

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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 27.08.2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы теории вычислений

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Математическое моделирование и искусственный интеллект

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.26 Основы теории вычислений относится к обязательной части образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1: Знает принципы работы современных информационных технологий ОПК-4.2: Умеет решать задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий ОПК-4.3: Имеет практический опыт решения задач профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий	ОПК-4.1: Знать возможности профессиональных инструментальных и программных средств, принципы работы современных информационных технологий. ОПК-4.2: Уметь подбирать программные продукты в соответствии с особенностями предмета и объекта исследования; грамотно использовать информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач. ОПК-4.3: Владеть навыком выбора и использования современных информационных технологий для решения профессиональных задач.	Задачи Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-1: Способен решать актуальные задачи прикладной математики и информатики	ПК-1.1: Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и естественных наук и информационных технологий для решения актуальных задач	ПК-1.1: Знать утверждения дисциплины «Основы теории вычислений»: конечный автомат, МП-автомат, контекстно-свободная грамматика, машина	Тест	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

	<p>прикладной математики и информатики</p> <p><i>ПК-1.2: Умеет применять базовые знания математических и естественных наук и информационных технологий для решения актуальных задач прикладной математики и информатики</i></p> <p><i>ПК-1.3: Имеет практический опыт решения актуальных задач прикладной математики и информатики</i></p>	<p>Тьюринга, вычислительная сложность.</p> <p><i>ПК-1.2: Уметь решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным. Для заданных языков уметь строить конечный автоматы, МП-автоматы, контекстно-свободные грамматики. Уметь доказывать нерегулярность языков, не принадлежность к классу контекстно-свободных языков. Определять вычислительную сложность задачи. Доказывать ранее изученные математические утверждения, проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним.</i></p> <p><i>ПК-1.3: Владеть представлениями (навыками) об автоматах, формальных грамматиках, машинах Тьюринга, а также теории вычислимости и вычислительной сложности.</i></p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
самостоятельная работа	38

Промежуточная аттестация	36 Экзамен
---------------------------------	-----------------------------

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование 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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	
Автоматы и формальные грамматики	25	10		10	15
Машины Тьюринга	18	10		10	8
Вычислительная сложность	27	12		12	15
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	32	0	34	38

Содержание разделов и тем дисциплины

Цели и задачи изучения дисциплины "Основы теории вычислений"

Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с фундаментальными для теоретической информатики и математической кибернетики концепциями автоматных устройств, формальных грамматик, машин Тьюринга, базовыми концепциями теории вычислимости и теории вычислительной сложности.

После освоения курса студент должен уметь анализировать алгоритмическую проблему с трёх позиций: решаемость (существует ли алгоритм), сложность (сколько потребуется времени и памяти в худшем случае), модель (какая абстрактная модель вычислений (автомат, грамматика, машина Тьюринга) наиболее адекватно описывает задачу).

Изучаемые темы

Автоматы и формальные грамматики.

Конечные автоматы.

Формальные грамматики.

Автоматы с магазинной памятью.

Машины Тьюринга.

Разрешимость языков.

Алгоритмическая неразрешимость.

Вычислительная сложность.

Класс P, NP.

Класс NP-полных языков.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 2 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Теория автоматов и формальные грамматики, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1507>.

Иные учебно-методические материалы:

Афраймович Л. Г. Тестовые задачи для самостоятельной подготовки по курсу «Теория автоматов и формальные грамматики» : учебно-методическое пособие / Афраймович Л. Г. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2011. - 32 с. -

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730317&idb=0>

Тематика самостоятельной работы:

1. Построение КА.
2. Доказательство нерегулярности языка по Лемме о разрастании.
3. Построение КСГ.
4. Доказательство, что язык не является КСЯ по Лемме о разрастании.
5. Построение МП автомата.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. КА и регулярные языки.
2. Примеры построения КА.
3. Лемма о разрастании для регулярных языков.
4. Примеры построения КСГ.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

Задача 1. Построить конечный автомат, распознающий заданный язык.

Задача 2. Доказать нерегулярность заданного языка, используя лемму о разрастании.

Задача 3. По конечному автомату определить распознаваемый им язык.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Описаны все этапы решения задания, результаты работы представлены преподавателю в срок, при этом применен творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Описаны все этапы решения задания (задачи), результаты работы представлены преподавателю в срок.
очень хорошо	Выполнены основные этапы решения задания или задача решена с незначительными недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.
хорошо	Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.
удовлетворительно	Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с существенными недочетами, результаты работы представлены преподавателю, но с отклонениями от сроков.
неудовлетворительно	Выполнены не все этапы выполнения задания (задачи) или выполнены не в полном объеме, представлено неполное описание этапов выполнения заданий или результаты работы не представлены преподавателю.
плохо	Студент не приступал к выполнению заданий (задач).

