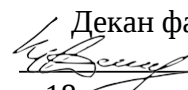


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ  
 Д.Ю. Чалый  
« 18 » мая 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
«Алгоритмы и анализ сложности»

**Направление подготовки**  
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

**Профиль**  
«Информатика и компьютерные науки»

**Квалификация выпускника**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 27 апреля 2020 г.,  
протокол № 9

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 7 от  
17 мая 2020 г.

Ярославль  
2020

### 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Алгоритмы и анализ сложности» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, содействует формированию мировоззрения и развитию способности понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный аппарат анализа алгоритмов. Кроме того, дисциплина должна обеспечивать развитие логического, эвристического и алгоритмического мышления и давать представление о месте и роли алгоритмов в современном мире, мировой культуре и истории, должна содействовать целевой направленности образования, умению разрабатывать алгоритмы и оценивать их сложность.

Цель дисциплины «Алгоритмы и анализ сложности» – изучение общих основ разработки и анализа алгоритмов.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Алгоритмы и анализ сложности» входит в ядро профессиональной подготовки бакалавров по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии», является базовой для других профессиональных дисциплин этого направления: «Компьютерные сети», «Технология баз данных», «Программная инженерия», «Технология программирования».

Дисциплина «Алгоритмы и анализ сложности» опирается на дисциплины «Дискретная математика», «Информатика», «Языки программирования», «Теория конечных графов и ее приложения». Она непосредственно связана с дисциплиной «Учебная практика по разработке и анализу алгоритмов», которая проходит параллельно с ней. От студента 2 курса требуется наличие логического мышления, образованность, организованность и трудолюбие, самостоятельность, настойчивость в достижении цели, знания, полученные при изучении дисциплин «Основы программирования», «Дискретная математика», «Языки программирования», «Теория конечных графов и ее приложения», «Математическая логика и теория алгоритмов».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-3 Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных	ОПК-3.4 Умеет использовать, разрабатывать и оценивать алгоритмические решения задач профессиональной деятельности	Знать: 1) основы анализа алгоритмов; 2) асимптотический анализ верхней, нижней и средней оценок сложности алгоритмов; сравнение наилучших, средних и наихудших оценок; O-, o-, $\omega$ -, $\theta$ -нотации; 3) стандартные классы сложности; 4) эмпирические измерения эффективности алгоритмов;

<p>моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям</p>		<p>5) рекуррентные соотношения и анализ рекурсивных алгоритмов;</p> <p>6) стратегии алгоритмов: полный перебор, метод «разделяй и властвуй», «жадные» алгоритмы, перебор с возвратами, эвристический поиск;</p> <p>7) основные алгоритмы обработки информации; сортировка и поиск; поисковые деревья; хэш-функции и метод исключения коллизий;</p> <p>8) сложность задач: оценка снизу сложности задачи; оптимальный по сложности алгоритм решения задачи;</p> <p>9) класс NP сложности задач; недетерминированную машину Тьюринга; теорему Кука; полиномиальную сводимость и NP-сложность задач; приемы доказательства NP-сложности задач.</p> <p>Уметь:</p> <p>1) анализировать сложность алгоритмов; находить верхние и нижние оценки характеристик сложности алгоритмов;</p> <p>2) проводить эмпирические измерения эффективности алгоритмов и на этой основе строить программы прогнозирования времени выполнения алгоритмов;</p> <p>3) проводить анализ сложности задачи – нижней оценки сложности алгоритмов ее решения;</p> <p>4) выбирать наиболее подходящий алгоритм организации информации для эффективного поиска;</p> <p>5) анализировать задачи на возможность создания алгоритма полиномиальной сложности;</p> <p>6) проводить обоснование NP-сложности задачи.</p> <p>Владеть:</p> <p>1) понятиями сложности алгоритмов и задач, полиномиальной сложности, класса NP сложности задач;</p> <p>2) методами анализа сложности, оценивания сложности алгоритма;</p> <p>3) методами эмпирического измерения эффективности алгоритма;</p> <p>4) методами построения программ прогнозирования времени выполнения алгоритма;</p>
---	--	---

