым алгоритмдердің еңбек сыйымдылығының талдауына мысалдар.
7. Сандық және параметрлік тәуелді алгоритмдердің мысалдары. Негізгі алгоритмдік конструкциялардың еңбек сыйымдылығының талдауы.
8. Есептердің күрделілік санаттары ұғымы, P санаты. NP күрделілік санаты.
9. Индукция және рекурсия ұғымы.
10. Алгоритмдердің рекурсивті іске асырылуы.



11. Графтағы алгоритмдері. Дейкстра алгоритмі.
12. Екі сұрыпталған массивті біріктіру процедурасы.
13. Бір өлшемді және екі өлшемді динамикалық бағдарламалау.
14. Процесстерді таңдау жайлы есеп. Қомағай шешім.
15. Алгоритмдерді талдаудағы рекуррентті қатынастар.

## **ДОКТОРАНТТАРДЫҢ ӨЗДІК ЖҰМЫСЫНА ҰСЫНЫЛАТЫН ТАҚЫРЫПТАР ҮЛГІСІ**

1. Салыстырмалы бағалау пайдаланып алгоритмдерді талдау.
2. Бірігу сұрыптау алгоритмдерді құру және талдау.
3. Жоба «Рандомизирленген алгоритмдері : құру және талдау».
4. Жоба «Хэштеу . Хэш – функциясы».
5. Жоба «Рекурсивті алгоритмдерді талдаудағы рекуррентті қатынастар».

## **ҰСЫНЫЛАТЫН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

### **Негізгі:**

#### **1-бөлім**

1. Кнут Д. Искусство программирования.т.1-3.М : Издательский дом "Вильямс", 2004, 712 с.
2. Ахо А.В., Дж.Э.Хопкрофт, Д.Д.Ульман. Структуры данных и алгоритмы-М.: 2001Издательский дом «Вильямс» - 2001, 384с.
3. Кормен Томас. Алгоритмы: построение и анализ. М.: Вильямс, 2005,754с.
4. Baase S. Computer Algorithms. Introduction to Design and Analysis. 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall. 2001.

#### **2-бөлім**

5. Сейджвик Р. Фундаментальные алгоритмы на С. Анализ структуры данных, Сортировка, Поиск. Части 1-4, СПб, 2003. - 1127 стр.
6. Goodrich M.T., R.Tamassia. Data structures and Algorithms in Java., Prentice Hall. 2005. – 695 p.
7. Graham R. L., D. E. Knuth, And O. Patashnik. *Concrete Mathematics*, 1st Edition, Addison- Wesley, Reading, 1989. Second Edition, 1994.
8. Goodrich Michael T., Tamassia, Roberto  
Algorithm Design and Applications, 2014  
245.- 2014. 800 Pages, Hardcover  
- Wiley & Sons Ltd -  
ISBN 978-1-118-33591-8 - John Wiley & Sons

#### **3-бөлім**

9. Абрамов С.А. Лекции о сложности алгоритмов. Москва, Изд-во МЦНМО, 2009, 252 стр.
10. Greene D. H. And D. E. Knuth. *Mathematics For The Analysis Of Algorithms*, Birkhäuser, Boston, 3rd Edition, 1991.

**Қосымша:**

1. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L., and C. Stein. Introduction to Algorithms, MIT Press, New York, 3rd edition, 2009.
2. Graham R. L., D. E. Knuth, and O. Patashnik. Concrete Mathematics, 1st edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1989. Second edition, 1994.
3. Knuth D. E. The Art of Computer Programming. Volume 1: Fundamental Algorithms, 1st edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1968. Third edition, 1997.
4. Knuth D. E. The Art of Computer Programming. Volume 2: Seminumerical Algorithms, 1st edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1969. Third edition, 1997.
5. Knuth D. E. The Art of Computer Programming. Volume 3: Sorting and Searching, 1st edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1973. Second edition, 1998.

# **ІАА 7201 ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ**

**объем 3 кредита**

**Автор:**

доктор физико-математических наук, профессор **Балакаева Г.Т.**

**Рецензенты:**

PhD, декан факультета информационных технологий КБТУ,  
профессор **Акжалова А.Ж.**

кандидат физико-математических наук, зав. кафедры механики КазНУ им.  
аль-Фараби, доцент **Ракишева З.Б.**

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Дисциплина «Исследование и анализ алгоритмов» – базовая дисциплина, изучаемая в соответствии с типовым учебным планом ГОСО 2016 года по специальности 6D060200 - информатика.

