

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
«National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Working programme of the discipline

Algorithms and data structures

Higher education level

Bachelor degree

Area of study / speciality

02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology

Focus /specialization of the study programme

General Profile

Mode of study

full-time

Nizhny Novgorod

Year of commencement of studies 2025

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01 Алгоритмы и структуры данных относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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
ПК-4: Способен проектировать программное обеспечение	<p>ПК-4.1: Знает типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения</p> <p>ПК-4.2: Знает методы и средства проектирования программного обеспечения</p> <p>ПК-4.3: Знает методы и средства проектирования баз данных</p> <p>ПК-4.4: Умеет использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения</p> <p>ПК-4.5: Умеет применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных</p>	<p>ПК-4.1: ЗНАТЬ общие принципы использования вычислительной техники для решения прикладных задач; основные идеи, лежащие в основе современных языков программирования и основные составляющие современного языка программирования C++ ; основные виды структур данных и методы их эффективной реализации. / Students must know the general principles of using computer technology to solve applied problems; the main ideas underlying modern programming languages and systems. the main components of the modern C++ programming language; the main types of data structures and methods for their effective implementation.</p> <p>ПК-4.2: ЗНАТЬ технологии разработки программного обеспечения (структурное, модульное и объектно-ориентированное программирование) и способы их выражения в языке программирования C++ . / Students must know software</p>	Практическое задание	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p><i>development technologies (structural, modular, and object-oriented programming) and how to express them in the C++ programming language</i></p> <p>ПК-4.3: ЗНАТЬ <i>технологии разработки программного обеспечения (структурное, модульное и объектно-ориентированное программирование) и способы их выражения в языке программирования C++ /</i> <i>Students must know software development technologies (structural, modular, and object-oriented programming) and how to express them in the C++ programming language</i></p> <p>ПК-4.4: УМЕТЬ <i>разрабатывать и отлаживать программы средней сложности с использованием языка программирования C++ и технологии объектно-ориентированного программирования. /</i> <i>Students are able to develop and debug programs of medium difficulty using the C++ programming language and object-oriented programming technology.</i></p> <p>ПК-4.5: ВЛАДЕТЬ <i>современными интегрированными средами разработки программ; навыками реализации, тестирования и отладки программных систем средней сложности. /</i> <i>Students are able to use modern integrated software development environments; students have</i></p>		
--	--	---	--	--

		skills in implementing, testing and debugging software systems of medium difficulty.		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	10
Часов по учебному плану	360
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	84
- КСР	4
самостоятельная работа	200
Промежуточная аттестация	72 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/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Введение в предмет. Структура и содержание курса. Литература. / Introduction to the subject. The structure and content of the course. Literature.	0	0	0	0	0
Введение в вычислительную сложность алгоритмов / Introduction to computational complexity of algorithms	12	0	4	4	8
Структуры данных и структуры хранения / Data structures and storage structures	10	0	2	2	8
Множества и битовые поля / Sets and bit fields	10	0	2	2	8
Работа с векторами и матрицами в C++ / Working with vectors and matrices in C++	18	0	6	6	12
Динамические структуры данных. Стек / Dynamic data structures. Stack	10	0	2	2	8

Постфиксная форма арифметических выражений / The postfix form of arithmetic expressions	10	0	2	2	8
Динамическое распределение памяти / Dynamic memory allocation	18	0	6	6	12
Динамическая структура данных очередь / Dynamic queue data structure	10	0	2	2	8
Списковые структуры хранения / List storage structures	14	0	6	6	8
Списки в динамической памяти / Lists in dynamic memory	14	0	6	6	8
Представление полиномов в виде структур данных / Representation of polynomials as data structures	10	0	2	2	8
Введение в трансляторы / Introduction to translators	8	0	2	2	6
Организация доступа по имени. Таблицы / Organization of access by name. Tables	8	0	2	2	6
Неупорядоченные таблицы на массиве и списке / Unordered tables on an array and a list	8	0	2	2	6
Упорядоченные таблицы на массиве / Ordered tables on an array	10	0	2	2	8
Деревья поиска / Search Trees	10	0	2	2	8
Сбалансированные деревья поиска / Balanced search trees	10	0	2	2	8
Хеш-таблицы / Hash tables	18	0	6	6	12
Список с пропусками / Skip list	8	0	2	2	6
Приоритетные очереди и d-кучи / Priority queues and d-heaps	14	0	6	6	8
Работа с текстом / Working with text	18	0	6	6	12
Работа с геометрическими объектами / Working with geometric objects	16	0	4	4	12
Инициализация в современном C++ / Initialization in modern C++	12	0	4	4	8
Сводка по курсу / Course Summary	8	0	4	4	4
Аттестация	72				
КСР	4			4	
Итого	360	0	84	88	200

