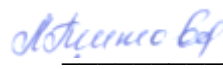


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

 / Титова Л.В./  
13.06.2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.09.02 Дополнительные главы теории атомных спектров**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

14.03.02 Ядерные физика и технологии

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Физика атомного ядра и частиц

**3. Квалификация выпускника: бакалавр**

**4. Форма обучения: очная**

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

д.ф.-м.н., профессор Кадменский Станислав Георгиевич

**7. Рекомендована:**

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 13.06.2024

**8. Учебный год: 2027/2028**

**Семестр(ы): 7**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- получение знаний по основам современной теории излучения света атомами, физическим, аппаратным и методическим принципам современного атомного спектрального анализа, базирующегося на явлениях эмиссии, абсорбции и излучении света.

Задачи учебной дисциплины:

- получение знаний по основам современной теории излучения света атомами;  
- рассмотрение современных спектральных приборов (как призмных, так и дифракционных), источники света и приемники излучения оптического диапазона,  
- освоение методик качественного и полуколичественного спектральных анализов.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к вариативной части цикла Б1.В.ДВ. (Дисциплины по выбору).

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области.	ПК-1.2	Использует основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора.	Знать: основные теоретические представления о низкоэнергетическом делении атомных ядер и свойствах атомных ядер, влияющих на процесс деления, основы квантовой теории деления атомных ядер, механизмы возникновения асимметрий и анизотропий в угловых распределениях продуктов двойного и тройного деления ядер.
		ПК-1.3	Проводит изучение и анализ литературных и патентных источников по тематике исследований	Уметь: при использовании аппарата квантовой теории деления рассчитывать анизотропии и асимметрии в угловых распределениях фрагментов двойного и тройного деления ядер. Владеть: теоретическими основами процесса деления атомных ядер, являющегося определяющим в работе атомной энергетики

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час —4/144.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		7 семестр
Аудиторные занятия	54	54
в том числе:	лекции	18
	практические	
	лабораторные	36
Самостоятельная работа	90	90
в том числе: курсовая работа (проект)		
Контроль		
Форма промежуточной аттестации		
Итого:	144	144

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Интерфейс	Отделение интерфейса от реализации.	-
1.2	Память	Автоматическое распределение памяти во время выполнения программы на основании ее блочной структуры.	-
1.3	Стек	Стек. Использование стека для размещения переменных и поддержки вызовов процедур. Относительная адресация локальных переменных.	-
1.4	Рекурсия	Рекурсивная формулировка алгоритмов. Прямая и косвенная рекурсия. Реализация рекурсии. Сравнение рекурсивных и циклических реализаций.	-
1.5	Переменные. Указатели	Динамическое создание и уничтожение переменных. Указатели. Реализация динамического управления памятью. Куча	-
1.6	Данные	Рекурсивные типы данных. Связанное представление структур данных. Сравнение связанного и сплошного представлений структур данных.	-
1.7	Машинное представление	Ограничения, определяемые машинным представлением.	-
1.8	Массивы и записи	Массивы и адресная арифметика. Записи. Записи с вариантами (объединения). Механизмы выравнивания. Вариантные записи и типизация данных. Битовые массивы и реализация множеств.	-
1.9	Стеки, очереди, списки	Стеки, очереди, списки в сплошном и связанном представлении. Алгоритмы их обработки.	-
1.10	Деревья	Деревья. Бинарные деревья и задачи поиска.	-
1.11	Алгоритмы	Характеристики временной сложности алгоритмов. Классификация алгоритмов по характеристикам временной сложности. Алгоритм $O(n^2)$ . Алгоритмы $O(n \cdot m)$ . Постановка задачи. Внутренняя и внешняя сортировки. Алгоритмы $O(n^2)$ . Алгоритмы $O(n \cdot \log n)$ . Пирамидальная сортировка. Быстрая сортировка. Хеширование, его характеристики и использование. Алгоритмы с возвратом, их рекурсивная реализация. Рекуррентные алгоритмы, их циклическая и рекурсивная реализации.	-
1.12	Операционная система API	Доступ к интерфейсу прикладных программ операционной системы (API). Обработка нестандартных данных. Низкоуровневые средства в языках высокого уровня и дисциплина их использования.	-
1.13	Программный продукт	Требования к программным продуктам. Этапы проектирования, разработки и сопровождения программ. Современные инструменты разработки программ.	-
1.14	Пользовательский интерфейс	Современный пользовательский интерфейс программ. Инструменты визуальной разработки программ. Компоненты. Основные положения объектно-ориентированного подхода.	-