		5) методами полиномиального сведения алгоритмов.
--	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед., 144 акад. час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Сем ест р	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лек ции	пра кти чес кие	лаб ора тор ные	кон сул ьта ции	атте стац ион ные исп ыта ния	самос тоят ельная работ а	
1.	<u>Основы анализа алгоритмов:</u> асимптотический анализ верхней, нижней и средней оценок сложности алгоритмов; сравнение наилучших, средних и наихудших оценок; O-, o-, ω-, θ-нотации; стандартные классы сложности; методика оценки вычислительной сложности алгоритмов; эмпирические измерения эффективности алгоритмов; накладные расходы по времени и памяти; рекуррентные соотношения и анализ рекурсивных алгоритмов.	4	4	13		2		16	Домашние задания Индивидуальная работа № 1 (срок 5-я неделя)
2.	<u>Стратегии алгоритмов:</u> полный перебор; метод «разделяй и властвуй»; «жадные» алгоритмы; перебор с возвратами; эвристический поиск.	4	4	13		1		16	Домашние задания
3.	<u>Основные алгоритмы обработки информации;</u>	4	4	13		2		16	Домашние задания

	сортировка и поиск; поисковые деревья; хэш-функции и метод исключения коллизий.							Индивидуальные работы № 2,3 (срок 8, 11 неделя)
4.	Класс NP-сложности задач: детерминированная машина Тьюринга; теорема Кука; полиномиальная сводимость и класс NP сложности задач; приемы доказательства NP-сложности задач.	4	5	15		1	18, 7	Домашние задания Коллоквиумы (12, 14 неделя)
	<b>Всего за 4 семестр</b>		17	54		6	66, 7	<b>Зачет</b>
	<b>Всего</b>		36	36		6	102	

Содержание разделов дисциплины приведено в таблице.

### 5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В основу образовательной технологии по дисциплине «Алгоритмы и анализ сложности» помимо традиционных форм лекций и практических занятий положена новая форма, состоящая в выполнении студентом индивидуальных заданий по разработке и анализу алгоритмов. Каждое задание требует либо анализа алгоритма и получение оценок сложности, которые должны быть письменно решены со всеми требуемыми заданием доказательствами, либо разработки программ реализации алгоритма, проведения эмпирических измерений на компьютере эффективности алгоритмов и на этой основе построения программы прогнозирования времени выполнения алгоритма. Ошибки выполнения задач задания отмечаются подробно преподавателем, ведущим практические занятия. После исправления ошибок задание сдается вновь преподавателю на проверку. Только тогда, когда все замечания будут учтены, студент получает зачет по всему заданию. Всего имеются 3 индивидуальных задания по разработке и анализу алгоритмов. Студенты, выполнявшие регулярно все домашние задания и сдавшие все индивидуальные задания досрочно, получают бонус в качестве досрочного экзамена по дисциплине «Алгоритмы и анализ сложности». Студенты, сдавшие все задания в срок, получают разрешение на выполнение контрольной работы, результаты которой также могут быть засчитаны в качестве досрочного экзамена. Такой подход стимулирует постоянную работу студентов в течение семестра и активизирует усвоение материала. Студентам, не выполнившим какое-либо индивидуальное задание, его выполнение выносится дополнительно на экзамен. Эта технология позволяет проводить индивидуальное обучение студентов и дает хорошие результаты для приобретения студентами заявленных компетенций. Она дополняется обсуждением общих (типичных) ошибок на практических и лекционных занятиях.

### 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов этапов индивидуальных заданий – программы Microsoft Office;
- компиляторы с высокоуровневых языков программирования;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная

информационная система "БУКИ-НЕХТ" (АБИС "Буки-Next").