Contents of sections and topics of the discipline

1. Введение в предмет. Структура и содержание курса. Литература.
2. Введение в вычислительную сложность алгоритмов
3. Структуры данных и структуры хранения
4. Множества и битовые поля
5. Работа с векторами и матрицами в C++
6. Динамические структуры данных. Стек
7. Постфиксная форма арифметических выражений
8. Динамическое распределение памяти
9. Динамическая структура данных очередь
10. Списковые структуры хранения
11. Списки в динамической памяти
12. Представление полиномов в виде структур данных
13. Введение в трансляторы
14. Организация доступа по имени. Таблицы
15. Неупорядоченные таблицы на массиве и списке
16. Упорядоченные таблицы на массиве
17. Деревья поиска
18. Сбалансированные деревья поиска
19. Хеш-таблицы

20. Список с пропусками
21. Приоритетные очереди и d-кучи
22. Работа с текстом
23. Работа с геометрическими объектами
24. Инициализация в современном C++
25. Сводка по курсу /
 1. Introduction to the subject. The structure and content of the course. Literature.
 2. Introduction to computational complexity of algorithms
 3. Data structures and storage structures
 4. Sets and bit fields
 5. Working with vectors and matrices in C++
 6. Dynamic data structures. Stack
 7. The postfix form of arithmetic expressions
 8. Dynamic memory allocation
 9. Dynamic queue data structure
 10. List storage structures
 11. Lists in dynamic memory
 12. Representation of polynomials as data structures
 13. Introduction to translators
 14. Organization of access by name. Tables
 15. Unordered tables on an array and a list
 16. Ordered tables on an array
 17. Search Trees
 18. Balanced search trees
 19. Hash tables
 20. Skip list
 21. Priority queues and d-heaps
 22. Working with text
 23. Working with geometric objects
 24. Initialization in modern C++
 25. Course Summary

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:

Алгоритмы и структуры данных, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1617>, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1617>, <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=1618>.

Иные учебно-методические материалы:

- электронный курс "Алгоритмы и структуры данных" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1617>, <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=1618>).

Иные учебно-методические материалы: –Гергель В.П. Рабочие материалы по курсу «ЭВМ и программирование».

–Барышева И.В., Мееров И.Б., Сысоев А.В., Шестакова Н.В. Лабораторный практикум (по программе "Алгоритмы и структуры данных") Учебно-методическое пособие.

http://www.unn.ru/books/met_files/Pract_ADS.pdf

–Технопарк Mail.ru Group. Курс "Алгоритмы и структуры данных".

<http://www.intuit.ru/studies/courses/3496/738/info>

–Седжвик Р. Курс "Алгоритмы на C++". <http://www.intuit.ru/studies/courses/12181/1174/info>

–Алексеев В., Таланов В. Курс "Структуры данных и модели вычислений".

<http://www.intuit.ru/studies/courses/100/100/info>

–Meyer B. Курс "Инструменты, алгоритмы и структуры данных".

[http://www.intuit.ru/studies/courses/683/539/info /](http://www.intuit.ru/studies/courses/683/539/info/)

- electronic course "Algorithms and data structures" ([https://e-learning.unn.ru/course/view.php ? id=1617](https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1617), <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=1618>).

Other teaching materials: -Gergel V.P. Working materials on the course "Computers and programming".

–Barysheva I.V., Meerov I.B., Sysoev A.V., Shestakova N.V. Laboratory workshop (under the program "Algorithms and data structures") Educational and methodical manual.

http://www.unn.ru/books/met_files/Pract_ADS.pdf

– Technopark Mail.ru Group. The course "Algorithms and data structures".

