

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Цифровая обработка оптических изображений

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

---

Направленность образовательной программы

Автоматизация научных исследований

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.03 Цифровая обработка оптических изображений 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<br>(код, содержание компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции  |   | Наименование оценочного средства   |                                |
|--|--|---|------------------------------------|--------------------------------|
|  | Индикатор достижения компетенции<br>(код, содержание индикатора)   | Результаты обучения по дисциплине   | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации   |
| ПК-1: Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности | ПК-1.1: Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности<br>ПК-1.2: Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности<br>ПК-1.3: Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений | ПК-1.1:<br>Знать современные методики сбора, обработки и интерпретации оптических изображений, а также особенности применения камер при проведении эксперимента.<br><br>ПК-1.2:<br>Уметь и обладать навыками подбора необходимого оборудования и проведения эксперимента для регистрации оптических изображений, их дальнейшей обработки и выделения необходимой информации.<br><br>ПК-1.3:<br>Уметь ставить цели и формировать последовательность выполнения эксперимента, разбивая задачу на этапы и вырабатывая план реализации каждого этапа. | Задания                            | Экзамен:<br>Творческое задание |

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|  |       |
|--|-------|
|  | очная |
|--|-------|

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| <b>Общая трудоемкость, з.е.</b>  | <b>4</b>                    |
| <b>Часов по учебному плану</b>   | <b>144</b>                  |
| в том числе  |                             |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>                           |                             |
| - занятия лекционного типа   | 32                          |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 0                           |
| - КСР  | 2                           |
| <b>самостоятельная работа</b>  | <b>65</b>                   |
| <b>Промежуточная аттестация</b>  | <b>45</b><br><b>Экзамен</b> |

### 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<br>(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<br>Ф<br>0     | 0<br>Ф<br>0  | 0<br>Ф<br>0  | 0<br>Ф<br>0 | 0<br>Ф<br>0                               |
| Основы программирования в среде LabVIEW              | 16              | 6  |  | 6           | 10  |
| Цифровая обработка изображений и машинное зрение     | 16              | 8  |  | 8           | 8   |
| Прием и обработка изображений с камер                | 10              | 4  |  | 4           | 6   |
| Пространственные методы обработки изображений        | 12              | 4  |  | 4           | 8   |
| Частотные методы обработки изображений               | 12              | 4  |  | 4           | 8   |
| Методы анализа изображений. Сегментация изображений. | 9               | 2  |  | 2           | 7   |
| Функции измерений в IMAQ Vision                      | 14              | 2  |  | 2           | 12  |
| Сохранение и передача лабораторных данных            | 8               | 2  |  | 2           | 6   |
| Аттестация   | 45              |  |  |             |   |
| КСР  | 2               |  |  | 2           |   |
| Итого  | 144             | 32   | 0  | 34          | 65  |

#### Содержание разделов и тем дисциплины

##### 1. Основы программирования в среде LabVIEW.

Виртуальные приборы (ВП) и концепция dataflow-программирования (программирование потока данных). Знакомство со элементами интерфейса среды LabVIEW. Основные приёмы создания приложения в LabVIEW. Модульное программирование и виртуальные подприборы (SubVI). Поиск

ошибок и отладка ВП. Циклы и алгоритмические структуры ВП. Типы и структуры данных. Работа с файлами. Управление потоком данных и графическим интерфейсом пользователя. Использование высокоуровневых структур и шаблонов для разработки эффективных приложений. Анализ производительности и создание автономных приложений на базе ВП.

2. Цифровая обработка изображений и машинное зрение. Примеры областей, использующих цифровую обработку изображений. Дискретизация (квантование) аналоговых сигналов, теорема Найквиста-Котельникова. Обзор программно-аппаратного пакета расширения пакета NI Vision. Обзор возможностей программного конфигуризатора NI Vision Assistant. Форматы изображений. Основные стадии цифровой обработки изображений. Функции NI Vision. Форматы хранения и передачи цифровых изображений. Компоненты системы обработки изображений.

3. Прием и обработка изображений с камер. Определение необходимых параметров системы получения изображения. Промышленные и специализированные камеры для приема изображений видимого и ИК диапазона с различными интерфейсами подключения к ПК: GigE, USB, FireWire. Протокол GigE. ПЗС, КМОП и пирозлектрические сенсоры, преимущества и недостатки.

4. Пространственные методы обработки изображений. Некоторые основные преобразования полутонов. Видоизменение гистограммы. Пространственная фильтрация, сглаживающие фильтры и фильтры повышения четкости. Пространственные фильтры повышения резкости. Комбинирование методов пространственного улучшения.

5. Частотные методы обработки изображений. Фурье-преобразование изображений и частотная область. Сглаживающие частотные фильтры. Частотные фильтры повышения резкости. Оконтурирование изображений и примеры его использования.

6. Методы анализа изображений. Сегментация изображений. Обзор методов сегментации изображений. Обзор методов регуляризации и моделирования. Описание морфологических операций. Представление и анализ формы изображения. Классификация изображений.

7. Функции измерений в IMAQ Vision. Геометрические измерения. Яркостные измерения. Распознавание символов. Считывание информации технических индикаторов.

8. Сохранение и передача лабораторных данных. Форматы файлов изображений. Пакетное сохранение в файл avi. Передача файлов по сети. Протоколы TCP-IP, UDP, FTP, SMTP.

