

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Хагуров Т.А.
подпись



«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.29«Алгоритмы и анализ сложности»

Направление подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и
администрирование информационных систем

Направленность (профиль) Технология программирования

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Алгоритмы и анализ сложности» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.

Программу составил:

А.И. Миков профессор, доктор физ.-мат. наук, профессор



подпись

Рабочая программа дисциплины «Алгоритмы и анализ сложности» утверждена на заседании кафедры информационных технологий протокол №15 от «20» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой (разработчика)

В. В. Подколзин



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных технологий протокол №15 от «20» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

В. В. Подколзин



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол №1 от «21» мая 2021 г.

Председатель УМК факультета

А. В. Коваленко



подпись

Рецензенты:

Лядова Людмила Николаевна, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического обеспечения вычислительных систем ФГБОУ «Пермский государственный научно-исследовательский университет»

Лапина Ольга Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры вычислительных технологий ФГБОУ «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Основной целью дисциплины является изучение методов оптимизации алгоритмов решения прикладных задач, ознакомление с успешными примерами таких оптимизаций, и формирование у студентов навыков создания высококачественных алгоритмов и программ.

Воспитательной целью дисциплины является формирование у студентов научного, творческого подхода к освоению математических методов, технологий разработки программного обеспечения; понимание ими неразрывного единства информатики и математики.

Отбор материала основывается на необходимости ознакомить студентов со следующей современной научной информацией:

о том, что алгоритмы являются математическими объектами и их фундаментальные свойства изучаются математическими методами;

о том, что для решения задачи может быть сконструировано множество алгоритмов, и от эффективности алгоритмов зависит конкурентоспособность использующих их технических устройств;

о соотношении между классами алгоритмов, и влиянии этого на целые отрасли науки и практики.

Содержательное наполнение дисциплины обусловлено общими задачами подготовки бакалавра.

Научной основой для построения программы данной дисциплины является теоретико-прагматический подход в обучении.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи дисциплины:

- ознакомление с математическими методами, применяемыми для анализа сложности алгоритмов;
- приобретение навыков анализа сложности алгоритмов с ветвлениями, циклами, рекурсивных алгоритмов;
- ознакомление с методами оптимизации алгоритмов;
- ознакомление с классами сложности P, NP, NPC;
- приобретение навыков в использовании алгоритмов решения NP-полных проблем в различных приложениях.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Алгоритмы и анализ сложности» относится к «Обязательная часть» Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Входными знаниями для освоения данной дисциплины являются знания, умения и опыт, накопленный студентами в процессе изучения дисциплины «Основы программирования», «Методы программирования», «Фундаментальные дискретные модели».

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 следующих компетенций:

- ОПК-2** Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

Знать	ИОПК-2.2 (С/16.6 Зн.3) Инструменты и методы верификации структуры и оценки качества программного кода ИОПК-2.3 (С/16.6 Зн.4) Возможности ИС в различных областях человеческой деятельности ИОПК-2.5 (С/16.6 Зн.14) Современный отечественный и зарубежный опыт, современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности ИОПК-2.6 (А/01.5 Зн.2) Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) Методы и средства планирования и организации исследований и разработок программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности ИОПК-2.8 (А/01.5 Зн.4) Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации, связанной с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1) Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач на основе современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности
Уметь	ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) Верифицировать структуру программного кода, применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) Анализировать входные данные, применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой и реализацией программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности
Владеть	ИОПК-2.12 (D/03.6 Тд.1) Применять современный математический аппарат при разработке, изменении и согласовании архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения ИОПК-2.13 (С/16.6 Тд.2) Верификация структуры программного кода ИС относительно архитектуры ИС и требований заказчика к ИС, оценка качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) Проведение маркетинговых исследований научно-технической информации, с использованием современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов, связанных с проектированием,

разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

ОПК-3 Способен понимать и применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения

Знать ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) Современные структурные языки программирования и современные информационные технологии с точки зрения эффективности их компиляторов и run-time компонент

ИОПК-3.2 (С/16.6 Зн.14) Современный отечественный и зарубежный опыт в разработки эффективных алгоритмов

ИОПК-3.3 (D/03.6 Зн.3) Методы и средства проектирования эффективного программного обеспечения

Уметь ИОПК-3.4 (С/16.6 У.1) Кодировать на языках программирования, выбирая наиболее быстрые реализации и обеспечивая минимальные затраты памяти

ИОПК-3.5 (D/03.6 У.2) Применять методы и средства проектирования эффективного программного обеспечения и структур данных