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1	Интерфейс	1	1		3	2	7
2	Память	1	1		3	2	7
3	Стек	1	1		3	2	7
4	Рекурсия	1	1		3	3	8
5	Переменные. Указатели	1	1		3	3	8
6	Данные	1	1		3	3	8
7	Машинное представление	1	1		3	3	8
8	Массивы и записи	1	1		3	3	8
9	Стеки, очереди, списки	1	1		3	3	8
10	Деревья	1	1		3	3	8
11	Алгоритмы	1	1		4	3	9
12	Операционная система API	1	1		4	2	8
13	Программный продукт	1	1		3	2	7
14	Пользовательский интерфейс	1	1		3	2	7
	Итого:	14	14		44	36	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изложение материала преподавателем необходимо вести в форме, доступной для понимания. Для улучшения усвоения учебного материала необходимо применять традиционные и современные технические средства обучения. Для самостоятельного изучения отведено время на все разделы курса.

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Вирт, Никлаус. Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона + CD : пер. с англ. под ред. Ф.В. Ткачева / Никлаус Вирт .— М. : ДМК-Пресс, 2010 .— 272 с. : ил. + 1 CD .
2	Вирт, Никлаус. Алгоритмы и структуры данных с примерами на Паскале / Никлаус Вирт; пер. с англ. Д.Б. Подшивалова .— 2-е изд., испр. — СПб. : Невский диалект, 2007 .— 351 с.
3	Вирт, Никлаус. Систематическое программирование. : Введение / Н. Вирт; пер. с англ. В.С. Штаркмана; под ред. Ю.М. Баяковского .— М. : Мир, 1977 .— 183 с.
4	Вирт, Никлаус. Алгоритмы и структуры данных / Н. Вирт ; пер. с англ. Д. Б. Подшивалова .— М. : Мир, 1989 .— 360 с. : ил.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Букунов С.В. Основы программирования на языке С++ [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Букунов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 201 с. — 978-5-9227-0619-3. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/63631.html">http://www.iprbookshop.ru/63631.html</a>
7	Русанова Я.М. С++ как второй язык в обучении приемам и технологиям программирования [Электронный ресурс] / Я.М. Русанова, М.И. Чердынцева. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2010. — 200 с. — 978-5-9275-0749-8. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/47120.html">http://www.iprbookshop.ru/47120.html</a>
8	Стенли Липпман Язык программирования С++ [Электронный ресурс] : полное руководство / Липпман Стенли, Лажоие Жози. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 1104 с. — 978-5-4488-0136-5. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/63964.html">http://www.iprbookshop.ru/63964.html</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Электронный университет ВГУ

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов направления 14.04.02. Ядерные физика и технологии, - Вахтель В.М., Титова Л.В. – ВГУ. 2018. – 17 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

<p>Компьютерный класс (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/3</p>	<p>Специализированная мебель, компьютеры Pentium-II, III (12 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет» Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019. LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>) Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>) Lazarus (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/">https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/</a>) CodeBlocks (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="http://www.gnu.org/licenses/">http://www.gnu.org/licenses/</a>)</p>
<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>	<p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019. LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>) Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>
<p>Компьютерный класс (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/3</p>	<p>Специализированная мебель, компьютеры Pentium-II, III (12 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет» Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019. LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>) Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>) Lazarus (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/">https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/</a>) CodeBlocks (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="http://www.gnu.org/licenses/">http://www.gnu.org/licenses/</a>)</p>

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Темы 1-14	ОПК-2 ОПК-3 ПК-4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ПК-4.3	Контрольные работы, собеседование
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Пункт 20.2.1 Вопросы к экзамену

