

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан _____ Матросов В.В.

« 29 » _____ июня 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

Алгоритмы и анализ сложности
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
Специалитет
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Системы подвижной цифровой защищенной связи
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)
Специалист
(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения
Очная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2020 год

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Алгоритмы и анализ сложности» относится к вариативной части Блока 1 «Обязательные дисциплины». Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы ОПОП по специальности 10.05.02 "Информационная безопасность телекоммуникационных систем". Дисциплина обязательна для освоения в 4 семестре.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Алгоритмы и анализ сложности», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплины «Дискретная математика», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Языки программирования», «Информатика».

К моменту изучения дисциплины у студентов присутствуют устойчивые представления, касающиеся понятийного аппарата в области теории множеств, студенты владеют основами алгебры логики, инструментами математического анализа, языком программирования C++.

Целями освоения дисциплины являются:

- Знать основные принципы построения алгоритмов;
- Уметь проводить анализ алгоритмов на предмет оценки их временной и пространственной эффективности;
- Уметь классифицировать поставленную задачу, выбирать оптимальный алгоритм для ее решения;
- Знать основные алгоритмы для сортировки, поиска, структуризации и анализа данных.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2: Способность формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов. Уровень базовый	<i>З1 (ПК-2): Знать</i> и понимать современный математический аппарат, методы его совершенствования. <i>У1 (ПК-2): Уметь</i> формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе математическое моделирование. <i>В1 (ПК-2): Владеть</i> опытом применения соответствующего математического аппарата для решения задач математического моделирования.

ОПК-5: - способность применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач. Уровень базовый.	3I (ОПК-5): Знать языки, методы и инструменты средств программирования УI (ОПК-5): Уметь применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач ВI (ОПК-5): Владение опытом применения программных средств системного и прикладного назначения, языков, методов и инструментальных средств программирования.
--	---

Окончательное завершение формирования компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины, происходит после сдачи экзамена по этой дисциплине.

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 49 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 16 часов занятия семинарского типа в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости, 1 час – мероприятия промежуточной аттестации), 23 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Введение. Понятие алгоритма. Классификация задач Понятие сложности алгоритмов.	2	2			2	
Тема 2. Методы анализа сложности	7	2	2		4	3

алгоритмов. Методы тестирования алгоритмов. Генераторы случайных чисел и методы их анализа Классификация подходов к построению алгоритмов.						
Тема 3. Метод “грубой силы”	5	2	1		3	2
Тема 4. Метод декомпозиции	8	4	2		6	2
Тема 5. Метод уменьшения размера задачи	8	4	2		6	2
Тема 6. Метод преобразования	8	4	2		6	2
Тема 7. Пространственно-временной компромисс	5	2	1		3	2
Тема 8. Динамическое программирование	8	4	2		6	2
Тема 9. Жадные методы.	5	2	1		3	2
Тема 10. Хеш – функции. Основные подходы. Применение	5	2	1		3	2
Тема 11. Деревья поиска.	5	2	1		3	2
Тема 12. P,NP и TVP-полные задачи	5	2	1		3	2
В т.ч. текущий контроль	2		2		2	
Промежуточная аттестация: зачет						

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского и практического типа, групповых или индивидуальных консультаций.

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме практических занятий.

Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций используемые на занятиях лекционного типа:

- лекции с проблемным изложением учебного материала;
- лекции с детальным объяснением нового материала и его связи с уже пройденным материалом;

используемые на занятиях практического типа:

- регламентированная самостоятельная деятельность студентов;
- частично-поисковая деятельность при решении задач повышенной сложности,
- текущий контроль знаний студентов с помощью контрольной работы.

На лекциях раскрываются следующие основные темы изучаемого курса, которые входят в рабочую программу: основные правила анализа алгоритма; основы теории тестирования; основные принципы построения алгоритмов; основные алгоритмы сортировки – быстрая сортировка, сортировка слиянием, пирамидальная сортировка и т.д.; алгоритмы поиска – бинарный поиск, интерполяционный поиск; алгоритмы работы с графами – поиск в ширину, поиск в глубину, алгоритмы построения деревьев поиска; хеш-функции, их применение для организации структур хранения данных; генераторы случайных чисел, методы их анализа, применение генераторов для анализа алгоритмов; алгоритмы динамического программирования, метод ветвей и границ, методы построения выпуклой оболочки, нахождения пары ближайших точек.