Владеть ИОПК-3.6 (С/16.6 ТД.2) Верификация структуры программного кода ИС относительно архитектуры ИС и требований заказчика к ИС по скорости исполнения кода

ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие алгоритмов решения задач

ПК-4 Способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях

Знать ИПК-4.1 (D/03.6 Зн.2) Типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях

ИПК-4.2 (D/03.6 Зн.3) Методы и средства, современные информационные технологии проектирования программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях

ИПК-4.5 (С/16.6 Зн.2) Инструменты, методы и современные информационные технологии проектирования и дизайна ИС

ИПК-4.6 (С/16.6 Зн.3) Инструменты и методы верификации структуры программного кода, оценки качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях

ИПК-4.17 (А/01.5 Зн.1) Цели и задачи проводимых исследований и разработок при решении задач в различных предметных областях

ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта области информационных технологий

ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки результатов работы программного обеспечения

ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач с применением современных информационных технологий при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения

- Уметь** ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) Верифицировать структуру программного кода, применять современные информационные технологии при оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях
ИПК-4.26 (А/01.5 У.3) Применять современные методы анализа научно-технической информации
- Владеть** ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) Верификация структуры программного кода ИС относительно архитектуры ИС и требований заказчика к ИС, оценка качества и анализ эффективности программного обеспечения
ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) Сбор, обработка, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в области современных информационных технологий
ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3) Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в области современных информационных технологий

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)				
			3				
Контактная работа, в том числе:		72,2	72,2				
Аудиторные занятия (всего):		68	68				
Занятия лекционного типа		34	34				
Лабораторные занятия		34	34				
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
Иная контактная работа:		4,2	4,2				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4				
Промежуточная аттестация (ИКА)		0,2	0,2				
Самостоятельная работа, в том числе:		35,8	35,8				
Проработка учебного (теоретического) материала		10	10				
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		20	20				
Подготовка к текущему контролю		5,8	5,8				
Контроль:							
Подготовка к зачету							
Общая трудоемкость	час.	108	108				

	в том числе контактная работа	72,2	72,2					
	зач. ед	3	3					

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия сложности алгоритмов	6	2		2	2
2.	Методы оценки сложности алгоритмов	6	2		2	2
3.	Оценка сложности циклических алгоритмов типа for	6	2		2	2
4.	Оценка сложности циклических алгоритмов (while, repeat)	6	2		2	2
5.	Анализ сложности рекурсивных алгоритмов	8	2		4	2
6.	Master theorem и анализ алгоритмов типа «разделяй и властвуй»	6	2		2	2
7.	Анализ алгоритма Хоара «быстрой сортировки»	8	2		4	2
8.	Быстрые алгоритмы матричного умножения.	8	2		4	2
9.	Классы сложности задач. Класс NP.	4	2			2
10.	Сложность задачи «Выполнимость».	6	2		2	2
11.	Проблема P =? NP.	4	2			2
12.	Задачи экспоненциальной сложности.	6	2		2	2
13.	Односторонние функции и сложность алгоритмов	6	2		2	2
14.	Алгоритм RSA	6	2		2	2
15.	Построение и использование хешей, SHA256	6	2		2	2
16.	Алгоритмы модулярной арифметики	6	2		2	2
17.	Эффективные алгоритмы декомпозиции и оптимизации	5,8	2			3,8
ИТОГО по разделам дисциплины		103,8	34		34	35,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2				
Подготовка к текущему контролю						
Общая трудоемкость по дисциплине		108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основные понятия сложности алгоритмов	Понятия временной и емкостной сложности алгоритма. Сложность входных (исходных) данных. Минимальная сложность, максимальная сложность, средняя сложность. Принятые обозначения.	Т
2.	Методы оценки сложности алгоритмов	Управляющий граф программы, его построение по тексту программы. Свойства управляющего графа (графа передачи управления). Оценка сложности для графов – простых цепей и деревьев (алгоритмы с ветвлениями).	Т
3.	Оценка сложности циклических алгоритмов типа for	Оценка сложности алгоритмов, содержащих циклы типа for (с известным числом исполнений тела цикла). Методы вывода формул для функции сложности. Анализ простейших алгоритмов сортировки.	Т
4.	Оценка сложности циклических алгоритмов (while, repeat)	Оценка сложности алгоритмов, содержащих циклы типа while и repeat (с неизвестным заранее числом исполнений тела цикла). Методы вывода формул для функции сложности. Примеры анализа алгоритмов.	Т
5.	Анализ сложности рекурсивных алгоритмов	Построение функциональных уравнений для оценки сложности рекурсивных алгоритмов (случай линейной рекурсии). Пример построения функционального уравнения и его решения. Построение функциональных уравнений для случаев нелинейной рекурсии и косвенной рекурсии.	Т
6.	Master theorem и анализ алгоритмов типа «разделяй и властвуй»	Теорема об асимптотическом поведении функции сложности рекурсивного алгоритма в зависимости от параметров разбиения данных и количества возникающих подзадач. Примеры применения теоремы для различных видов функциональных уравнений.	Т
7.	Анализ алгоритма Хоара «быстрой сортировки»	Построение функционального уравнения для оценки сложности алгоритма Энтони Хоара и детальный анализ вариантов его решения. Сопоставление результатов с Master theorem.	Т
8.	Быстрые алгоритмы матричного умножения.	Алгоритм Ф. Штрассена перемножения матриц, анализ его сложности. Общая проблема оценки сложности перемножения матриц. Улучшение решений (Копперсмит и др.). Методы оптимизации алгоритмов. Алгоритм перемножения длинных целых чисел. Алгоритм возведения целого в большую степень.	Т
9.	Классы сложности задач. Класс NP.	Задачи и алгоритмы, их решающие. Понятие сложности задачи. Задачи полиномиальной сложности, задачи экспоненциальной сложности. Недетерминированные вычисления. Класс задач, решаемых за полиномиальное время недетерминированными вычислителями.	Т
10.	Сложность задачи «Выполнимость».	Задача проверки выполнимости булевой функции, заданной формулой в конъюнктивной нормальной форме. Зависимость оценки сложности алгоритма от размера дизъюнкта. Использование принципа резолюции. Теорема С. Кука.	Т
11.	Проблема $P = ? NP$.	Обсуждение нерешенной проблемы совпадения (или несовпадения) классов задач полиномиальной сложности и класса NP. Влияние решения этой проблемы на компьютерные науки и на важнейшие приложения.	Т
12.	Задачи экспоненциальной сложности.	Задачи, решаемые в настоящее время переборными алгоритмами, их сложность. Некоторые алгоритмы на графах (изоморфизм подграфа и др.)	Т
13.	Односторонние функции и сложность алгоритмов	Алгоритмы, вычисляющие значения функций, и алгоритмы, вычисляющие значения обратных функций. Соотношение их сложности. Понятие односторонней функции. Известные примеры односторонних функций. Задача вычисления дискретного логарифма.	Т
14.	Алгоритм RSA	Применение односторонних функций в задачах криптографии с открытым ключом. Алгоритм Ривеста-Шамира-Адлемана. Стандарты шифрования данных.	Т