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

а) основная:

1. Алгоритмы : построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн ; пер. с англ. И. В. Красикова, Н. А. Ореховой, В. Н. Романова. - 2-е изд., М., Вильямс, 2012, 1290с
2. Рублев, В. С., Алгоритмы и анализ сложности : (индивидуальная работа по дисциплине "Алгоритмы и анализ сложности") : метод. указания / В. С. Рублев ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2010, 58с
3. Рублев, В. С., Алгоритмы и анализ сложности [Электронный ресурс] : (индивидуальная работа по дисциплине "Алгоритмы и анализ сложности") : метод. указания / В. С. Рублев ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2010, 58с
4. Рублев, В. С., Основы теории алгоритмов : учеб. пособие для вузов / В. С. Рублев ; под ред. В. А. Соколова. - 2-е изд., испр., М., Научный мир, 2008, 127с

б) дополнительная:

1. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М., 1979.
2. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. М., 1989.
3. Кнут Д., Искусство программирования для ЭВМ. Т. 1.: Основные алгоритмы. М., 1977.
4. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ, т.3. Сортировка и поиск. М.: Мир, 1977.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Рублев~В.\,С., Юсуфов~М.\,Т. Автоматизированная система для обучения анализу вычислительной сложности алгоритмов // Международный научный журнал Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т.\,12, №\,1. С.\,135--145.
2. Рублев~В.\,С., Юсуфов~М.\,Т. Автоматизированная обучающая система <<Анализ вычислительной сложности алгоритмов>> (исследование организации 1-ой части проекта) // Международный научный журнал Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т.\,13, №\,2. С.\,170--178

## **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

**Автор :**

Профессор кафедры

теоретической информатики, д.ф.-м.н. В.А. Башкин

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Алгоритмы и анализ сложности»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

Текущий контроль успеваемости студентов организован в виде домашних заданий и 3 индивидуальных заданий самостоятельной работы:

1. Анализ сложности заданной процедуры.
2. Разработка алгоритма организации информации для поиска или алгоритма поиска информации и программного обеспечения.
3. Прогнозирование времени выполнения программы организации информации для поиска или программы поиска информации.

Каждое из индивидуальных заданий разбито на этапы и определен понедельный график сдачи этапов.

Студенты, выполнившие все индивидуальные задания досрочно и выполнявшие регулярно домашние задания, получают возможность выполнить досрочно лишь задачу 3 из экзаменационного задания и по результатам решения получить оценку 5 или 4 за экзамен. Студенты, выполнившие все индивидуальные задания не позже назначенного срока и в основном выполнявшие домашние задания, получают возможность выполнения предварительной экзаменационной работы и по ее результатам получить оценку 5, 4 или 3 за экзамен. Студенты, не выполнившие все задания в срок, на экзамене должны выполнить 3 этапа:

- 1) сдачу всех индивидуальных заданий (для тех, кто еще не сдал);
- 2) письменная часть экзаменационного задания;
- 3) устный опрос по определениям курса (для тех, кто в основном не выполнял домашних заданий).

Письменная часть экзаменационного задания содержит 3 задачи.

1. Анализ сложности заданной процедуры.
2. Оценка снизу сложности задачи и построение оптимального по трудоемкости алгоритма.
3. Определение класса сложности задачи: полиномиальная или NP-полная.

Кроме того перед условием каждой задаче может быть вопрос по теории (подчеркнутый текст задачи). Этот материал должен быть подробно и полно освещен и проиллюстрирован на примере решения задачи. Задача получает оценку 5, если она решена правильно и содержит полный ответ по теории с иллюстрацией на примере задачи. Задача получает оценку 4, если она решена правильно, но ответ по теории недостаточно полно иллюстрирован на примере задачи. Задача получает оценку 3, если она решена правильно, но практически отсутствует ответ по теории. Экзаменационная работа оценивается на 5, если все задачи решены не менее, чем на 4, и две из трех задач оценены на 5. Экзаменационная работа оценивается на 4, если все задачи решены не менее, чем на 3, и две из трех задач оценены не менее, чем на 4. Экзаменационная работа оценивается на 3, если 2 из трех задач оценены не менее, чем на 3. Эта оценка может быть скорректирована после устного опроса тех, кто в основном не выполнял домашних заданий.