<http://www.intuit.ru/studies/courses/3496/738/info>

–Sedgwick R. The course "Algorithms in C++". <http://www.intuit.ru/studies/courses/12181/1174/info>

–Alekseev V., Talanov V. The course "Data structures and computing models".

<http://www.intuit.ru/studies/courses/100/100/info>

–Meyer B. The course "Tools, algorithms and data structures".

<http://www.intuit.ru/studies/courses/683/539/info>

5. Assessment tools for ongoing monitoring of learning progress and interim certification in the discipline (module)

5.1 Model assignments required for assessment of learning outcomes during the ongoing monitoring of learning progress with the criteria for their assessment:

5.1.1 Model assignments (assessment tool - Practical task) to assess the development of the competency ПК-4:

Лабораторные работы:

1. Структура хранения множеств.
2. Структуры хранения матриц специального вида.
3. Вычисление арифметических выражений.
4. Обслуживание процессором ЭВМ очереди заданий.
5. Система для арифметических действий над полиномами.
6. Редактирование текстов.
7. Структуры хранения геометрических объектов.

8. Сравнительная характеристика способов организации таблиц /

Laboratory works:

1. The structure of storage of sets.
2. Special-type matrix storage structures.
3. Calculation of arithmetic expressions.
4. Computer processor maintenance of the task queue.
5. A system for arithmetic operations on polynomials.
6. Text editing.
7. Storage structures of geometric objects.
8. Comparative characteristics of the ways of organizing tables

Assessment criteria (assessment tool — Practical task)

Grade	Assessment criteria
pass	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Программа и результаты работы представлены преподавателю в срок. / All or most of the steps of solving the problem have been completed, or the problem has been solved with minor flaws. The program and the results of the work are presented to the teacher on time.
fail	Выполнены не все лабораторные работы или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, программа работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю). / Not all laboratory works have been done or not completed (an incomplete description of the stages of completing the tasks is provided, the program does not work correctly, and the results of the work are not presented to the teacher).

5.2. Description of scales for assessing learning outcomes in the discipline during interim certification

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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Scale of assessment for interim certification

Grade		Assessment criteria
pass	outstanding	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "outstanding", the knowledge and skills for the relevant competencies have been demonstrated at a level higher than the one set out in the programme.
	excellent	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "excellent",
	very good	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "very good",
	good	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "good",
	satisfactory	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "satisfactory", with at least one competency

		developed at the "satisfactory" level.
fail	unsatisfactory	At least one competency has been developed at the "unsatisfactory" level.
	poor	At least one competency has been developed at the "poor" level.

5.3 Model control assignments or other materials required to assess learning outcomes during the interim certification with the criteria for their assessment:

5.3.1 Model assignments (assessment tool - Control questions) to assess the development of the competency ПК-4

1. Структуры данных и структуры хранения.
2. Линейные структуры данных.
3. Динамические структуры данных.
4. Структуры хранения динамических структур типа стек.
5. Структуры хранения динамических структур типа очередь.
6. Сравнение структур хранения линейных и динамических структур.
7. Статическое и динамическое распределение памяти.
8. Управление памятью путем перепакетки структур хранения.
9. Структура хранения нескольких стеков в общей памяти.
10. Роль гипотез о росте структур при разработке систем управления памятью путем перепакетки.
11. Оценка параметров модели в ходе выполнения программ (адаптация).
12. Линейный список.
13. Способы реализации списков на языках высокого уровня.
14. Реализация структуры хранения нескольких стеков с использованием списков на языке высокого уровня.
15. Сравнение непрерывной и списковой структур хранения.
16. Динамическое распределение памяти в языке C/C++ (выделение и освобождение памяти).
17. Реализация стека с использованием динамически распределяемой памяти.
18. Преобразование арифметических выражений в обратную польскую форму записи.
19. Система для арифметических действий над полиномами (представление полиномов, управление памятью, выполнение операций).
20. Представление текста связным списком.
21. Алгоритм обхода иерархического списка.
22. Плексы как представление рисунков, состоящих из точек и соединяющих их отрезков.
23. Алгоритм обхода плекса.
24. Плекс, как представление арифметического выражения.
25. Организация доступа по имени. Таблицы. Поиск по ключу (просмотр и двоичный поиск).