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
15.	Построение и использование хешей, SHA256	Применение теории сложности алгоритмов к построению криптографических хешей. Алгоритм SHA256. Построение блокчейн.	Т
16.	Алгоритмы модулярной арифметики	Математические основы известных алгоритмов работы с односторонними функциями. Сравнения. Мультипликативное обратное. Система остаточных классов. Китайская теорема об остатках. Методы и алгоритмы разделения секрета.	Т
17.	Эффективные алгоритмы декомпозиции и оптимизации	Алгоритмы декомпозиции и оптимизации, эффективные с точки зрения времени выполнения. Алгоритм построения диаграммы Вороного. Алгоритм решения задачи линейного программирования – симплекс-метод.	Т

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрено

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основные понятия сложности алгоритмов	Построение минимальных, максимальных и средних оценок сложности	ЛР
2.	Методы оценки сложности алгоритмов	Анализ сложности элементарных алгоритмов алгебры	ЛР
3.	Оценка сложности циклических алгоритмов типа for	Анализ алгоритма сортировки	ЛР
4.	Оценка сложности циклических алгоритмов (while, repeat)	Анализ алгоритма поиска	ЛР
5.	Анализ сложности рекурсивных алгоритмов	Построение и анализ функциональных уравнений	ЛР
6.	Master theorem и анализ алгоритмов типа «разделяй и властвуй»	Анализ асимптотической сложности алгоритмов	ЛР
7.	Анализ алгоритма Хоара «быстрой сортировки»	Анализ алгоритма быстрой сортировки	ЛР
8.	Быстрые алгоритмы матричного умножения.	Анализ алгоритма Штрассена	ЛР
9.	Сложность задачи «Выполнимость».	Анализ задачи «Выполнимость – 2»	ЛР
10.	Задачи экспоненциальной сложности.	Анализ задачи «Изоморфизм графов»	ЛР
11.	Односторонние функции и сложность алгоритмов	Анализ односторонней функции	ЛР
12.	Алгоритм RSA	Анализ алгоритма RSA	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
13.	Построение и использование хешей, SHA256	Анализ алгоритма построения хеша	ЛР
14.	Алгоритмы модулярной арифметики	Анализ алгоритмов разделения секрета	ЛР

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено.