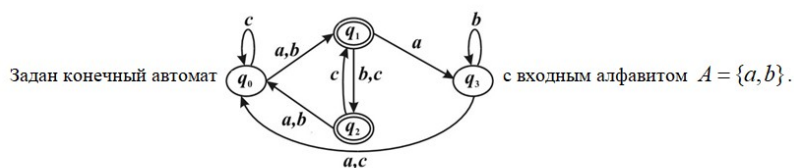
5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Машины Тьюринга (МТ). Языки распознаваемые и разрешимые по Тьюрингу. Примеры построения МТ.
2. Код МТ. Утверждение о существовании языков не распознаваемых по Тьюрингу.
3. Неразрешимость языка L_{MT} .
4. Необходимое и достаточное условие разрешимости.
5. Неразрешимость языка N_{MT} .
6. Многоленточные МТ. Теорема об эквивалентности многоленточных и одноленточных МТ.
7. Недетерминированные МТ. Теорема об эквивалентности детерминированных и недетерминированных МТ.
8. Вычислительная сложность. Верхняя асимптотическая оценка. Классы $TIME(t(n))$, P . Примеры языков класса P .
9. Теорема о связи вычислительной сложности многоленточных и одноленточных МТ.
10. Классы $NTIME(t(n))$, NP . Примеры языков класса NP .
11. Теорема о связи вычислительной сложности недетерминированных и детерминированных МТ.
12. Полиномиальная вычислимость. Полиномиальная сводимость.
13. Класс NP -полных языков.
14. Теорема Кука-Левина. Условие NP -полноты. 6 основных NP -полных задач.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1:



Вычислить $S_K(\alpha, t)$, где $\alpha = abcc$, $t = 3$.

Указать правильный ответ:

- 1) q_1
- 2) q_2
- 3) F
- 4) $Q \setminus F$

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	95-100%
отлично	90-95%
очень хорошо	85-90%
хорошо	80-85%
удовлетворительно	70-80%
неудовлетворительно	40-70%
плохо	0-40%

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	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 ошибок	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. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	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 объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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	Продемонстрированы 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

1. Лемма о разрастании для регулярных языков.
2. Примеры доказательства нерегулярности языков.
3. Формальные грамматики и языки, порождаемые грамматиками.
4. Классификация грамматик по Хомскому.
5. Совпадение класса регулярных языков и языков типа 1.
6. Контекстно-свободные грамматики (КСГ) и контекстно-свободные языки (КСЯ).
7. Дерево вывода.
8. Примеры построения КСГ.
9. Лемма о разрастании для КСЯ.
10. Примеры языков не являющихся КСЯ.
11. Вопросы замкнутости КСЯ относительно операций объединения, пересечения, дополнения, конкатенации и итерации.
12. МП-автоматы и распознаваемые ими языки.
13. Примеры построения МП-автоматов.
14. Вопросы замкнутости КСЯ относительно операций объединения, пересечения и дополнения

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. КА и регулярные языки.
2. Примеры построения КА.
3. Замкнутость регулярных языков относительно операций объединения, пересечения и дополнения.
4. Недетерминированные КА и определяемые ими языки.
5. Теорема о регулярности языков, определяемых недетерминированными КА.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала.
отлично	Студент дал развернутый ответ на все вопросы.
очень хорошо	Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами.
хорошо	Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.
неудовлетворительно	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Построить конечный автомат.
2. Доказать нерегулярность языка через лемму о разрастании.
3. Для заданной машины Тьюринга оценить ее вычислительную сложность.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Описаны все этапы решения задания, результаты работы представлены преподавателю в срок, при этом применен творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Описаны все этапы решения задания (задачи), результаты работы представлены преподавателю в срок.
очень хорошо	Выполнены основные этапы решения задания или задача решена с незначительными недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.
хорошо	Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с

Оценка	Критерии оценивания
	недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.
удовлетворительно	Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с существенными недочетами, результаты работы представлены преподавателю, но с отклонениями от сроков.
неудовлетворительно	Выполнены не все этапы выполнения задания (задачи) или выполнены не в полном объеме, представлено неполное описание этапов выполнения заданий или результаты работы не представлены преподавателю.
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Коган Дмитрий Израилевич. Основы теории конечных автоматов и регулярных языков : учеб. пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 2002. - 97 с. - ISBN 5-85746-638-5 : 12.00., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Коган Дмитрий Израилевич. Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу «Теория алгоритмов и математическая логика» при изучении темы «Концепции конечного автомата и регулярного языка. Операции над регулярными языками» / Д. И. Коган, Т. С. Бабкина ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Факультет вычислительной математики и кибернетики. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2000. - 44 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=824501&idb=0>.

2. Гашков С. Б. Теория алгоритмов и вычислений : учебное пособие для вузов / Гашков С. Б. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 168 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-46897-3. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=876951&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
4. Среда разработки семейства Microsoft VisualStudio, лицензия по подписке MicrosoftImagine
5. Алгоритмы и теория вычислений. Электронный курс лекций. ИНТУИТ, URL: <https://intuit.ru/studies/courses/555/411/info>

6. Введение в схемы, автоматы и алгоритмы. Электронный курс лекций. ИНТУИТ, URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1030/205/info>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), 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 по направлению подготовки/специальности 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Афраимович Лев Григорьевич, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.06.2025, протокол № Протокол №11.