На практических занятиях более подробно изучается программный материал в плоскости отработки практических умений и навыков и усвоения следующих тем:

1. Алгоритм Евклида, алгоритм решета (выборка простых чисел до заданного).
2. Алгоритмы работы с матрицами. Алгоритмы заполнения матриц по определенному закону.
3. Алгоритмы быстрой сортировки, сортировки слиянием, сортировка Шелла.
4. Построение генераторов случайных чисел и методы их анализа.
5. Алгоритмы обработки текста, алгоритмы поиска подстроки в строке.
6. Построение пирамиды, построение бинарного дерева. Поиск в глубину, поиск в ширину.
7. Хеш -функции.
8. Алгоритм построения выпуклой оболочки.

Формой **итогового контроля** знаний студентов по дисциплине является **зачет**, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний, навыки применения алгоритмов и методы их анализа.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов направлена на выполнение домашних заданий по темам практических занятий, а также подготовку к экзамену по указанной дисциплине. При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с написанием программ на языке C++, связанных с применением изученных алгоритмов.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

- 6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ПК-2: способность применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач.

Индикаторы Компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> Знать и понимать современный математический аппарат, методы его совершенствования.	Полное отсутствие знаний и понимания математического аппарата анализа алгоритмов	Знание основного математического аппарата анализа алгоритмов с рядом грубых ошибок, отсутствие понимания этого аппарата	Знание и понимание основного математического аппарата анализа алгоритмов с рядом негрубых ошибок	Знание и понимание основного математического аппарата анализа алгоритмов с рядом заметных погрешностей	Знание и понимание основного математического аппарата анализа алгоритмов с незначительными и погрешностями	Знание и понимание основного математического аппарата анализа алгоритмов без ошибок и погрешностей	Знание и понимание основного и дополнительного математического аппарата анализа алгоритмов без ошибок и погрешностей
<u>Умения</u> Уметь применять соответствующие	Полное отсутствие умения применять	Отсутствие умения применять	Умение применять отдельные	Умение применять отдельные	Умение применять математические	Умение безошибочно применять	Умение выбирать оптимальные

вующий математический аппарат для решения профессиональных задач.	ь математический аппарат анализа алгоритмов.	ть математический аппарат анализа алгоритмов.	е элементы математического аппарата анализа алгоритмов, но с существенными ошибками.	е элементы математического аппарата анализа алгоритмов при наличии незначительных ошибок.	ический аппарат анализа алгоритмов для решения поставленных задач при наличии незначительных ошибок.	ть математический аппарат анализа алгоритмов для решения профессиональных задач.	ьный математический аппарат анализа алгоритмов и применять его для решения профессиональных задач.
<u>Навыки</u> <i>Владеть</i> опытом применения соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач.	Полное отсутствие навыков применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Отсутствие навыков применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Наличие минимальных навыков применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Посредственное владение навыками применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Достаточное владение навыками и применением математического аппарата анализа алгоритмов.	Хорошее владение навыками и применением математического аппарата анализа алгоритмов.	Всестороннее владение навыками применения математического аппарата анализа алгоритмов.
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ОПК-5: способность применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач.

Индикаторы Компетен	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворит	«удовлетворительно	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»

ции		ельно»	»				
<u>Знания</u> Знание языков, методов и инструментальных средств программирования	Полное отсутствие Знаний языков, методов и инструментальных средств программирования	Знание языков, методов и инструментальных средств программирования	Знание и понимание языков, методов и инструментальных средств программирования с рядом негрубых ошибок	Знание и понимание языков, методов и инструментальных средств программирования с рядом заметных погрешностей	Знание и понимание языков, методов и инструментальных средств программирования с незначительным и погрешностями	Знание и понимание языков, методов и инструментальных средств программирования без ошибок и погрешностей	Знание и понимание языков, методов и инструментальных средств программирования без ошибок и погрешностей
<u>Умения</u> Умение применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач	Полное отсутствие умения программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач.	Отсутствие умения программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач.	Умение применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач, но с существенными ошибками.	Умение применять отдельные элементы программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач при наличии незначительных ошибок.	Умение применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач	Умение безошибочно применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач	Умение выбирать оптимальный программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач

					при наличии незначи тельных ошибок.		задач.
<u>Навыки</u> <i>Владение опытом применен ия программ ных средств системно го и прикладн ого назначен ия, языков, методов и инструме нтальных средств программ ирования</i>	Полное отсутстви е навыков Владения опытом применен ия программ ных средств системног о и прикладн ого назначени я, языков, методов и инструме нтальных средств программ ирования.	Отсутст вие навыков Владени я опытом примене ния програм мных средств системн ого и приклад ного назначе ния, языков, методов и инструм ентальн ых средств програм мирован ия.	Наличие минималь ных навыков Владения опытом применен ия программ ных средств системног о и прикладн ого назначени я, языков, методов и инструме нтальных средств программ ирования.	Посредст венное владение опытом применен ия программ ных средств системног о и прикладн ого назначени я, языков, методов и инструме нтальных средств программ ирования.	Достато чное владени е опытом примене ния програм мных средств системн ого и приклад ного назначе ния, языков, методов и инструм ентальн ых средств програм мирован ия.	Хороше е владени е опытом примене ния програм мных средств системн ого и приклад ного назначе ния, языков, методов и инструм ентальн ых средств програм мирован ия..	Всестор оннее владени е опытом примене ния програм мных средств системн ого и приклад ного назначе ния, языков, методов и инструм ентальн ых средств програм мирован ия..
Шкала оценок по проценту правильн о выполнен ных контроль ных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом после предварительной подготовки на теоретические вопросы курса и решением практической задачи с последующим его обоснованием. По окончании ответа на вопросы билета в рамках тематики курса проводится собеседование в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	<p>Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий</p> <p>Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше</p> <p>Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, формулировке теорем и т.п.</p> <p>Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.</p> <p>В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, формулировке теорем и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.</p> <p>Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при решении практических задач, но при ответах на наводящие вопросы может правильно</p>

	<p>сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.</p>
Незачтено	<p>Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.</p> <p>Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.</p>

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих сформированность компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устные и письменные опросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания, включающих одну или несколько задач (вопросов).

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используются:

- письменные и устные ответы на теоретические вопросы,
- решение практических задач.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Список вопросов по теории (для оценки сформированности знаний компетенций ПК-2, ОПК-5)

1. Основы анализа эффективности алгоритмов. Оценка размера входных данных, время выполнения.
2. Порядок роста. Основные классы эффективности.
3. Асимптотические представления, O- символика.
4. Формула Эйлера. Применение формулы Эйлера для оценки разложения логарифма
5. Применение формулы Эйлера для оценки формулы Стирлинга.
6. Математический анализ нерекурсивных алгоритмов.
7. Математический анализ рекурсивных алгоритмов.

8. Числа Фибоначчи.
9. Эмпирический анализ алгоритмов.
10. Генераторы случайных чисел. Методы анализа.
11. Метод грубой силы. Анализ алгоритма на примере алгоритма поиска максимума.
12. Сортировка посредством выбора. Усовершенствованный простой выбор.
13. Последовательный поиск.
14. Исчерпывающий перебор.
15. Метод декомпозиции, основные алгоритмы
16. Сортировка методом слияния.
17. Сортировка методом естественного двухпутевого слияния.
18. Быстрая сортировка.
19. Метод Шелла
20. Бинарный поиск. Однородный бинарный поиск.
21. Обход бинарного дерева.
22. Умножение больших целых чисел. Алгоритм Штрассена.
23. Задача о паре ближайших точек.
24. Построение выпуклой оболочки.
25. Метод уменьшения размера задачи, основные алгоритмы.
26. Сортировка вставкой.
27. Поиск в ширину.
28. Поиск в глубину.
29. Топологическая сортировка.
30. Алгоритмы генерации комбинаторных объектов.
31. Целочисленная функция и ее свойства, перестановки, сочетания. Основные свойства биномиальных коэффициентов.
32. Инверсии, Мультимножества, Серии.
33. Алгоритмы, использующие уменьшение на постоянный множитель: задача поиска фальшивой монеты; задача Иосифа; умножение по-русски.
34. Алгоритмы, использующие переменное уменьшение на постоянный множитель: вычисление медианы; задача выбора; интерполяционный поиск.
35. Метод преобразования. Предварительная сортировка: проверка единственности элементов в массиве; вычисление моды.
36. Метод Гаусса.
37. AVL-деревья.
38. 2-3- деревья.
39. Пирамиды. Пирамидальная сортировка.
40. Схема Горнера.
41. Подсчет путей в графе.
42. Линейное программирование. Симплексный метод решения.
43. Транспортная задача. Метод потенциалов.