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	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

- Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

- Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

- Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

- Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

- Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеперечисленных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

– развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
	ЛР	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	16
Итого			16

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, и **промежуточной аттестации** в форме заданий к зачету.

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 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	Основные понятия сложности алгоритмов	ОПК-2 ИОПК-2.2 (С/16.6 Зн.3) ИОПК-2.3 (С/16.6 Зн.4) ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) ИОПК-2.12 (Д/03.6 Тд.1) ИОПК-2.13 (С/16.6 Тд.2) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.2 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-3.4 (С/16.6 У.1) ИОПК-3.6 (С/16.6 ТД.2) ПК-4 ИПК-4.1 (Д/03.6 Зн.2) ИПК-4.2 (Д/03.6 Зн.3) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2)	Типовые тестовые задания 1 Типовые контрольные задания 1	Отчет по ЛР 1
2	Методы оценки сложности алгоритмов	ОПК-2 ИОПК-2.5 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-2.6 (А/01.5 Зн.2) ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.3 (Д/03.6 Зн.3) ИОПК-3.5 (Д/03.6 У.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4)	Типовые тестовые задания 2 Типовые контрольные задания 2	Отчет по ЛР 2

		ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3)		
3	Оценка сложности циклических алгоритмов типа for	ОПК-2 ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) ИОПК-2.8 (А/01.5 Зн.4) ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.3 (Д/03.6 Зн.3) ИОПК-3.4 (С/16.6 У.1) ИОПК-3.6 (С/16.6 Тд.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.26 (А/01.5 У.3) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3)	Типовые тестовые задания 3 Типовые контрольные задания 3	Отчет по ЛР 3
4	Оценка сложности циклических алгоритмов (while, repeat)	ОПК-2 ИОПК-2.2 (С/16.6 Зн.3) ИОПК-2.3 (С/16.6 Зн.4) ИОПК-2.5 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-2.6 (А/01.5 Зн.2) ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.12 (Д/03.6 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.2 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-3.5 (Д/03.6 У.2) ИОПК-3.6 (С/16.6 Тд.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2)	Типовые тестовые задания 4 Типовые контрольные задания 4	Отчет по ЛР 4
5	Анализ сложности рекурсивных алгоритмов	ОПК-2 ИОПК-2.2 (С/16.6 Зн.3) ИОПК-2.3 (С/16.6 Зн.4) ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) ИОПК-2.12 (Д/03.6 Тд.1) ИОПК-2.13 (С/16.6 Тд.2) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.2 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-3.4 (С/16.6 У.1) ИОПК-3.6 (С/16.6 Тд.2) ПК-4 ИПК-4.1 (Д/03.6 Зн.2) ИПК-4.2 (Д/03.6 Зн.3) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2)	Типовые тестовые задания 5 Типовые контрольные задания 5	Отчет по ЛР 5

6	Master theorem и анализ алгоритмов типа «разделяй и властвуй»	ОПК-2 ИОПК-2.5 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-2.6 (А/01.5 Зн.2) ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.3 (Д/03.6 Зн.3) ИОПК-3.5 (Д/03.6 У.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3)	Типовые тестовые задания 6 Типовые контрольные задания 6	Отчет по ЛР 6
7	Анализ алгоритма Хоара «быстрой сортировки»	ОПК-2 ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) ИОПК-2.8 (А/01.5 Зн.4) ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.3 (Д/03.6 Зн.3) ИОПК-3.4 (С/16.6 У.1) ИОПК-3.6 (С/16.6 ТД.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.26 (А/01.5 У.3) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3)	Типовые тестовые задания 7 Типовые контрольные задания 7	Отчет по ЛР 7
8	Быстрые алгоритмы матричного умножения.	ОПК-2 ИОПК-2.2 (С/16.6 Зн.3) ИОПК-2.3 (С/16.6 Зн.4) ИОПК-2.5 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-2.6 (А/01.5 Зн.2) ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.12 (Д/03.6 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.2 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-3.5 (Д/03.6 У.2) ИОПК-3.6 (С/16.6 ТД.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2)	Типовые тестовые задания 8 Типовые контрольные задания 8	Отчет по ЛР 8
9	Классы сложности задач. Класс NP.	ОПК-2 ИОПК-2.2 (С/16.6 Зн.3) ИОПК-2.3 (С/16.6 Зн.4) ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) ИОПК-2.12 (Д/03.6 Тд.1) ИОПК-2.13 (С/16.6 Тд.2) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.2 (С/16.6 Зн.14)	Типовые тестовые задания 9 Типовые контрольные задания 7-9	Отчет по ЛР 9