Назначением данной дисциплины является подготовка высококвалифицированных специалистов, владеющих навыками расширения знаний в области современных методов исследования алгоритмов и их анализа. Дисциплина содержит исследование и анализ фундаментальных алгоритмов обработки данных, описание стратегий построения алгоритмов, анализ сложности алгоритмов.

Обобщая результаты различных разделов теории алгоритмов можно выделить следующие цели и соотнесенные с ними задачи:

1. Знание принципов разработки алгоритмов.
2. Знание основных фундаментальных алгоритмов обработки данных.
3. Навыки построения алгоритмов с использованием оптимизации по времени выполнения и объему занимаемой памяти.
4. Умение проводить эмпирический анализ алгоритмов.

Роль и значение дисциплины: данная дисциплина является дисциплиной докторантуры, развивает знания и умения докторантов в области разработки фундаментальных алгоритмов обработки данных, рекурсивных алгоритмов с использованием анализа сложности алгоритмов.

*Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины:*

Математический анализ, алгоритмы и структуры данных, программирование на языках высокого уровня

*Перечень смежных дисциплин и их взаимосвязь с данной дисциплиной:*

Смежные дисциплины: «Теория вычислимости», «Модели и алгоритмы», «Модели структуры данных и их приложения». Дисциплина «Теория вычислимости» дает теоретические основы сложности алгоритмов, «Модели и алгоритмы» и «Модели структуры данных и их приложения» являются расширением применения алгоритмов в эмпирическом анализе.

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

№	Название темы
1.	Формализация понятия алгоритма. Машины Поста и Тьюринга.
2.	Понятие алгоритмически неразрешимых проблем.
3.	Принципы анализа алгоритмов. Сравнительные оценки.
4.	Асимптотический анализ. Рост функций. O – нотация.
5.	Основы анализа сложности алгоритмов, трудоемкость алгоритмов.
6.	Анализ трудоемкости основных алгоритмических конструкций.
7.	Анализ сложности вычислений и сложностные классы задач.
8.	Рекурсивные функции и алгоритмы.
9.	Анализ и оценка фундаментальных алгоритмов обработки данных.
10.	Алгоритмы поиска и перебора с возвратом.
11.	Анализ алгоритмов сортировки слиянием.
12.	Динамическое программирование.
13.	Жадные алгоритмы (проектирование, анализ и оценка).
14.	Вычислительная сложность алгоритмов.
15.	Реализация и эмпирический анализ сложных алгоритмов.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Введение

*Цель преподавания дисциплины:* получить знания для использования различных стратегий разработки алгоритмов, применять основные алгоритмы для целого ряда задач, знать:

- ключевые области применения, где требуются алгоритмические решения;
- основные вопросы в разработке алгоритмов;
- методы, которые могут быть использованы при проектировании различных типов алгоритма;
- свойства ключевых алгоритмов с точки зрения времени и пространства сложности;
- обеспечение практического опыта реализации ряда алгоритмов.

*Задачи преподавания дисциплины:*

- формализация понятия «алгоритм» и исследование формальных алгоритмических систем; изучение основных фундаментальных алгоритмов;
- классификация задач, определение и исследование сложностных классов; знание методов проектирования алгоритма;
- асимптотический анализ сложности алгоритмов; навыки построения алгоритмов с использованием оптимизации времени выполнения и памяти
- исследование и анализ рекурсивных алгоритмов; решение с использованием рекуррентных соотношений;

- получение явных функций трудоемкости в целях сравнительного анализа алгоритмов;
- разработка критериев сравнительной оценки качества алгоритмов; умение анализировать и классифицировать алгоритмы, классы сложности.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **Раздел 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗА АЛГОРИТМОВ**

#### **Формализация понятия алгоритма. Машины Поста и Тьюринга**

Формальные определения понятия алгоритма связаны с введением специальных математических конструкций (машина Поста, машина Тьюринга, рекурсивно-вычислимые функции Черча) и постулированием тезиса об эквивалентности такого формализма и понятия «алгоритм».

#### **Понятие алгоритмически неразрешимых проблем**

Связь фундаментально алгоритмической неразрешимости с бесконечностью выполняемых алгоритмом действий, анализ причин, ведущих к алгоритмической неразрешимости.