44. Пространственно-временной компромисс, основные алгоритмы.
45. Сортировка посредством подсчета (два вида).
46. Алгоритм Хорспула.
47. Алгоритм Бойера-Мура.
48. Поиск по дереву с вставкой.
49. Цифровой поиск. Хеш-функции. Открытое и закрытое хеширование.
50. В-деревья.
51. Динамическое программирование. Алгоритм Воршалла. Алгоритм Флойда.
52. Оптимальные бинарные деревья поиска.
53. Жадные методы, алгоритм Прима.
54. Алгоритм Крускала.
55. Алгоритм Дейкстры поиска кратчайшего пути
56. Функции с запоминанием. Задача о рюкзаке.
57. Деревья Хаффмана
58. Р- задачи. NP и NP-полные задачи. Задача останова.
59. Задача об упаковке. NF – алгоритм. FF – алгоритм. BF – алгоритм.
60. On line алгоритмы. Правило первого подходящего. Правило наилучшего подходящего.
61. Правило Яо.
62. Задача о составлении расписания.
63. Расписание "без простоев": увеличение числа машин, ослабление ограничений, уменьшение времени выполнения работ.
64. Задача о расписании с древесным ограничением.
65. Нижняя граница. Тривиальная нижняя граница. Информационно-теоретическая нижняя граница. Метод противника. Легкие и сложные задачи.
66. Задачи параллельного программирования. Процессы и потоки. Модели программ с общей памятью. Модель передачи сообщений. Организация параллельных вычислений на принципе консенсуса. Невытесняющие алгоритмы планирования. Вытесняющие алгоритмы планирования.

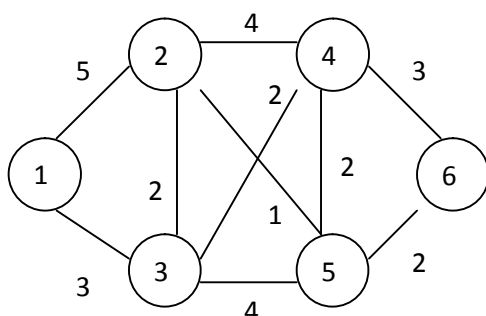
Примеры практических заданий для зачета (для оценки сформированности умений и навыков компетенции ПК-2)

1. Выполнить сортировку слиянием и провести бинарный поиск. Заданного элемента в массиве 11,23,10,3, 14, 25, 2, 5, 4, 13
2. Написать алгоритм построения пирамиды на примере:
12,27,10,3, 14, 23, 4, 5, 2, 11
3. Сортировка выбором массива: 12,27,10,3, 14, 23, 4, 5, 2,
4. Написать алгоритм построения 2-3 дерева на множестве: 11,23,10,3, 14, 25, 2, 18
5. Решить транспортную задачу методом потенциалов.

	200	100	120	130
--	-----	-----	-----	-----

200	2	3	6	1
150	2	4	4	3
250	4	1	8	2

6. Сортировка Шелла.
11,23,10,3, 14, 25, 2, 5, 4, 13
7. Поиск в ширину. Написать алгоритм обхода всех вершин.



- 8.
9. Поиск в глубину. Написать алгоритм обхода всех вершин.
10. Написать алгоритм поиска медианы. Поиск К-й статистики
1,2,2,7,1,0,3, 1,4, 2,3, 4, 5, 7,2, 1,1,7,1
11. Выполнить сортировку массива и применить интерполяционный поиск.
12,27,10,3, 14, 23, 4, 5, 2, 11
12. Сортировка Шелла
11,23,10,3, 14, 25, 2, 5, 4, 13

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Абрамов С.А. Лекции о сложности алгоритмов. - М.: МЦНМО, 2009.
2. Левитин Ананий В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
3. Ху Т.Ч., Шинг М.Т. Комбинаторные алгоритмы. –Н.Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2004.

б) дополнительная литература:

1. Дональд Э. Кнут. Искусство программирования. Том 1. -М. Издательский дом «Вильямс», 2005.

2. Дональд Э. Кнут. Искусство программирования. Том 2. -М. Издательский дом «Вильямс», 2005.
 3. Дональд Э. Кнут. Искусство программирования. Том 3. -М. Издательский дом «Вильямс», 2005.
 4. Красиков И.В., Красикова И.Е. Алгоритмы: как дважды два. - М.: Эксмо, 2006.
- в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

Visual Studio 8 и выше

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии: специальные кабинеты, оборудованные мультимедийными средствами обучения; компьютерные классы, где имеется возможность выхода в Интернет; присутствует полный комплект лицензионного обеспечения, необходимый для работы компьютерных программ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Автор - _____ Лапинова С.А.

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой _____ Дубков А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» июня 2020 года, протокол № 03/20 .