		ИОПК-3.4 (С/16.6 У.1) ИОПК-3.6 (С/16.6 ТД.2) ПК-4 ИПК-4.1 (D/03.6 Зн.2) ИПК-4.2 (D/03.6 Зн.3) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2)		
10	Сложность задачи «Выполнимость».	ОПК-2 ИОПК-2.5 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-2.6 (А/01.5 Зн.2) ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.3 (D/03.6 Зн.3) ИОПК-3.5 (D/03.6 У.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3)	Типовые тестовые задания 10 Типовые контрольные задания 9	Отчет по ЛР 9
11	Проблема $P \stackrel{?}{=} NP$.	ОПК-2 ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) ИОПК-2.8 (А/01.5 Зн.4) ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.3 (D/03.6 Зн.3) ИОПК-3.4 (С/16.6 У.1) ИОПК-3.6 (С/16.6 ТД.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.26 (А/01.5 У.3) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3)	Типовые тестовые задания 11 Типовые контрольные задания 9-10	Отчет по ЛР 10
12	Задачи экспоненциальной сложности.	ОПК-2 ИОПК-2.2 (С/16.6 Зн.3) ИОПК-2.3 (С/16.6 Зн.4) ИОПК-2.5 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-2.6 (А/01.5 Зн.2) ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.12 (D/03.6 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.2 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-3.5 (D/03.6 У.2) ИОПК-3.6 (С/16.6 ТД.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2)	Типовые тестовые задания 12 Типовые контрольные задания 10	Отчет по ЛР 10

13	Односторонние функции и сложность алгоритмов	ОПК-2 ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) ИОПК-2.8 (А/01.5 Зн.4) ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.3 (Д/03.6 Зн.3) ИОПК-3.4 (С/16.6 У.1) ИОПК-3.6 (С/16.6 ТД.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.26 (А/01.5 У.3) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3)	Типовые тестовые задания 13 Типовые контрольные задания 11	Отчет по ЛР 11
14	Алгоритм RSA	ОПК-2 ИОПК-2.2 (С/16.6 Зн.3) ИОПК-2.3 (С/16.6 Зн.4) ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) ИОПК-2.12 (Д/03.6 Тд.1) ИОПК-2.13 (С/16.6 Тд.2) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.2 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-3.4 (С/16.6 У.1) ИОПК-3.6 (С/16.6 ТД.2) ПК-4 ИПК-4.1 (Д/03.6 Зн.2) ИПК-4.2 (Д/03.6 Зн.3) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2)	Типовые тестовые задания 14 Типовые контрольные задания 12	Отчет по ЛР 12
15	Построение и использование хешей, SHA256	ОПК-2 ИОПК-2.5 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-2.6 (А/01.5 Зн.2) ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.3 (Д/03.6 Зн.3) ИОПК-3.5 (Д/03.6 У.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3)	Типовые тестовые задания 15 Типовые контрольные задания 13	Отчет по ЛР 13
16	Алгоритмы модулярной арифметики	ОПК-2 ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) ИОПК-2.8 (А/01.5 Зн.4) ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.3 (Д/03.6 Зн.3) ИОПК-3.4 (С/16.6 У.1) ИОПК-3.6 (С/16.6 ТД.2)	Типовые тестовые задания 16 Типовые контрольные задания 14	Отчет по ЛР 14

		ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.26 (А/01.5 У.3) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3)		
17	Эффективные алгоритмы декомпозиции и оптимизации	ОПК-2 ИОПК-2.2 (С/16.6 Зн.3) ИОПК-2.3 (С/16.6 Зн.4) ИОПК-2.5 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-2.6 (А/01.5 Зн.2) ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) ИОПК-2.12 (Д/03.6 Тд.1) ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) ОПК-3 ИОПК-3.1 (С/16.6 Зн.9) ИОПК-3.2 (С/16.6 Зн.14) ИОПК-3.5 (Д/03.6 У.2) ИОПК-3.6 (С/16.6 Тд.2) ИОПК-3.7 (А/01.5 Др.1) ПК-4 ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2)	Типовые тестовые задания 17 Типовые контрольные задания 13-14	Отчет по ЛР 14

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие **пороговому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **зачтено**):