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки  
знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы  
формирования компетенций**

## 1.1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

### Примеры индивидуальных заданий для самостоятельной работы

Индивидуальное задание № 1. Для алгоритма следующей процедуры

```
long f ( long n ) {  
    int m=n, k=n;  
    while ( m>1) {m-=m>>2; k++;}  
    for (; k>n; k>=1);  
    return k;  
}
```

составить таблицу символьной прокрутки и определить вычислительную сложность циклов и сложность алгоритма.

Индивидуальное задание № 2. Распределяющая сортировка.

Описание пошагового алгоритма (преамбула, тесты, описание алгоритма с детализацией шагов; прокрутка алгоритма на тестах; определение организации данных, ведущей к максимальному или минимальному числу шагов выполнения алгоритма; максимальная и минимальная вычислительная сложность алгоритма). Программирование процедуры алгоритма и главной программы (с меню ввода/вывода различными способами; измерение времени выполнения процедуры; организация шкалы прогресса и процента выполнения процедуры при больших данных).

Индивидуальное задание № 3. Распределяющая сортировка.

Прогнозирование времени выполнения процедуры (определение вида функций прогноза времени выполнения процедуры -- минимального, максимального и среднего; проведение вычислительных экспериментов с данными; определение функций прогноза времени, исходя из экспериментов по методу наименьших квадратов; определение относительной производительности компьютера).

### Пример задания письменной части экзамена (коллоквиума)

1. Трудоёмкость алгоритма и методика ее оценки. Определить (обосновать) оценку трудоёмкости алгоритма следующей процедуры:

```
long f ( long n ) {  
    int m=n, k=n;  
    while ( m>1) {m-=m>>2; k++;}  
    for (; k>n; k>=1);  
    return k;  
}
```

Описать методику получения временных характеристик для данного алгоритма.

2. Трудоёмкость задачи, трудоёмкость сортировки массива натуральных чисел, количество которых больше максимального значения (обосновать). Написать оптимальную по трудоёмкости процедуру

**void SortNatural (int n, int Z[])**

сортировки массива Z натуральных чисел, количество n которых больше максимального значения. Оценить и обосновать трудоёмкость этой процедуры.

3. Класс NP трудоёмкости задач; полиномиальная сводимость задач и NP-полные задачи. Является ли NP-полной следующая задача?

По произвольному связному орграфу G(X,U) определяется оргграф P(U,V), для которого множество вершин является множеством дуг графа G, и из вершины u1 идет дуга в u2 тогда и только тогда, когда в графе G конец дуги u1 является началом дуги u2. Для графа G определяется, содержит ли определенный для него граф P ориентированный гамильтонов цикл. Ответ обосновать.

### **Пример задания устной части экзамена (коллоквиума)**

*Как определяется оценка вычислительной сложности поиска информации в зависимости от организации массива и информации о нем.*

