Министерство высшего образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительных технологий



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.09 «ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМОВ»

Направление
подготовки/специальность 02.03.02 **Фундаментальная информатика и информационные технологии**
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /
Специализация Математическое и программное обеспечение компьютерных технологий
(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академический бакалавриат
(академическая /прикладная)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника бакалавр
(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Оценка сложности алгоритмов» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (профиль) 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Программу составила: О.Н. Лапина доцент кафедры вычислительных технологий,

канд. физ.-мат. наук

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительных технологий от « 26» апреля 2019 г. , протокол № 7

Заведующий кафедрой (разработчика) Ю.М. Вишняков

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры вычислительных технологий от «26» апреля 2019 г. , протокол № 7

Заведующий кафедрой (выпускающей) Ю.М. Вишняков

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 1 от «15» мая 2019 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.

Рецензенты:

Схаляхо Ч.А. , доцент КВВУ им.С.М.Штеменко, к.ф.-м.н., доцент

Гаркуша О.В., доцент кафедры информационных технологий ФБГОУ ВО «Кубанский государственный университет», кандидат физико-математических наук, доцент.

1. Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1. Цели освоения дисциплины.

Целью преподавания и изучения дисциплины «Оценка сложности алгоритмов» является ознакомление студентов с фундаментальными понятиями теории сложности алгоритмов, с современными методами исследования алгоритмов и оценки их алгоритмической сложности.

1.2. Задачи дисциплины.

Задачи дисциплины: освоить основные понятия, положения и методы теории сложности алгоритмов; овладеть методами решения NP-полных задач для исследования различных прикладных задач.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оценка сложности алгоритмов» относится к вариативной части цикла профессиональных дисциплин. Для изучения дисциплины необходимо знание основ теории сложности алгоритмов, основ программирования, языков программирования. Теория сложности алгоритмов имеет большое практическое значение для анализа алгоритмов. Знания, получаемые при изучении дисциплины, используются при изучении других дисциплин профессионального цикла учебного плана бакалавра, а также при работе над выпускной квалификационной работой бакалавра.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных/общепрофессиональных/профессиональных компетенций *(ОК/ОПК/ПК)*

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ПК-1	Способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	фундаментальные основы теории сложности алгоритмов, методы оценки сложности, современные языки программирования	эффективно применять базовые алгоритмы решения NP-задач и методы оценки сложности алгоритмов, использовать современные языки программирования при решении	методами оценки сложности алгоритмов и задач, методами построения математических моделей прикладных задач.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
				прикладных задач	
2.	ПК-5	Способен применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии	современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, электронные библиотеки и пакеты программ для решения основных NP-задач	Разрабатывать программы, реализующие алгоритмы для решения основных NP-полных задач с применением современных языков программирования	методами разработки и реализации алгоритмов в области прикладного программирования, а также приближенных алгоритмов для решения задач экспоненциальной сложности.

2. Структура и содержание дисциплины.
2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			7	8		
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):						
Занятия лекционного типа		14	-	14	–	–
Лабораторные занятия		28	-	28	–	–
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		–	–	–	–	–
		–	–	–	–	–
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	-	4	–	–
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	-	0,2	–	–
Самостоятельная работа, в том числе:		**25,8**		25,8		
Курсовая работа		–	–	–	–	–
Проработка учебного (теоретического) материала		15,8	-	15,8	–	–
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		10	-	10	–	–
Реферат		–	–	–	–	–
Подготовка к текущему контролю		-	-	-	–	–
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-	-	–	–
Общая трудоёмкость	**час.**	**72**	**-**	**72**	–	–
	в том числе контактная работа	**46,2**	**-**	**46,2**	–	–

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 8-м семестре *(очная форма)*

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ЛР	КСР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Сложность алгоритмов и сложность задач	14	4	4	2	4
2	NP-полные задачи	20	4	6		10
3	Методы решения NP-полных задач	37,8	6	18	2	11,8
	ИКР	0,2				
	Контроль					
	Итого:	72	14	28	4	25,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Сложность алгоритмов и сложность задач	Сложность алгоритмов и сложность задач, основные понятия. Задачи полиномиальной сложности, задачи экспоненциальной сложности. Класс задач *NP*. Гипотеза $P \neq NP$	ЛР
2	NP-полные задачи	Понятие полиномиальной сводимости. Класс задач *NP* - полные задачи, основные понятия. Задача Выполнимость. Задача k-выполнимость. Теорема Кука. Основные *NP* - полные задачи, доказательство *NP* – полноты.	ЛР
3	Методы решения NP-полных задач	Основные подходы в решении NP-полных задач. Приближенные алгоритмы решения NP-полных задач (эвристические алгоритмы, жадные алгоритмы); алгоритмы с оценками точности. Вероятностные алгоритмы: алгоритмы Монте-Карло, алгоритмы Лас Вегаса, Шервудские алгоритмы. Вероятностные алгоритмы для решения NP-полных задач.	ЛР, РГЗ

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа – не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные работы заключаются в реализации алгоритмов, написании процедур (программ), анализе сложности алгоритмов..

