

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева  
Кафедра «Приборы управления»

Утверждено на заседании кафедры  
«Приборы управления»  
«22» января 2024 г., протокол №1

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_

В.В. Матвеев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«Оптическая информатика»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки:  
**12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**

с направленностью (профилем):  
**Интеллектуальные фотонные системы**

Формы обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 120303-01-24

Тула 2024 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ  
рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик**

Заведующий кафедрой, д.т.н., доцент



(подпись)

В.В. Матвеев

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

Основная **цель** дисциплины "Оптическая информатика" заключается в изучении использования оптических технологий для обработки, хранения и передачи информации.

Основные **задачи** этой дисциплины включают:

1. Изучение физических основ оптических явлений и процессов, имеющих значение для информатики.
2. Рассмотрение принципов построения и работы оптических систем, используемых в информационных технологиях.
3. Освоение методов и средств оптической обработки информации, включая оптическое распознавание образов, оптическое вычисление и оптическое хранение данных.
4. Изучение систем оптической связи, оптоэлектронных устройств и компонентов, применяемых в информационных системах.
5. Ознакомление с перспективными направлениями развития оптической информатики, включая квантовые вычисления, оптические нейронные сети и оптическую биоинформатику.
6. Формирование практических навыков использования оптических технологий для решения задач обработки, передачи и хранения информации.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в восьмом семестре.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

1) Методы оптической обработки информации, включая оптическое распознавание образов, оптические вычисления и оптическую память, включая технологии оптической связи и передачи данных с использованием оптических волокон и свободного пространства, а также перспективные направления развития оптической информатики, включая квантовые вычисления и оптические нейронные сети. (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.1).

### **Уметь:**

1) Проектировать простые оптические системы для решения конкретных задач обработки и передачи информации, использовать современные программные средства для моделирования и анализа оптических систем. (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.2).

### **Владеть:**

1) Навыками работы с оптическими измерительными приборами и оборудованием, методами экспериментальной оценки и исследования характеристик оптических систем и элементами программирования оптических компьютеров. (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

#### 4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
8	Э	3	108	24	12		–	2	0,25	69,75
<b>Итого</b>	–	3	108	24	12		–	2	0,25	69,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

#### 4.2 Содержание лекционных занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>8 семестр</b>	
1	Введение в оптическую информатику. Исторический обзор и основные направления.
2	Физические основы оптических явлений: волновые свойства света, дифракция, интерференция.
3	Взаимодействие света с веществом: отражение, преломление, поглощение и рассеяние.
4	Оптические компоненты и устройства: линзы, зеркала, призмы, волноводы.
5	Источники и детекторы оптического излучения: принципы работы, характеристики.
6	Оптические методы обработки информации: оптические вычисления и оптическая память
7	Оптические ассоциативные памяти и оптические нейронные сети.

8	Оптические системы передачи данных: волоконно-оптические линии связи.
9	Оптическая связь в свободном пространстве: лазерная связь и оптические коммуникации.
10	Оптоэлектронные компоненты и устройства: модуляторы, переключатели, интегрально-оптические схемы.
11	Перспективные направления оптической информатики: квантовые вычисления и квантовая криптография.
12	Применение оптических технологий в медицине, биологии, системах безопасности и других областях.

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования практических (семинарских) занятий
<b>8 семестр</b>	
1	Основы языка программирования Blackbird
2	Выборка бозонов и перманента
3	Выборка гауссовых бозонов и гафниан
4	Выборка бозонов методом рассеивания
5	Гауссово клонирование

### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

#### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>8 семестр</b>	
1	Самостоятельное изучение раздела «Интегральная оптика и оптические волноводы: - Моделирование распространения оптических сигналов в волноводных структурах - Разработка интегрально-оптических устройств и схем»
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

**5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося**

#### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося	Максимальное количество баллов
--	--------------------------------

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<b>8 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещаемость практических занятий	10
		Работа на практических занятиях №№1-4	10
		Тестирование 1	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещаемость практических занятий	10
		Работа на практических занятиях №№5-9	10
		Тестирование 2	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (Экзамен)	Не зачтено	Зачтено		

### 6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:  
– компьютерный класс для практических занятий.

### 7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### 7.1 Основная литература

1. Scott Aaronson and Alex Arkhipov. The computational complexity of linear optics. *Theory of Computing*, 9(1):143–252, 2013. doi:10.4086/toc.2013.v009a004.
2. Max Tillmann, Borivoje Dakić, René Heilmann, Stefan Nolte, Alexander Szameit, and Philip Walther. Experimental boson sampling. *Nature Photonics*, 7(7):540–544, May 2013. doi:10.1038/nphoton.2013.102.
3. L.G. Valiant. The complexity of computing the permanent. *Theoretical Computer Science*, 8(2):189–201, 1979. doi:10.1016/0304-3975(79)90044-6.

4. Michael Reck, Anton Zeilinger, Herbert J. Bernstein, and Philip Bertani. Experimental realization of any discrete unitary operator. *Physical Review Letters*, 73(1):58–61, Jul 1994. doi:10.1103/physrevlett.73.58.
5. William R Clements, Peter C Humphreys, Benjamin J Metcalf, W Steven Kolthammer, and Ian A Walsmley. Optimal design for universal multiport interferometers. *Optica*, 3(12):1460–1465, 2016. doi:10.1364/OPTICA.3.001460.
6. Max Tillmann, Borivoje Dakić, René Heilmann, Stefan Nolte, Alexander Szameit, and Philip Walther. Experimental boson sampling. *Nature Photonics*, 7(7):540–544, May 2013. doi:10.1038/nphoton.2013.102.
7. Фотоника и оптоинформатика: лаб. практикум : учебное пособие / И. С. Азанова, М. И. Булатов, Г. Н. Вотинов [и др.]. — Пермь : ПНИПУ, 2021. — 94 с. — ISBN 978-5-398-02650-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/239864>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Кирчанов, В. С. Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики : учебное пособие / В. С. Кирчанов. — 2-е изд., испр. и доп. — Пермь : ПНИПУ, 2022. — 364 с. — ISBN 978-5-398-02696-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/328871>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Dagmar Bruß. Characterizing entanglement. *Journal of Mathematical Physics*, 43(9):4237-4251, Sep 2002. URL: <https://doi.org/10.1063/1.1494474>, doi:10.1063/1.1494474.
2. Charles H. Bennett, Gilles Brassard, Claude Crépeau, Richard Jozsa, Asher Peres, and William K. Wootters. Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen channels. *Physical Review Letters*, 70:1895-1899, Mar 1993. doi:10.1103/PhysRevLett.70.1895.

## 8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС «Лань», доступ авторизованный
2. <https://www.iprbookshop.ru/> - Цифровой образовательный ресурс IPR SMART, доступ авторизованный
3. <https://tsutula.bookonlime.ru/> - ЭБС ТулГУ «BookOnLime» учебные издания ТулГУ по всем дисциплинам, доступ авторизованный
4. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка», доступ свободный

## 9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Пакет офисных приложений «Мой Офис».

### 9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система КонсультантПлюс.