МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

директор института

_____ В.П. Гергель

«____»_____2020

Рабочая программа дисциплины

Теория автоматов и формальных языков
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
Бакалавриат
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
020302 Фундаментальная информатика и информационные технологии
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Инженерия программного обеспечения
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

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

Нижний Новгород

2020 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ _____ 2020 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ _____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части

Б1.О.23 Теория автоматов и формальных языков

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции**		**Наименование оценочного средства**
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	**Результаты обучения по дисциплине****	
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	*ОПК-1.1: Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории; знает основную терминологию*	*ЗНАТЬ* *понятия и утверждения дисциплины «Теория автоматов и формальных языков»:* *1) основные классы формальных языков, определяемые иерархией языков Хомского;* *2) способы описания формальных языков с помощью грамматик и автоматов;* *3) теоретико-множественные и алгоритмические свойства классов регулярных и контекстно-свободных языков;* *4) алгоритмы синтаксического анализа.*	*Контрольная работа* *Тест* *Собеседование*
	ОПК-1.3: Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности.	*УМЕТЬ* *использовать базовые знания теории конечных автоматов для моделирования синтаксических свойств множеств цепочек символов.* *ВЛАДЕТЬ* *навыками применения основных концепций теории алгоритмов при оценивании сложности задач и алгоритмов, изучаемых в дисциплине «Теория автоматов и формальных языков».*	*Контрольная работа* *Задача* *Собеседование*

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	**5 ЗЕТ**
Часов по учебному плану	**180**
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): **- занятия лекционного типа** **- занятия семинарского типа** **- занятия лабораторного типа** **- текущий контроль (КСР)**	**66** **32** **32** **0** **2**
самостоятельная работа	**78**
Промежуточная аттестация – экзамен	**36**

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Введение: Введение в предмет. Основные понятия теории автоматов и формальных языков. Операции над словами и языками. Грамматический вывод. Связь формальных грамматик и автоматов. Иерархия Хомского формальных языков.	19	4	4		8	11
Конечные автоматы и конечно-автоматные языки: Понятия конечного автомата (КА) и конечно-автоматного языка. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы (ДКА и НКА). Алгоритмы детерминизации НКА и минимизации конечного автомата. Замкнутость класса конечно-автоматных языков относительно основных теоретико-множественных операций. Замкнутость относительно операций конкатенации, возведения в степень и итерации. Лемма Огдена (о разрастании) для конечно-автоматных языков. Применение леммы о разрастании для доказательства неконечно-автоматности языков.	23	6	6		12	11
Регулярные выражения и регулярные языки: Правила построения регулярных выражений. Теорема Клини о совпадении классов конечно-автоматных и регулярных языков. Алгоритмы анализа и синтеза конечного автомата	19	4	4		8	11
Праволинейные грамматики и языки: Свойства замкнутости праволинейных языков относительно теоретико-множественных операций, конкатенации и итерации. Решение систем линейных уравнений с регулярными коэффициентами. Описание праволинейного языка с помощью системы линейных уравнений с регулярными коэффициентами. Теорема о совпадении классов праволинейных, конечно-автоматных и регулярных языков.	19	4	4		8	11
Контекстно-свободные грамматики и языки: Определение контекстно-свободных (КС) грамматик. Контекстно-свободный грамматический вывод, левый и правый выводы. Деревья вывода. Приведенная форма КС-грамматики, алгоритм преобразования КС-грамматики к приведенной форме. Лемма о разрастании для КС-языков. Пример языка, не являющегося контекстно-свободным. Класс КС-языков и основные теоретико-множественные операции.	19	4	4		8	11

Неоднозначность в КС-языках и грамматиках. Основные алгоритмические свойства КС-языков. Применение КС-грамматик для описания языков программирования.						
Автоматы с магазинной памятью: Определение автомата с магазинной памятью (МПА). Допустимость по заключительному состоянию и по пустому магазину. Детерминированные МПА (ДМПА). Класс детерминированных КС-языков (ДКС-языков) и основные теоретико-множественные операции. Соотношение между КС-языками и языками, допускаемыми МПА.	23	6	6		12	11
Алгоритмы синтаксического анализа: Понятие МП-преобразователя. Нисходящие и восходящие распознаватели; LL- и LR-грамматики. Построение МП-анализаторов, реализующих левый и правый разборы. Нормальные формы КС-грамматик. Приведение КС-грамматик к нормальной форме Хомского. Алгоритм Кока-Янгера-Касами.	20	4	4		8	12
Текущий контроль (КСР)	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого	180	32	32		66	78

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных форма (зачет, экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов

- Выполнение домашних практических заданий.
- Чтение справочной, методической и научной литературы.
- Подготовка к выполнению письменных контрольных работ.
- Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена.

Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов:

- Афраймович Л.Г. Тестовые задачи для самостоятельной подготовки по курсу «Теория автоматов и формальные грамматики». Учебно-методическое пособие. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 390.11.08. http://www.unn.ru/books/met_files/TAFG.pdf
- Коган Д.И., Бабкина Т.С. Теория алгоритмов и математическая логика. Концепции конечного автомата и регулярного языка. Операции над регулярными языками. Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу «Теория алгоритмов и математическая логика». // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 27.00.08. http://www.unn.ru/books/met_files/metodich.doc

- Жильцова Л.П., Смирнова Т.Г. Теория автоматов и формальных языков в примерах и задачах: учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. — 64 с. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 1436.17.06.
  http://www.unn.ru/books/met_files/Avtomat1.pdf
- Жильцова Л.П., Смирнова Т.Г. Основы теории контекстно-свободных языков в примерах и задачах: учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. — 60 с. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 1435.17.06.
  http://www.unn.ru/books/met_files/Avtomat2.pdf

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		Зачтено				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущест-венным недочетами, выполнены все задания в	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			объеме.	некоторые с недочетами.	недочетами.	полном объеме.	
Навыки	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонст-рированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	*Код формируемой компетенции*
1. Операции над словами и языками. Понятия грамматики и грамматического вывода.	*ОПК-1*
2. Иерархия Хомского формальных языков.	*ОПК-1*
3. Понятия конечного автомата (КА) и конечно-автоматного языка. Примеры конечно-автоматных языков.	*ОПК-1*
4. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы Алгоритм детерминизации недетерминированного конечного автомата.	*ОПК-1*
5. Алгоритм минимизации конечного автомата.	*ОПК-1*
6. Замкнутость класса конечно-автоматных языков относительно основных	*ОПК-1*

теоретико-множественных операций.	
7. Замкнутость класса конечно-автоматных языков относительно операций конкатенации, возведения в степень и итерации.	*ОПК-1*
8. Лемма Огдена (о разрастании) для конечно-автоматных языков. Пример языка, не являющегося конечно-автоматным.	*ОПК-1*
9. Правила построения регулярных выражений. Теорема Клини о совпадении классов конечно-автоматных и регулярных языков.	*ОПК-1*
10. Алгоритм синтеза конечного автомата.	*ОПК-1*
11. Алгоритмы Мак-Ноттона и Глушкова анализа конечного автомата.	*ОПК-1*
12. Свойства замкнутости праволинейных языков относительно теоретико-множественных операций, конкатенации и итерации.	*ОПК-1*
13. Построение праволинейной грамматики по конечному автомату.	*ОПК-1*
14. Решение систем линейных уравнений с регулярными коэффициентами.	*ОПК-1*
15. Описание праволинейного языка с помощью системы линейных уравнений с регулярными коэффициентами.	*ОПК-1*
16. Теорема о совпадении классов праволинейных, конечно-автоматных и регулярных языков.	*ОПК-1*
17. Определение контекстно-свободной (КС) грамматики. Контекстно-свободный грамматический вывод, левый и правый выводы. Примеры КС-языков. Деревья вывода.	*ОПК-1*
18. Приведенная форма КС-грамматики, алгоритм преобразования КС-грамматики к приведенной форме.	*ОПК-1*
19. Лемма Огдена и лемма о разрастании для КС-языков. Пример языка, не являющегося контекстно-свободным.	*ОПК-1*
20. Класс КС-языков и основные теоретико-множественные операции. Неоднозначность в КС-языках и грамматиках. Основные алгоритмические свойства КС-языков.	*ОПК-1*
21. Определение автомата с магазинной памятью (МПА). Допустимость по заключительному состоянию и по пустому магазину. Эквивалентность двух определений допустимости МПА.	*ОПК-1*
22. Соотношение между КС-языками и языками, допускаемыми МПА.	*ОПК-1*
23. Детерминированные МПА (ДМПА) и детерминированные КС-языки.	*ОПК-1*
24. Понятие МП-преобразователя. Нисходящие и восходящие распознаватели.	*ОПК-1*
25. Построение МП-анализаторов, реализующих левый и правый разборы.	*ОПК-1*
26. Нормальная форма Хомского. Алгоритм приведения КС-грамматики к нормальной форме Хомского.	*ОПК-1*
27. Алгоритм Кока-Янгера-Касами синтаксического анализа КС-языков.	*ОПК-1*
28. Временная сложность алгоритма Кока-Янгера-Касами.	*ОПК-1*