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольные работы

#### Перечень заданий к контрольной работе

1. Дан текст, представленной последовательностью, а также списки небольшого числа слов в виде двух массивов А и В. Напишите программу, преобразующую текст с заменой каждого вхождения слова А соответствующим словом В.
2. Реализовать методы сортировки массивов – пузырьковая сортировка, сортировка выбором, быстрая сортировка. Исследовать их на устойчивость.
3. Реализовать линейную регрессионную модель обработки данных физического эксперимента.
4. Реализовать очередь, устроенную по принципу «первый вошел – первый вышел», напишите модуль с подходящей структурой данных, процедурами для вставки и извлечения элемента из очереди, а также функцию проверки, пуста очередь или нет.
5. Реализовать стек, устроенный по принципу «первый вошел – последним вышел», напишите модуль с подходящей структурой данных, процедурами для вставки и извлечения элемента из стека, а также функцию проверки, пуст стек или нет.
6. Напишите процедуру для вставки и удаления элемента в бинарном дереве. Спроектируйте модуль со следующими процедурами для работы с деревьями:  
Вставить точку с координатами  $x$  и  $y$ , перечислить все точки в заданном прямоугольнике, найти точку с наименьшей координатой  $x$  в заданном прямоугольнике, перечислить все точки, лежащие внутри пересечения двух заданных прямоугольников.
7. Написать рекурсивный алгоритм определения корней уравнения методом деления отрезка пополам

**Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации**

Критерии оценивания компетенций	<i>Уровень сформированности компетенций</i>	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Повышенный уровень</i>	Отлично
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Базовый уровень</i>	Хорошо
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	<i>Пороговый уровень</i>	Удовлетворительно
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Неудовлетворительно

**20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к экзамену

**20.2.1. Перечень вопросов к экзамену:**

1. Интерфейс-Отделение интерфейса от реализации. Память. Автоматическое распределение памяти во время выполнения программы на основании ее блочной структуры.
2. Деревья. Бинарные деревья и задачи поиска.
3. Стек. Использование стека для размещения переменных и поддержки вызовов процедур. Относительная адресация локальных переменных.
4. Алгоритмы. Характеристики временной сложности алгоритмов. Классификация алгоритмов по характеристикам временной сложности.
5. Рекурсия. Рекурсивная формулировка алгоритмов. Прямая и косвенная рекурсия. Реализация рекурсии. Сравнение рекурсивных и циклических реализаций.
6. Алгоритм  $O(n \cdot \log n)$ . Алгоритмы  $O(n+m)$
7. Переменные. Динамическое создание и уничтожение переменных.
8. Постановка задачи. Внутренняя и внешняя сортировки Алгоритмы  $O(n^2)$ . Алгоритмы  $O(n \cdot \log n)$ .
9. Пирамидальная сортировка. Быстрая сортировка.
10. Указатели. Реализация динамического управления памятью. Куча.
11. Хеширование, его характеристики и использование. Алгоритмы с возвратом, их рекурсивная реализация.
12. Данные. Рекурсивные типы данных. Связанное представление структур данных. Сравнение связанного и сплошного представлений структур данных.
13. Алгоритм  $O(n^2)$ . Алгоритмы  $O(n+m)$ .
14. Машинное представление. Ограничения, определяемые машинным представлением.
15. Операционная система API-Доступ к интерфейсу прикладных программ операционной системы (API). Обработка нестандартных данных. Низкоуровневые средства в языках высокого уровня и дисциплина их использования.
16. Массивы и записи-Массивы и адресная арифметика. Записи. Записи с вариантами (объединения).



17. Программный продукт. Требования к программным продуктам. Этапы проектирования, разработки и сопровождения программ. Современные инструменты разработки программ.
18. Механизмы выравнивания. Вариантные записи и типизация данных. Битовые массивы и реализация множеств.
19. Пользовательский интерфейс. Современный пользовательский интерфейс программ. Инструменты визуальной разработки программ. Компоненты. Основные положения объектно-ориентированного подхода
20. Стеки, очереди, списки-Стеки, очереди, списки в сплошном и связанном представлениях. Алгоритмы их обработки.
21. Алгоритмы. Характеристики временной сложности алгоритмов. Классификация алгоритмов по характеристикам временной сложности.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Повышенный уровень</i>	Отлично
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Базовый уровень</i>	Хорошо
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	<i>Пороговый уровень</i>	Удовлетворительно
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Неудовлетворительно