#### **Принципы анализа алгоритмов. Сравнительные оценки. Реализация и эмпирический анализ**

Решение проблемы выбора алгоритма связано с построением системы сравнительных оценок, которая в свою очередь существенно опирается на формальную модель алгоритма. Понятие трудоёмкости алгоритма. Система обозначений в анализе алгоритмов. Количественно-зависимые по трудоемкости алгоритмы.

#### **Асимптотический анализ. Рост функций. $O$ – нотация**

Различные оценки сложности алгоритмов: Оценка  $\Theta$  (тетта),  $O$ (большое). Оценка  $\Omega$  (Омега).

#### **Основы анализа сложности алгоритмов, трудоемкость алгоритмов**

Исследование и анализ функции трудоемкости алгоритма, представленного в формальной системе введенной абстрактной машины.

#### **Анализ трудоемкости основных алгоритмических конструкций**

Переход к временным оценкам - различная частотная встречаемость элементарных операций, порождаемая разными алгоритмами и различие во временах выполнения элементарных операций на реальном процессоре. Набор различных проблем, учет которых вызывает существенные трудности временных оценок алгоритма. Разнообразные методики перехода к временным оценкам: *Пооперационный анализ, Метод Гиббсона и др.*

### **Анализ сложности вычислений и сложностные классы задач.**

Теоретический предел трудоемкости задачи. Сложностные классы задач, Класс  $P$  (задачи с полиномиальной сложностью), Класс  $NP$  (полиномиально проверяемые задачи), Проблема  $P = NP$ , Класс  $NPC$  ( $NP$ – полные задачи), Примеры  $NP$ – полных задач. Пример полного анализа алгоритма решения задачи о сумме.

## **Раздел 2. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ**

### **Рекурсивные функции и алгоритмы**

Терминологическое введение рекурсии и рекуррентности. Примеры рекурсивного задания функций Рекурсивная реализация алгоритмов Фрагмент дерева рекурсии.

### **Рекурсивные алгоритмы (проектирование, анализ и оценка)**

Логарифмические тождества Методы решения рекурсивных соотношений (*Метод индукции, Метод итерации (подстановки)*); метод построения рекурсивных алгоритмов – метод декомпозиции. Основная теорема о рекуррентных соотношениях.

### **Анализ и оценка фундаментальных алгоритмов обработки данных**

Анализ сложности некоторых фундаментальных алгоритмов обработки данных, основные алгоритмы сортировки и поиска, их оценка.

### **Стратегии алгоритмов «разделяй и властвуй»**

Подход к получению функции трудоемкости рекурсивного алгоритма, основанный на непосредственном подсчете вершин дерева рекурсивных вызовов, на примере алгоритма сортировки слиянием. Слияние отсортированных частей (Merge).

Рекурсивная процедура *Merge Sort* – *MS* получает на вход массив  $A$  и два индекса  $p$  и  $q$ , указывающие на ту часть массива, которая будет сортироваться при данном вызове. Вспомогательные массивы используются для слияния отсортированных частей массива.

### **Динамическое программирование**

Парадигма динамического программирования. Анализ динамических алгоритмов. Последовательности. Решение в парадигме динамического программирования.

Вычислительное преимущество такого подхода состоит в том, что мы занимаемся решением одномерных оптимизационных задач подзадач вместо большой  $n$ -мерной задачи.

Фундаментальным принципом ДП, составляющим основу декомпозиции задачи на этапы, является *оптимальность* Вычисления в ДП выполняются

рекуррентно в том смысле, что оптимальные решения одной подзадачи используются в качестве исходных данных для следующей подзадачи.

### **Жадные алгоритмы**

Рассматривается построение и анализ жадного алгоритма, где всегда делается выбор, который кажется самым лучшим в данный момент — т.е. производится локально оптимальный выбор в надежде, что он приведет к оптимальному решению глобальной задачи.

## **Раздел 3 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СЛОЖНОСТЬ АЛГОРИТМОВ И ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

### **Вычислительная сложность алгоритмов**

Для анализа сложности алгоритмов рассматривается использование рекуррентных соотношений (уравнения и неравенства). Рекурсивные соотношения для исследования сложности таких алгоритмов являются эффективным методом. Основой исследования будут линейные рекуррентные уравнения с постоянными коэффициентами.