ОПК-2 Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

Знать ИОПК-2.2 (С/16.6 Зн.3) Инструменты и методы верификации структуры и оценки качества программного кода
 ИОПК-2.3 (С/16.6 Зн.4) Возможности ИС в различных областях человеческой деятельности
 ИОПК-2.5 (С/16.6 Зн.14) Современный отечественный и зарубежный опыт, современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности
 ИОПК-2.6 (А/01.5 Зн.2) Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности
 ИОПК-2.7 (А/01.5 Зн.3) Методы и средства планирования и организации исследований и разработок программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности
 ИОПК-2.8 (А/01.5 Зн.4) Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации, связанной с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

ИОПК-2.9 (А/01.5 Др.1 Зн.) Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач на основе современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

Уметь ИОПК-2.10 (С/16.6 У.2) Верифицировать структуру программного кода, применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

ИОПК-2.11 (А/27.6 У.1) Анализировать входные данные, применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой и реализацией программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

Владеть ИОПК-2.12 (D/03.6 Тд.1) Применять современный математический аппарат при разработке, изменении и согласовании архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения

ИОПК-2.13 (С/16.6 Тд.2) Верификация структуры программного кода ИС относительно архитектуры ИС и требований заказчика к ИС, оценка качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

ИОПК-2.14 (А/01.5 Тд.1) Проведение маркетинговых исследований научно-технической информации, с использованием современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

ИОПК-2.17 (А/01.5 Тд.4) Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов, связанных с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

ОПК-3 **Способен понимать и применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения**

Знать ИОПК-3.8 (С/16.6 Зн.9) Современные структурные языки программирования и современные информационные технологии с точки зрения эффективности их компиляторов и run-time компонент

ИОПК-3 (С/16.6 Зн.14) Современный отечественный и зарубежный опыт в разработки эффективных алгоритмов

ИОПК-3 (D/03.6 Зн.3) Методы и средства проектирования эффективного программного обеспечения

Уметь ИОПК-3 (С/16.6 У.1) Кодировать на языках программирования, выбирая наиболее быстрые реализации и обеспечивая минимальные затраты памяти

ИОПК-3 (D/03.6 У.2) Применять методы и средства проектирования эффективного программного обеспечения и структур данных

Владеть	ИОПК-3 (С/16.6 ТД.2) Верификация структуры программного кода ИС относительно архитектуры ИС и требований заказчика к ИС по скорости исполнения кода ИОПК-3 (А/01.5 Др.1) Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие алгоритмов решения задач
ПК-4	Способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях
Знать	ИПК-4.1 (D/03.6 Зн.2) Типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях ИПК-4.2 (D/03.6 Зн.3) Методы и средства, современные информационные технологии проектирования программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях ИПК-4.5 (С/16.6 Зн.2) Инструменты, методы и современные информационные технологии проектирования и дизайна ИС ИПК-4.6 (С/16.6 Зн.3) Инструменты и методы верификации структуры программного кода, оценки качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях ИПК-4.17 (А/01.5 Зн.1) Цели и задачи проводимых исследований и разработок при решении задач в различных предметных областях ИПК-4.18 (А/01.5 Зн.2) Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта области информационных технологий ИПК-4.20 (А/01.5 Зн.4) Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки результатов работы программного обеспечения ИПК-4.21 (А/01.5 Др.1 Зн.) Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач с применением современных информационных технологий при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения
Уметь	ИПК-4.25 (С/16.6 У.2) Верифицировать структуру программного кода, применять современные информационные технологии при оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях ИПК-4.26 (А/01.5 У.3) Применять современные методы анализа научно-технической информации
Владеть	ИПК-4.29 (С/16.6 Тд.2) Верификация структуры программного кода ИС относительно архитектуры ИС и требований заказчика к ИС, оценка качества и анализ эффективности программного обеспечения ИПК-4.30 (А/01.5 Тд.2) Сбор, обработка, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в области современных информационных технологий ИПК-4.31 (А/01.5 Тд.3) Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в области современных информационных технологий