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Сложность алгоритмов и сложность задач	Алгоритмы решения задач Коммивояжера и поиска Гамильтонова пути. Оценка сложности алгоритмов и границ размерности задачи для практического решения	ЛР
2	Сложность алгоритмов и сложность задач	Алгоритм решения задачи о клике. Оценка сложности алгоритма и границ размерности задачи для практического решения	ЛР, РГЗ
3	NP-полные задачи	Определить принадлежность задачи коммивояжера к классу NP –полных задач. Описать преобразование задачи Коммивояжера к задаче Выполнимость.	ЛР, РГЗ
4	NP-полные задачи	Определить принадлежность задачи о Клике к классу NP –полных задач.	РГЗ
5	NP-полные задачи	Определить принадлежность задачи поиска Гамильтонова пути к классу NP –полных задач.	РГЗ
6	Методы решения NP-полных задач	Жадный алгоритм решения задачи Коммивояжера.	РГЗ
7	Методы решения NP-полных задач	Приближенные методы решения задачи поиска Гамильтонова пути	РГЗ
8	Методы решения NP-полных задач	Приближенные методы решения задачи о Клике	РГЗ
9	Методы решения NP-полных задач	Методы решения задачи о разбиении множества	РГЗ
10	Методы решения NP-полных задач	Жадный алгоритм решения задачи о Рюкзаке	РГЗ
11	Методы решения NP-полных задач	Метрическая задача Коммивояжера, методы решения.	РГЗ
12	Методы решения NP-полных задач	Эвристический алгоритм решения задачи о Расписании	РГЗ
13	Методы решения NP-полных задач	Вероятностные методы решения	ЛР
14	Методы решения NP-полных задач	Вероятностные методы решения. NP-полных задач.	ЛР

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы

1	2	3
1	Проработка учебного материала, выполнение индивидуальных заданий.	Миков А.И., Лапина О.Н. Вычислимость и сложность алгоритмов. М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т, Каф. вычислительных технологий. - Краснодар: 2013. - 78 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Используемые интерактивные образовательные технологии:

- Компьютерные презентации и обсуждение.
- Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов).

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения лабораторных работ, средств итоговой аттестации (зачета в 8 семестре).

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- выполнения индивидуального расчетно-графического задания.
- ответа на зачете (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура фонда оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1.	Сложность алгоритмов и сложность задач	ПК-1	ЛР	Экзамен
2.	NP-полные задачи	ПК-1, ПК-5	ЛР, РГЗ,	Экзамен
3.	Методы решения NP-полных задач	ПК-1, ПК-5	ЛР, РГЗ,	Экзамен

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Компетенция	**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**		
	Пороговый	**базовый**	**Продвинутый**
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично/зачтено
ПК-1: Способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные	*Знает* – основы теории алгоритмов, базовые алгоритмы для решения основных NP-задач	*Знает* – основы теории алгоритмов, классы сложности задач; приближенные алгоритмы для решения основных NP-задач	*Знает* – современную теорию алгоритмов, классы сложности задач; эффективные алгоритмы для решения NP-полных задач
	Умеет – разрабатывать программы,	*Умеет* – разрабатывать программы,	*Умеет* – разрабатывать эффективные

законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	реализующие базовые алгоритмы для решения основных NP-полных задач	реализующие алгоритмы для решения основных NP-полных задач с применением современных языков программирования	программы, реализующие алгоритмы для решения NP-полных задач с применением современных языков программирования
	Владеет – методами разработки стандартных алгоритмов в области программирования	*Владеет* – методами разработки и анализа алгоритмов в области прикладного программирования, а также приближенных алгоритмов для решения задач экспоненциальной сложности.	*Владеет* – методами разработки и реализации эффективных алгоритмов в области прикладного программирования, а также приближенных алгоритмов для решения задач экспоненциальной сложности.
ПК-5 Способен применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии	*Знает* - языки программирования, электронные библиотеки и пакеты программ для решения основных NP-задач	*Знает* - современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, электронные библиотеки и пакеты программ для решения основных NP-задач	*Знает* – современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, электронные библиотеки и пакеты программ для решения основных NP-задач
	Умеет- применять базовые алгоритмы решения NP-задач и методы оценки сложности базовых алгоритмов	*Умеет*- применять базовые алгоритмы решения NP-задач и методы оценки сложности алгоритмов при решении прикладных задач	*Умеет*- Эффективно применять базовые алгоритмы решения NP-задач и методы оценки сложности алгоритмов при решении прикладных задач
	Владеет - Методами оценки сложности задач	*Владеет* - Методами оценки сложности задач, методами построения основных математических моделей прикладных задач.	*Владеет* - Методами оценки сложности задач, методами построения математических моделей прикладных задач.