### **Реализация и эмпирический анализ сложных алгоритмов**

Характеристики вычислительно сложных задач. Разнообразие вычислительно сложных задач. Примеры (моделирование климатических систем, обтекание летательных аппаратов и др). Необходимость параллельных вычислений для решения вычислительно сложных задач. Некоторые теоретические и эмпирические результаты в области ускорения вычислений.

## **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

1. Основные понятия и операции машины Поста. Формальное описание машины Тьюринга.
2. Функция переходов в машине Тьюринга; Проблема останова в машине Тьюринга.
3. Понятие об алгоритмически неразрешимых проблемах.
4. Проблема позиционирования в машине Поста. Проблема соответствий Поста.
5. Сравнительные оценки алгоритмов. Обозначения в анализе алгоритмов: худший, лучший и средний случаи.
6. Классификация алгоритмов по виду функции трудоемкости; Примеры анализа трудоемкости простых алгоритмов.
7. Примеры количественных и параметрически-зависимых алгоритмов. Анализ трудоемкости основных алгоритмических конструкций.
8. Понятие сложностных классов задач, класс P Сложностной класс NP.
9. Понятие индукции и рекурсии.

10. Рекурсивная реализация алгоритмов.
11. Алгоритмы на графах. Алгоритм Дейкстры.
12. Процедура слияния двух отсортированных массивов.
13. Одномерное и двумерное динамическое программирование.
14. Задача о выборе процессов. Жадное решение.
15. Рекуррентные соотношения в анализе алгоритмов.

### **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Программирование алгоритмов с применением сравнительной оценки.
2. Примеры алгоритмов стратегии «разделяй и властвуй».
3. Построение и анализ алгоритмов стратегии «разделяй и властвуй».
4. Анализ рекурсивных соотношений методом итераций.
4. Проект «Рандомизированные алгоритмы : построение и анализ».
5. Проект «Хэширование. Хэш –функции».
6. Проект «Рекуррентные соотношения в анализе рекурсивных алгоритмов».

### **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

#### **Основная:**

##### *Раздел 1*

1. Кнут Д. Искусство программирования.т.1-3.М : Издательский дом "Вильямс", 2004,712 с.
2. Ахо А.В., Дж.Э.Хопкрофт, Д.Д.Ульман. Структуры данных и алгоритмы-М.: 2001Издательский дом «Вильямс»- 2001,384с.
3. Кормен Томас. Алгоритмы: построение и анализ. М.: Вильямс, 2005.
4. S. Baase. Computer Algorithms. Introduction to Design and Analysis. 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall. 2001

##### *Раздел 2*

5. Сейджвик Р. Фундаментальные алгоритмы на С. Анализ структуры данных, Сортировка, Поиск. Части 1-4, СПб, 2003. .- 1136 с.
6. M.T. Goodrich, R.Tamassia. Data structures and Algorithms in Java., Prentice Hall. 2005. – 695 p.
7. R. L. Graham, D. E. Knuth, And O. Patashnik. Concrete Mathematics, 1st Edition, Addison- Wesley, Reading, Ma, 1989. Second Edition, 1994.
8. Goodrich Michael T., Tamassia, Roberto  
Algorithm Design and Applications, 2014. 800 Pages, Hardcover - Wiley & Sons Ltd -ISBN 978-1-118-33591-8 - John Wiley & Sons



### *Раздел 3*

9. Абрамов С.А. Лекции о сложности алгоритмов. Москва, Изд-во МЦНМО, 2009
10. Greene D. H. And D. E. Knuth. Mathematics For The Analysis Of Algorithms, Birkhäuser, Boston, 3rd Edition, 1991.

#### **Дополнительная:**

1. Cormen T. H., C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein. Introduction to Algorithms, MIT Press, New York, 3rd edition, 2009.
2. Graham R. L., D. E. Knuth, and O. Patashnik. Concrete Mathematics, 1st edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1989. Second edition, 1994.
3. Knuth D. E. The Art of Computer Programming. Volume 1: Fundamental Algorithms, 1st edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1968. Third edition, 1997.
4. Knuth D. E. The Art of Computer Programming. Volume 2: Seminumerical Algorithms, 1st edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1969. Third edition, 1997.
5. Knuth D. E. The Art of Computer Programming. Volume 3: Sorting and Searching, 1st edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1973. Second edition, 1998.

## МАЗМҰНЫ

<b>№</b>	<b>Пәннің аты</b>	<b>б/с</b>
1.	Алгоритмдерді зерттеу және талдау .....	3
2.	Исследование и анализ алгоритмов .....	10