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

Типовые тестовые задания

1. Пусть $m(V)$ – минимальная сложность алгоритма, $M(V)$ – максимальная сложность алгоритма, $S(V)$ – средняя сложность алгоритма. Для линейного алгоритма (без ветвлений) имеет место:
 - $m(V) < S(V) < M(V)$
 - $m(V) < M(V)$; $S(V) = (m(V) + M(V))/2$
 - $m(V) < S(V) < M(V)$
2. Пусть $m(V)$ – минимальная сложность алгоритма, $M(V)$ – максимальная сложность алгоритма, $S(V)$ – средняя сложность алгоритма. Для алгоритма с ветвлениями имеет место:
 - $m(V) < S(V) < M(V)$
 - $m(V) < M(V)$; $S(V) = (m(V) + M(V))/2$
 - $m(V) = S(V) = M(V)$
 - другой ответ
3. Классический алгоритм перемножения квадратных матриц имеет сложность:
 - $O(\log n)$
 - $O(n \log n)$
 - $O(n)$
 - $O(n^2)$
 - $O(n^3)$
 - $O(n^4)$
 - $O(2^n)$
4. Сложность циклических алгоритмов (while, repeat) зависит от параметра сложности исходных данных:
 - как некоторый полином
 - как дробно-рациональная функция
 - как некоторое выражение с иррациональностями
 - может быть произвольной вещественной функцией
5. Асимптотическая сложность рекурсивного алгоритма:
 - всегда выше $O(n)$
 - никогда не ниже $O(2^n)$
 - не превышает $O(n \cdot 2^n)$
 - может быть сколь угодно большой
 - может быть сколь угодно малой
 - в точности 2 предыдущих утверждения верны
 - в точности 2 предыдущих утверждения не верны
6. Master theorem верна, если параметры «a» и «с»:
 - произвольные алгебраические числа

- комплексные числа с ненулевой мнимой частью
 - кватернионы
 - первое – трансцендентное, а второе - иррациональное
 - натуральные числа
7. Сортировка Хоара:
- может быть медленнее сортировки «пузырьком» на некоторых одинаковых массивах
 - всегда быстрее, чем сортировка методом вставки
 - найдется множество массивов различных длин n так, что на этом множестве массивов сложность сортировки Хоара $O(n^3)$
 - все предыдущие утверждения неверны
 - одно из предыдущих утверждений верно
8. Для умножения квадратных матриц:
- не существует алгоритма сложности $O(n^4)$ и более
 - не существует алгоритма сложности $O(n^2)$ и менее
 - может быть построен алгоритм сложности $O(n^{3.5})$
 - существует алгоритм сложности $O(n^{2.8})$ и $O(n^{2.9})$
9. Возможна полиномиальная сводимость:
- задачи изоморфизма графов к задаче поиска кратчайших путей в графе
 - задачи перемножения квадратных матриц к задаче скалярного произведения векторов
 - задачи скалярного перемножения векторов к задаче перемножения матриц
 - задачи вычисления хроматического числа графа к задаче вычисления рода графа
10. Задача «Выполнимость – k » имеет полиномиальную сложность, если:
- $k = 1$
 - $k = 2$
 - $k = 2.5$
 - $k = 3$
 - $k < 8$
11. Доказано, что:
- $P = NP$
 - $NP = EXP$
 - $P \neq NP$
12. К задачам экспоненциальной сложности относятся:
- задача скалярного умножения векторов
 - задача точного вычисления числа π
 - задача сортировки массива
 - задача изоморфизма подграфов
 - задача поиска всех клик в графе
13. Относятся ли к односторонним функциям задачи вычисления:
- натурального логарифма?

- дискретного логарифма?
 - логарифма по основанию 2?
14. Факторизация в RSA это:
- поиск факторов, влияющих на правильность понимания принятого секретного сообщения
 - систематическая процедура подстановки одной кодовой последовательности вместо другой
 - разложение нечетного числа на два простых сомножителя
 - разложение числа на простые сомножители
15. Хеш предназначен для:
- сжатия исходного сообщения, экономной передачи его по каналу связи, и восстановлению, может быть, с незначительными ошибками
 - защиты передаваемого сообщения от подмены во время передачи
 - определения на принимающей стороне, было ли сообщение подменено
16. Элемент конечного поля ($\text{mod } 1213$), обратный к 1211, равен:
- 1112
 - 1113
 - 74
 - 75
 - 606
 - 607
 - 224
 - 225
17. Целевая функция задачи линейного программирования достигает своего экстремума:
- в геометрическом центре допустимой области
 - на границе допустимой области, посередине между соседними вершинами
 - в вершине допустимой области.

Типовые контрольные задания

1. Создать приложение для вычисления значений функции средней сложности алгоритма с разветвлениями, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.
2. Создать приложение для вычисления значений функции сложности алгоритма скалярного умножения векторов, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.
3. Создать приложение для вычисления значений функции средней сложности алгоритма сортировки «пузырек», выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.
4. Создать приложение для вычисления значений функции средней сложности алгоритма Дейкстры поиска путей в графе, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.
5. Создать приложение для анализа решения функционального уравнения, описывающего функцию сложности алгоритма Карацубы, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.