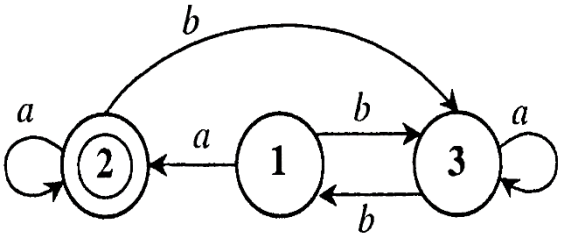
5.2.2. Типовые контрольные работы для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Вариант № 1

1. Построить минимальный конечный автомат, распознающий числа, кратные 15, над алфавитом {1,3,5} (ОПК-1).

2. Доказать, что язык $L = \{a^m b^n \,|\, m > 2n\}$ не является конечно-автоматным (ПК-1-1).

3. Решить задачу анализа для конечного автомата (начальное состояние - 1) (ПК-1-1).



4. По конечному автомату из задачи 3 построить праволинейную грамматику, порождающую язык, по грамматике построить систему уравнений с регулярными коэффициентами и найти регулярное выражение для языка (ПК-1).

5. Решить задачу синтеза конечного автомата по заданному регулярному выражению: $(bc \cup a^* b)(b^* \cup ca)^* (a \cup b^* c)$ (ПК-1).

5.2.3. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Задание 1.

Построить праволинейную грамматику для языка $L \subseteq \{a,b,c\}^*$, если каждое слово из L заканчивается на букву c.

Задание 2.

Построить праволинейную грамматику для языка $L \subseteq \{a,b,c\}^*$, если каждое слово из L содержит ровно две буквы c.

5.2.4. Тесты для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Вопрос 1

Тип: единственный выбор

Формулировка вопроса:

Для конечных языков $L_1 = \{a, ac\}$ и $L_2 = \{a, bc, ca, \lambda\}$ число слов в языке $L = L_1 \cup L_2$ равно:

Варианты ответа:

- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

Вопрос 2

Тип: единственный выбор

Формулировка вопроса:

Для заданных конечных языков $L_1 = \{a, ac\}$ и $L_2 = \{a, bc, ca, \lambda\}$ число слов в языке $L = L_1 \cdot L_2$ равно:

Варианты ответа:

- 5
- 6
- 7
- 8

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Пентус А. Е., Пентус М. Р. - Теория формальных языков: Учебное пособие. М.: Изд-во ЦПИ при механико-математическом факультете МГУ, 2004. - 80с. http://www.mccme.ru/free-books/pentus/pentus.pdf

б) дополнительная литература:

1. Афраймович Л.Г. Тестовые задачи для самостоятельной подготовки по курсу «Теория автоматов и формальные грамматики». Учебно-методическое пособие. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 390.11.08. http://www.unn.ru/books/met_files/TAFG.pdf

2. Коган Д.И., Бабкина Т.С. Теория алгоритмов и математическая логика. Концепции конечного автомата и регулярного языка. Операции над регулярными языками. Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу «Теория алгоритмов и математическая логика». // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 27.00.08.
   http://www.unn.ru/books/met_files/metodich.doc
3. Жильцова Л.П., Смирнова Т.Г. Теория автоматов и формальных языков в примерах и задачах: учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. — 64 с. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 1436.17.06.
   http://www.unn.ru/books/met_files/Avtomat1.pdf
4. Жильцова Л.П., Смирнова Т.Г. Основы теории контекстно-свободных языков в примерах и задачах: учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. — 60 с. // Фонд образовательных электронных ресурсов. Рег. № 1435.17.06.
   http://www.unn.ru/books/met_files/Avtomat2.pdf

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

http://www.unn.ru/books/resources.html

7.Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор (ы) _____

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой_____ Кузнецов М.И.