## **2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

### **2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание**

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

*Пороговый уровень* - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

*Продвинутый уровень* - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

*Высокий уровень* - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

## 2.2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Общепрофессиональные компетенции						

ОПК-3	Самостоятельная работа №1, 2, 3.	1-3	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) основы анализа алгоритмов;</li> <li>2) асимптотический анализ верхней, нижней и средней оценок сложности алгоритмов;</li> <li>3) стандартные классы сложности;</li> <li>4) эмпирические измерения эффективности алгоритмов;</li> <li>5) основные алгоритмы обработки информации: сортировка и поиск; поисковые деревья; хэш-функции и метод исключения коллизий;</li> </ol> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) анализировать сложность алгоритмов; находить верхние и нижние оценки характеристик</li> </ol>	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) асимптотический анализ оценок сложности алгоритмов;</li> <li>2) основные алгоритмы обработки информации.</li> </ol> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) анализировать сложность алгоритмов;</li> <li>2) прогнозировать время выполнения алгоритмов.</li> </ol>	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) стандартные классы сложности;</li> </ol> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) проводить анализ сложности задачи – нижней оценки ее решения;</li> <li>2) выбирать наиболее подходящий алгоритм организации информации для эффективного поиска.</li> </ol>	<p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) анализировать задачи на возможность создания алгоритма полиномиальной сложности;</li> </ol> <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) методами построения программ прогнозирования времени выполнения алгоритма.</li> </ol>
-------	----------------------------------	-----	---	--	---	---

			<p>сложности алгоритмов;</p> <p>2) проводить эмпирические измерения эффективности алгоритмов и на этой основе строить программы прогнозирования времени выполнения алгоритмов;</p> <p>3) проводить анализ сложности задачи – нижней оценки сложности алгоритмов ее решения;</p> <p>4) выбирать наиболее подходящий алгоритм организации информации для эффективного поиска;</p> <p>5) анализировать задачи на возможность создания алгоритма полиномиальной сложности;</p>			
--	--	--	--	--	--	--

			<p>6) проводить обоснование NP-сложности задачи. Владеть:</p> <p>1) понятиями сложности алгоритмов и задач, полиномиальной сложности, класса NP сложности задач;</p> <p>2) методами анализа сложности, оценивания сложности алгоритма;</p> <p>3) методами эмпирического измерения эффективности алгоритма;</p> <p>4) методами построения программ прогнозирования времени выполнения алгоритма;</p> <p>5) методами полиномиального сведения алгоритмов</p>			
--	--	--	--	--	--	--

	Коллоквиум, Экзамен.	1–5	<p>Знать:</p> <p>1) асимптотический анализ верхней, нижней и средней оценок сложности алгоритмов; сравнение наилучших, средних и наихудших оценок; <math>O</math>-, <math>o</math>-, <math>\omega</math>-, <math>\theta</math>-нотации;</p> <p>2) стандартные классы сложности;</p> <p>3) эмпирические измерения эффективности алгоритмов;</p> <p>4) рекуррентные соотношения и анализ рекурсивных алгоритмов;</p> <p>5) стратегии алгоритмов: полный перебор, метод «разделяй и властвуй», «жадные» алгоритмы, перебор с возвратами, эвристический поиск;</p>	<p>Знать:</p> <p>1) рекуррентные соотношения и анализ рекурсивных алгоритмов;</p> <p>2) стратегии алгоритмов: полный перебор, метод «разделяй и властвуй», «жадные» алгоритмы, перебор с возвратами, эвристический поиск;</p> <p>3) сложность задач: оценка снизу сложности задачи; оптимальный по сложности алгоритм решения задачи;</p>	<p>Знать:</p> <p>1) класс NP сложности задач; недетерминированную машину Тьюринга; теорему Кука; полиномиальную сводимость и NP-сложность задач; приемы доказательства NP-сложности задач.</p> <p>Уметь:</p> <p>1) проводить обоснование NP-сложности задачи.</p>	<p>Владеть:</p> <p>1) понятиями сложности алгоритмов и задач, полиномиальной сложности, класса NP сложности задач;</p> <p>2) методами полиномиального сведения алгоритмов.</p>
--	-------------------------	-----	--	---	---	--

			<p>6) основные алго-ритмы обработки информации; сортировка и поиск; поиско-вые деревья; хэш-функции и метод исключе-ния коллизий;</p> <p>7) сложность задач: оценка снизу сложности задачи; оптимальный по сложности алго- ритм решения задачи;</p> <p>8) класс NP слож-ности задач; не- детерминированную машину Тьюринга; теорему Кука; полиномиальную сводимость и NP- сложность задач; приемы доказательства NP- сложности задач. Уметь:</p> <p>1) анализироват ь сложность алго- ритмов; находить верхние и ниж-ние</p>			
--	--	--	--	--	--	--