6. Создать приложение для сравнительного анализа решений функциональных уравнений различного типа (из master theorem), выполнить с его помощью вычисления, и представить графики асимптот функций сложности.
7. Создать приложение для вычисления значений функций минимальной, максимальной и средней сложности алгоритма сортировки Хоара, выполнить с его помощью вычисления, и представить графики функций сложности.
8. Создать приложение для сравнения значений функций сложности алгоритма Ф. Штрассена и классического алгоритма перемножения матриц, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.
9. Создать приложение для вычисления значений функции средней сложности алгоритма проверки выполнимости булевой функции, заданной КНФ с дизъюнтами длины 2, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.
10. Создать приложение для вычисления значений функции средней сложности алгоритма проверки изоморфизма графов, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.
11. Создать приложение для вычисления значений функции сложности алгоритма дискретного логарифма, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.
12. Создать приложение для вычисления значений функции сложности алгоритма RSA, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.
13. Создать приложение для вычисления значений функции средней сложности алгоритма хеширования, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.
14. Создать приложение для вычисления значений функции сложности алгоритма Шамира, выполнить с его помощью вычисления, и представить график функции сложности.

Материалы для промежуточной аттестации (зачет)

Зачет выставляется на основании представленных отчетов по всем лабораторным работам и их защите.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания тестов:

Тест проводится онлайн в системе Moodle или Google Docs и ограничен по времени. На сдачу теста дается две попытки. Тест считается успешно пройденным если студент правильно ответил на 70% вопросов.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания выполнения контрольных заданий:

Задание считается выполненным при выполнении следующих условий:

- предоставлен исходный код на C++;
- продемонстрирована работоспособность приложения;
- студент понимает исходный код и отвечает на вопросы по его организации.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является зачет. Студенты обязаны получить зачет в соответствии с расписанием и учебным планом

ФОС промежуточной аттестации состоит из тестовых заданий и контрольных заданий.

Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента, получение теоретических и практических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Результат сдачи зачета заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом тестовых заданий и контрольных заданий.

Критерии оценки:

оценка «незачет» выставляется в случае выполнения одного из условий:

- не сдан хотя бы один тест;
- выполнено менее 80% контрольных заданий.

оценка «зачет» в случае выполнения условий:

- сданы все тесты
- выполнено не менее 80% контрольных заданий.

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 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.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Основная литература:

1. Королев Л.Н., Миков А.И. Информатика. Введение в компьютерные науки: учебник для вузов. – М.: Абрис, 2012. – 380 с. (119 экз. в библиотеке КубГУ).
2. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ, 3-е издание. – М.: «Вильямс», 2013. – 1328 с.

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. Ахо А.В., Хопкрофт Д.Э., Ульман Д.Д. Структуры данных и алгоритмы. – М.: «Вильямс», 2016. – 400 с.
2. Миков А.И., Лапина О.Н. Сложность алгоритмов и задач. – Ростов-на-Дону. Издательство Южного федерального университета. 2014. – 103 с.

5.3. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.4. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

5.5. Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

5.6. Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

5.7. ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

5.8. Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru](http://mschool.kubsu.ru;);
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. В ходе лекционных занятий разбираются свойства, методы и события основных элементов анализа сложности алгоритмов, приводятся примеры их использования, проводится анализ наиболее распространенных ошибок построения функции сложности. После прослушивания лекции рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются готовые программные приложения и проводится анализ их функций сложности, а также приводятся примеры разработки программных приложений. После занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов разработки программ. Разрабатывая решение новой задачи, студент должен уметь выбрать эффективные и надежные структуры данных для представления информации, подобрать соответствующие алгоритмы для их обработки, учесть специфику языка программирования, на котором будет выполнена реализация. Студент должен уметь выполнять тестирование и отладку алгоритмов решения задач с целью обнаружения и устранения в них ошибок.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навык проведения анализа эффективности алгоритмов.

Используются активные, инновационные образовательные технологии, которые способствуют развитию общекультурных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций обучающихся:

- проблемное обучение;
- разноуровневое обучение;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);
- информационно-коммуникационные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методическим обеспечением курсовой работы студентов являются:

1. учебная литература;
2. нормативные документы ВУЗа;
3. методические разработки для студентов.

Самостоятельная работа студентов включает:

- оформление итогового отчета (пояснительной записки).
- анализ нормативно-методической базы организации;
- анализ научных публикации по заранее определённой теме;
- анализ и обработку информации;
- работу с научной, учебной и методической литературой,
- работа с конспектами лекций, ЭБС.

Для самостоятельной работы представляется аудитория с компьютером и доступом в Интернет, к электронной библиотеке вуза и к информационно-справочным системам.

Перечень учебно-методического обеспечения:

1. Основная образовательная программа высшего профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки.
2. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
3. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы дисциплины Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.
4. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте.
5. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки.

6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки.

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. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
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.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.