Типовые контрольные материалы или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

Образец РГЗ – задания на разработку алгоритма и компьютерной программы

По дисциплине студентом выполняется одно индивидуальное расчетно-графическое задание – исследование на принадлежность к классу NP-полных задач, разработка приближенного алгоритма решения и оформление письменного отчет. Темы заданий для каждого студента различны. Задача РГЗ состоит в проверке умений студента и проверки эффективности его самостоятельной работы. Общая тематика соответствует тематике лабораторных работ.

Пример расчетно-графического задания:

Требуется определить принадлежность задачи к классу NP-задач и NP –полных задач. Каждая из NP-полных задач может быть сведена к любой другой за полиномиальное время. Опишите соответствующее преобразование какой-либо NP-полной задачи к заданной:

1.Задача о клике.

Дан граф G с m вершинами и целое положительное число n. Граф называется кликой, если каждая вершина в нем связана ребром с каждой. Количество вершин в клике назовем ее мощностью.

- Задача принятия решения: Найдется ли в данном графе G клика мощности не менее, чем n?

- Задача оптимизации: найти максимальный размер клики в графе.

2.Вершинное покрытие.

Дан граф G с m вершинами и целое положительное число n. Вершинным покрытием называется подмножество вершин графа , такое, что любое ребро графа G инцидентно хотя бы одной вершине множества Z.

- Задача принятия решения: Существует ли вершинное покрытие не более, чем из n вершин.

- Задача оптимизации: найти минимальное вершинное покрытие.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.
Перечень вопросов на зачет.

1. Анализ сложности алгоритмов. Функции сложности. Сложность данных
2. Формальное понятие алгоритма. Детерминированные машины Тьюринга.
3. Разрешимые и неразрешимые задачи. Классы сложности задач.
4. Понятие полиномиальной сводимости. Класс задач NP.
5. Гипотеза $P \neq NP$.
6. NP- полные задачи, основные понятия.
7. Примеры NP- полных задач.
8. Задача ВЫПОЛНИМОСТЬ. Задача k-ВЫПОЛНИМОСТЬ.
9. Задача ВЫПОЛНИМОСТЬ. Теорема Кука.
10. Методы решения NP-полных задач.
11. Приближенные алгоритмы для NP-полных задач. Примеры.

12. Приближенные алгоритмы с оценками точности.
13. Вероятностные алгоритмы. Вероятностные машины Тьюринга.
14. Вероятностные алгоритмы для NP задач.

Критерии оценивания к зачету

Оценка “зачтено” - практические задания выполнены в срок в объеме не менее 80%. студент демонстрирует правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при аргументации ответов на вопросы при защите лабораторных.

Оценка «не зачтено» - практические задания не выполнены либо предоставлены не в срок в объеме менее 60%, студент демонстрирует наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Королев Л.Н., Миков А.И. Информатика. Введение в компьютерные науки. – М.: Абрис, 2012. (112 экземпляров в библиотеке КубГУ)
2. Миков А.И., Лапина О.Н. Вычислимость и сложность алгоритмов. М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т, Каф. вычислительных технологий. - Краснодар: 2013. - 78 с. (65 экземпляров в библиотеке КубГУ)

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература

1. Судоплатов, С. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. — 5-е изд., стер. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 255 с. . — Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/4A10DE4E-50A1-4D31-943A-6F5BD68B635B
2. Глухов, М.М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.М. Глухов, А.Б. Шишков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 416 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4041.
3. Н. К. Верещагин, А. Шень. Языки и исчисления: Лекции по математической логике и теории алгоритмов. М. : МЦНМО, 2002 г., 285с. (48 экземпляров в библиотеке КубГУ)
4. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М., 1979. (45 экземпляров в библиотеке КубГУ)

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, лабораторных работ, выполнении расчетно-графической работы и экзамена.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине с использованием указанных литературных источников и методических указаний автора курса.

Виды и формы СР, сроки выполнения, формы контроля приведены выше в данном документе.

Для лучшего освоения дисциплины при защите ЛР студент должен ответить на несколько вопросов из лекционной части курса.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

7.1 Перечень информационных технологий.

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

– Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

7.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

– Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
- математические пакеты (Maple, MatLab).
– среда программирования на языке высокого уровня (TPascal, Delphi, C, C++).

7.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)/

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) PowerPoint. ауд. 129, 131, А305.
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированными техническими средствами обучения – компьютерный класс, с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (лаб. 102-106.).
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) – компьютерный класс
4.	Текущий контроль,	Аудитория, приспособленная для письменного ответа при

	промежуточная аттестация	промежуточной аттестации.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.