			<p>оценки ха- рактеристик сложности алго- ритмов;</p> <p>2) проводить эмпи-рические изме- рения эффектив- ности алгорит-мов и на этой основе строить программы прог-нозирования вре-мени выполне- ния алгоритмов;</p> <p>3) проводить ана-лиз сложности задачи – нижней оценки сложно-сти алгоритмов ее решения;</p> <p>4) выбирать наибо-лее подходящий алгоритм органи- зации информа-ции для эффек-тивного поиска;</p> <p>5) анализировать задачи на воз- можность созда-ния алгоритма полиномиальной сложности;</p>			
--	--	--	---	--	--	--

			<p>6) проводить обос-нование NP-сло-жности задачи. Владеть:</p> <p>1) понятиями сло-жности алгорит-мов и задач, полиномиальной сложности, класса NP сло-жности задач;</p> <p>2) методами анали-за сложности, оценивания сло-жности алгорит-ма;</p> <p>3) эмпирического измерения эффективности алгоритма;</p> <p>4) методами пос-троения прог-рамм прогнози-рования времени выполнения алгоритма;</p> <p>5) методами поли-номиального све-дения алгорит-мов.</p>			
--	--	--	--	--	--	--

Шкала оценивания успеваемости. Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине «Алгоритмы и анализ сложности» осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

### **2.3 Шкала оценивания успеваемости текущего контроля и промежуточной аттестации**

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль проводится в виде индивидуальных заданий (самостоятельные работы) и коллоквиумов.. Критериями оценивания степени овладения умениями и навыками, полученными в результате освоения данной дисциплины, являются следующие критерии.

*Для текущего контроля индивидуальных работ следующие оценки по 6-бальной системе:*

0 – студент не приступал к выполнению индивидуальных заданий, либо выполнение всех этапов, которые выполнял студент, имеют существенные ошибки;

1 – студент выполнил некоторые этапы индивидуальных заданий, но не выполнил полностью ни одно из индивидуальных заданий;

2 – студент выполнил полностью менее половины индивидуальных заданий, срок по которым наступил;

3 – студент выполнил полностью более половины индивидуальных заданий, срок по которым наступил, но не все;

4 -- студент выполнил все индивидуальные задания, срок по которым уже наступил;

5 – студент выполнил досрочно все индивидуальные задания, срок по которым уже наступил.

Для коллоквиумов, письменной части зачета или экзамена за каждую задачу с теоретическим вопросом (подчеркнутый текст задачи) оценка выставляется по 4-бальной системе:

5 – задача решена правильно, теоретический материал освещен правильно, полностью и по ходу решения задачи;

4 – задача решена правильно и полностью, но теоретический материал не освещен по ходу решения задачи;

3 – задача решена не полностью, но существенная часть решена правильно;

2 – решение задачи содержит существенные ошибки.

Для коллоквиумов, письменной части зачета или экзамена оценка выставляется по 4-бальной системе:

5 – все задачи решены не менее, чем на 4, и большинство задач решено на 5;

4 – все задачи решены не менее, чем на 3, и большинство задач решено не менее, чем на 4;

3 – большинство задач решено не менее, чем на 3;

2 – большинство задач содержит существенные ошибки, то есть имеет оценку 2.