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 - 4 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:

LabVIEW в примерах и задачах, [http://old.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF\\_NNSU/LabVIEW\\_Examples.pdf](http://old.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/RF_NNSU/LabVIEW_Examples.pdf).

Иные учебно-методические материалы:

Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 / Бутырин П.А. - Москва : ДМК-пресс.

LabVIEW для всех / Трэвис Дж., Кринг Дж. - Москва : ДМК-пресс, 2011.

## **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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1:**

1. Выполнить настройку параметров встроенной USB камеры (или камеры Basler acA2500-14gm) с помощью утилиты NI MAX.
2. Предложить варианты сочетаний камеры и объектива (линзы) для регистрации изображения объекта размером 40x10 см, находящегося на расстоянии 50 метров до камеры с разрешением не хуже 1 мм.
3. Создать виртуальный прибор для записи изображения в определенный момент времени с помощью GigE камеры Basler acA2500-14gm с настраиваемыми параметрами усиления и биннинга.
4. Создать виртуальный прибор, генерирующий синхроимпульс при завершении получения 100 изображений объекта с помощью аналоговой камеры Pulnix TM7-CN и интерфейса NI PCI-1409.
5. Настроить динамический диапазон аналоговой камеры Pulnix TM7-CN с помощью утилиты NI MAX.
6. Создать виртуальный прибор для динамического изменения параметров камеры.
7. Выполнить оконтуривание объекта с помощью градиентного фильтра и вычислить его площадь.
8. Создать виртуальный прибор для получения изображения цифрового индикатора и выполнения пространственной калибровки его размеров.
9. Изучить примеры использования пространственных фильтров на тестовом изображении.
10. Создать приложение для распознавания текста на изображении семисегментного сервисного индикатора автомобиля

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)**

| Оценка     | Критерии оценивания   |
|------------|---|
| зачтено    | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не обязательно в полном объеме. |
| не зачтено | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.   |

### **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 | 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 отдельными 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  |

## 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  |
|                   | <b>отлично</b>             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».  |
|                   | <b>очень хорошо</b>        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»  |
|                   | <b>хорошо</b>              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».   |
|                   | <b>удовлетворительно</b>   | 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» |
| <b>не зачтено</b> | <b>неудовлетворительно</b> | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».   |
|                   | <b>плохо</b>               | 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 - Творческое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-1

##### 1. Измерение пространственных характеристик лазерного излучения.

Цель задания – создание прибора для точного измерения параметров лазерного пучка в автоматическом режиме.

Измерение профиля лазерного пучка должно осуществляться с помощью фокусирующей линзы ( $F=10$  см), системы нейтральных фильтров (НС-13, НС-7) и ПЗС-камеры, установленной на платформе шагового двигателя. Управление системой перемещения осуществляется с помощью контроллера шагового двигателя 8SMC1-USBh5.

##### 2. Считывание показаний стрелочного прибора.

Цель задания – создание автоматической системы считывания показаний стрелочного прибора – аналогового стрелочного вольтметра.

Оборудование:

- Система технического зрения на базе аналоговой камеры и платы National Instruments PCI-1409 или цифровой камеры с интерфейсом USB.
- аналоговый стрелочный вольтметр.

3. Получить изображение среза лазерного пучка NdYAG лазера с диодной боковой накачкой, осуществить визуализацию 3D изображения, вычислить такие параметры пучка как: ширина по осям X и Y по уровню  $e^{-2}$ , определить модовый состав излучения.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Творческое задание)

| Оценка              | Критерии оценивания   |
|---------------------|---|
| превосходно         | Все компетенции, 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, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».   |
| очень хорошо        | Все компетенции, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо».  |
| хорошо              | Все компетенции, 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».                 |
| неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».  |
| плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».  |

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

Основная литература:

1. LabVIEW для всех / Трэвис Дж., Кринг Дж. - Москва : ДМК-пресс, 2011. - bVIEW для всех [Электронный ресурс] / Трэвис Дж., Кринг Дж. - 4-е издание, переработанное и дополненное. - М. : ДМК Пресс, 2011., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=636675&idb=0>.
2. Визильтер Ю.В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision : монография / Визильтер Ю.В.; Желтов С.Ю.; Князь В.А. - Москва : ДМК-пресс, 2016. - 464 с. - ISBN 978-5-97060-178-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=868724&idb=0>.
3. Новиков А. И. Дискретное преобразование Фурье и обработка изображений : учебное пособие / Новиков А. И. - Рязань : РГРТУ, 2022. - 92 с. - Книга из коллекции РГРТУ - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=861199&idb=0>.



4. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. - Москва : ДМК-пресс, 2009., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=636575&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Optoelectronics in Machine Vision-Based Theories and Applications. - IGI Global, 2019. - 1 online resource. - ISBN 9781522557524. - ISBN 9781522557517. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=854217&idb=0>.

2. Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Вудс Р. - Москва : Техносфера, 2012., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645399&idb=0>.

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

Среда разработки приложений NI LabVIEW 2023 с дополнительным модулем NI Vision и комплектом драйверов для оборудования.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Промышленная камера Basler acA2500-14gm, система технического зрения на базе аналоговой камеры Pulnix TM-7CN и платы National Instruments PCI-1409, объектив Pentax 1:1.6.

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 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Шарков Валерий Валерьевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Оболенский Сергей Владимирович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023, протокол № 09/23.