26. Представление таблиц с использованием деревьев поиска.
27. Деревья поиска. Алгоритмы обхода.
28. Деревья поиска. Алгоритмы поиска и вставки.
29. Деревья поиска. Алгоритм удаления.
30. Сбалансированные и идеально сбалансированные деревья поиска. Общая схема балансировки при вставке.
31. Таблицы с вычислимым входом. Запись и поиск при переполнении (способ открытого перемешивания). /
1. Data structures and storage structures.
2. Linear data structures.
3. Dynamic data structures.
4. Storage structures of dynamic stack structures.
5. Storage structures of dynamic queue-type structures.
6. Comparison of storage structures of linear and dynamic structures.
7. Static and dynamic memory allocation.
8. Memory management by repacking storage structures.
9. The structure of storing multiple stacks in shared memory.
10. The role of hypotheses about the growth of structures in the development of memory management systems by repacking.
11. Evaluation of model parameters during program execution (adaptation).
12. Linear list.
13. Ways to implement lists in high-level languages.
14. Implementation of a multi-stack storage structure using lists in a high-level language.
15. Comparison of continuous and list storage structures.
16. Dynamic memory allocation in C/C++ (allocation and release of memory).
17. Stack implementation using dynamically allocated memory.
18. Conversion of arithmetic expressions to the reverse Polish notation.
19. A system for arithmetic operations on polynomials (representation of polynomials, memory management, execution of operations).
20. Presentation of the text in a linked list.

21. Algorithm for traversing a hierarchical list.
22. Plexes as a representation of drawings consisting of dots and connecting segments.
23. The algorithm for traversing the plex.
24. The plex as a representation of an arithmetic expression.
25. Organization of access by name. Tables. Key search (scan and binary search).
26. Presentation of tables using search trees.
27. Search trees. Crawling algorithms.
28. Search trees. Search and insertion algorithms.
29. Search trees. The deletion algorithm.
30. Balanced and perfectly balanced search trees. The general scheme of balancing during insertion.
31. Tables with computable input. Record and search in case of overflow (open hashing method).

Assessment criteria (assessment tool — Control questions)

Grade	Assessment criteria
outstanding	Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала. / All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "outstanding", the knowledge and skills for the relevant competencies have been demonstrated at a level higher than the one set out in the program.
excellent	Студент дал развернутый ответ на все вопросы. / All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "excellent",
very good	Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами. / All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "very good",
good	Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами. / All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "good",
satisfactory	Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами. / All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "satisfactory", with at least one competency developed at the "satisfactory" level.
unsatisfactory	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении

Grade	Assessment criteria
	стандартных задач. / At least one competency has been developed at the "unsatisfactory" level.
poor	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач. / At least one competency has been developed at the "poor" level.

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

Основная литература:

1. Лабораторный практикум (по программе «Алгоритмы и структуры данных») : учебно-методическое пособие / И. В. Барышева, И. Б. Мееров, А. В. Сысоев, Н. В. Шестакова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Институт информационных технологий, математики и механики. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2017. - 105 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=822925&idb=0>.
2. Подбельский В.В. Язык Си#. Решение задач : учебное пособие / Подбельский В.В. - Москва : Финансы и статистика, 2022. - 296 с. - ISBN 978-5-00184-078-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=869025&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Инструменты, алгоритмы и структуры данных / Мейер Б. - Москва : ИНТУИТ, 2016., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=662958&idb=0>.

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

1. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке Microsoft Imagine.
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.
3. Среда разработки семейства Microsoft Visual Studio, лицензия по подписке Microsoft Imagine / 1. Microsoft Windows operating systems, Microsoft Imagine subscription license.
2. The Google Chrome browser is provided free of charge under the terms of open source software license agreements.
3. Microsoft Visual Studio family development environment, Microsoft Imagine subscription license

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 02.03.02 - Fundamental Informatics and Information Technology.

Авторы: Сысоев Александр Владимирович, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Мееров Иосиф Борисович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.