### **2.3. Методические указания для преподавателя по дисциплине**

1. В начале курса ориентировать студентов на самостоятельную работу с использованием в качестве учебного пособия разработанных методических указаний по индивидуальной работе, на контроль такой работы и льготы за успешную работу. Рекомендуются студентам, наиболее успешно освоившим материал курса (сдавшим все индивидуальные работы досрочно и решившим задачу 3 экзаменационного задания), выставить высшие экзаменационные оценки после небольшого устного опроса по понятиям курса, а студентов, регулярно выполняющим домашние задания и выполнившим в срок все индивидуальные задания, допустить к работе коллоквиума в конце курса, по которой за успешное ее выполнение и ответ на устный вопрос по понятиям курса разрешить выставление зачета или досрочной экзаменационной оценки при согласии студента.
2. На каждом занятии определять домашнее задание для контроля усвоения материала, состоящее в выполнении упражнений.
3. Контролировать в начале каждого занятия выполнение домашнего задания каждым студентом, отмечая результаты контроля и обсуждая неверные ответы и решения, а также лучшие способы решения упражнений. Только после этого переходить к новому лекционному материалу.
4. Проводить индивидуальные консультации со студентами, у которых возникают трудности в освоении материала.
5. Контрольную работу (коллоквиум) проводить по программе экзамена и повысить на 0,5 балла результат тем студентам, которые в течение курса выполнили все индивидуальные задания в срок.
6. Допускать к письменной части экзамена только студентов, выполнивших все индивидуальные задания семестра.
7. В программу экзамена включать 3 задачи, по одной к каждой теме курса. Каждая задача должна содержать задачу и теоретический вопрос, как правило, связанный с задачей. Результат задания может быть засчитан, если только студент решил задачу (в основном решение правильно и обосновано). На экзамене оценка «5» выставляется студенту, если он каждое задание сделал не менее чем на «4» и не менее половины заданий выполнил на «5». Оценка «4» выставляется студенту, если он каждое задание сделал не менее чем на «3» и не менее половины заданий выполнил на «4» или выше. Оценка «3» выставляется студенту, если он не менее половины заданий выполнил на «3». Оценка «2» выставляется студенту, если он не выполнил большинство заданий.
8. Для студентов, которые в основном не выполняли домашние задания, а также которые проходят переэкзаменовку, провести устный опрос по определениям курса.

### **3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

#### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2 Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

#### **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Алгоритмы и анализ сложности»**

##### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1. Ориентироваться на самостоятельную работу в освоении материала курса.
2. Рекомендуются знакомиться с материалом разделов по соответствующим методическим указаниям до их чтения лектором с целью лучшего понимания лекций. В случае трудности с пониманием некоторого материала следует усилить внимание при слушании лекции и при необходимости задать лектору вопросы.
3. После ознакомления с материалом постараться сначала самостоятельно решить приведенные примеры. При возникновении трудностей разобрать решение примера по материалу методических указаний. При непонимании материала или решения примеров задать на лекции вопросы по этому материалу или примерам.
4. Не откладывать выполнение задач каждого индивидуального задания, стремясь сдать их досрочно.
5. При получении замечаний от преподавателя по выполнению той или иной задачи индивидуального задания внимательно отнестись к ним и постараться понять, что требуется сделать. Перечитать соответствующий материал методических указаний по индивидуальному заданию.

В случае возникновения трудностей в понимании материала того или иного материала методического указания следует обратиться за консультацией к преподавателю, ведущему курс.

##### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу. Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети

университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Главной разработчик проекта - Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика") [www.informika.ru](http://www.informika.ru).

ИС "Единое окно" объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- Электронная библиотека – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

- Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- Избранное. В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- Библиотеки вузов. Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла

дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.

**Задания для самопроверки (тестовые вопросы)**

- 1) Существует ли функция, которая растет с ростом объема данных быстрее, чем полином, но медленнее, чем экспонента?
- 2) Может ли алгоритм быть экспоненциальным, если оценка его вычислительной сложности растет медленнее экспоненты?
- 3) Как получить оценку вычислительной сложности задачи сортировки массива с неизвестными ключами?
- 4) Существуют ли алгоритмы, у которых вычислительная сложность меньше чем линейная?
- 5) Вычислительная сложность 2 алгоритмов решения одной и той же задачи оценивается соответственно как  $\log^2 \log n$  и как  $\log^{1/4} n$ . Какая из них больше (растет быстрее)?