

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 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Драйверы устройств

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

---

Направленность образовательной программы  
Сопряженная разработка программного и аппаратного обеспечения

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 Драйверы устройств 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: Знает теоретические основы устройства аппаратного обеспечения.</p> <p>ПК-4.2: Знает работы с прерываниями и DMA .</p> <p>ПК-4.3: -</p> <p>ПК-4.4: Умеет осуществлять отладку и тестирование , эмуляторы или симуляторы для решения практических проблем.</p> <p>ПК-4.5: Владеет навыками работы с регистрами устройства, разработки драйвера под Windows Разработка драйвера под Windows</p>	<p>Практическое задание</p> <p>Тест</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72

в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>16</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</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 (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	
1. Введение в разработку драйверов устройств (2 часа)	9	2	2	4	5
2. Устройство аппаратного обеспечения (2 часа)	9	2	2	4	5
3. Модели драйверов в Linux и Windows (2 часа)	9	2	2	4	5
4. Написание простого драйвера (2 часа)	8	2	2	4	4
5. Работа с прерываниями и DMA (2 часа)	9	2	2	4	5
6. Отладка и тестирование драйверов (2 часа)	9	2	2	4	5
7. Безопасность и оптимизация драйверов (2 часа)	9	2	2	4	5
8. Перспективы развития драйверов устройств (2 часа)	9	2	2	4	5
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	16	33	39

#### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение в разработку драйверов устройств (2 часа)
  - Что такое драйвер устройства?
  - Роль драйверов в операционных системах.
  - Архитектура взаимодействия ядра ОС и оборудования.
2. Устройство аппаратного обеспечения (2 часа)
  - Принципы работы шин: PCI, USB, SATA.
  - Адресация устройств.
  - Обмен данными между процессором и периферией.

### 3. Модели драйверов в Linux и Windows (2 часа)

- Драйверы в виде модулей ядра.
- Архитектура WDM и LKM.
- Поддержка Plug-and-Play.

### 4. Написание простого драйвера (2 часа)

- Создание драйвера символьного устройства.
- Регистрация и выгрузка драйвера.
- Примеры кода на C для Linux/Windows.

### 5. Работа с прерываниями и DMA (2 часа)

- Обработка аппаратных прерываний.
- Прямой доступ к памяти.
- Особенности реализации в драйверах.

### 6. Отладка и тестирование драйверов (2 часа)

- Инструменты отладки: dmesg, logs, debugfs.
- Тестирование функциональности.
- Обнаружение утечек памяти и гонок.

### 7. Безопасность и оптимизация драйверов (2 часа)

- Защита памяти и пользовательских данных.
- Оптимизация производительности.
- Совместимость с разными версиями ОС.

### 8. Перспективы развития драйверов устройств (2 часа)

- Виртуализация и драйверы.
- Поддержка новых стандартов (USB4, PCIe 5.0).
- Open-source vs закрытые драйверы.

## **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.

1. Бовет Д., Чессик М. "Внутри ядра Linux" – СПб.: Питер, 2021.
2. Корбет Дж., Руссинович М. "Программирование драйверов устройств в Linux" – М.: Вильямс, 2020.
3. Гаст Р. "Windows Internals" – М.: Русская Редакция, 2022.
4. Рубинин А. "Разработка драйверов для Linux" – М.: БХВ-Петербург, 2019.
5. Норткаст Д. "Программирование драйверов Windows" – СПб.: Питер, 2020.
6. Молдовян Н.А., Молдовян А.А. "Основы разработки системного ПО" – СПб.: Лань, 2021.

## **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 - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. Напишите драйвер, выводящий "Hello, Device!" при обращении к нему.
2. Реализуйте драйвер, который считает количество обращений к нему.
3. Создайте драйвер, читающий строку из пользовательского пространства.
4. Напишите программу, использующую ioctl для отправки команд драйверу.
5. Реализуйте обработку прерывания от эмулированного устройства.
6. Создайте драйвер с использованием DMA для передачи данных.
7. Напишите драйвер, создающий файл в debugfs для вывода информации.
8. Реализуйте безопасную работу с памятью в драйвере.
9. Создайте драйвер, поддерживающий два типа устройств.
10. Напишите драйвер для эмулированного USB-устройства.

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Программа и результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	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).

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. Какой из следующих терминов обозначает модуль ядра Linux?
  - a) DLL
  - b) LKM
  - c) EXE
  - d) SO
2. Какой файловый интерфейс чаще всего используется для взаимодействия с драйвером?
  - a) TCP/IP
  - b) /dev
  - c) /etc
  - d) /home
3. Какой вызов используется для регистрации символического устройства?
  - a) register\_device()
  - b) alloc\_chrdev\_region()

- c) create\_device()
  - d) dev\_register()
4. Какой механизм позволяет обмениваться данными напрямую с памятью?
- a) IRQ
  - b) DMA
  - c) MMU
  - d) TLB
5. Какой инструмент используется для просмотра логов ядра Linux?
- a) syslog
  - b) dmesg
  - c) journalctl
  - d) logcat
6. Какой вызов используется для чтения из пользовательского пространства в драйвере?
- a) copy\_from\_user()
  - b) memcpy()
  - c) read\_user()
  - d) get\_user\_data()
7. Что означает IOCTL?
- a) Input Output Control
  - b) In Out Communication Layer
  - c) Internal Operation Code
  - d) Interrupt On Call
8. Какой тип драйвера не требует привязки к конкретному устройству?
- a) Символьный
  - b) Блочный
  - c) Шинный
  - d) Платформенный
9. Какой из следующих объектов представляет собой набор операций над устройством?
- a) struct file\_operations
  - b) struct device
  - c) struct class
  - d) struct module
10. Какое значение возвращает драйвер при успешном завершении операции?
- a) 0
  - b) -1
  - c) NULL
  - d) 1
11. Какой из следующих методов вызывается при открытии устройства?
- a) open()
  - b) release()
  - c) read()
  - d) write()
12. Какой из следующих вызовов используется для запроса прерывания?
- a) request\_irq()
  - b) enable\_irq()
  - c) irq\_handler()
  - d) setup\_irq()

13. Какой из следующих параметров определяет тип устройства?
- Major number
  - Minor number
  - UID
  - PID
14. Какой из следующих терминов относится к Windows-драйверам?
- LKM
  - WDM
  - RPM
  - APK
15. Какой из следующих вызовов используется для освобождения ресурсов драйвера?
- cleanup\_module()
  - free\_module()
  - unload\_module()
  - remove\_module()
16. Какой из следующих механизмов используется для защиты памяти в драйверах?
- Mutex
  - Semaphore
  - Spinlock
  - Все вышеперечисленное
17. Какой из следующих инструментов используется для сборки драйверов в Windows?
- GCC
  - WDK
  - Visual Studio
  - Makefile
18. Какой из следующих протоколов используется для последовательной передачи данных?
- SPI
  - I2C
  - UART
  - Все вышеперечисленное
19. Какой из следующих вызовов используется для создания класса устройства?
- device\_create()
  - class\_create()
  - dev\_class\_add()
  - create\_class()
20. Какой из следующих терминов обозначает обработчик прерываний?
- ISR
  - IRQ
  - IDT
  - GDT

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Не менее 80% правильных ответов в тесте.
не зачтено	Менее 80% правильных ответов в тесте

## 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 отдельным 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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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
--------	--------------------

<b>зачтено</b>	<b>превосходно</b>	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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4**

1. Что такое драйвер устройства?
2. Какие виды драйверов существуют?
3. Что означает аббревиатура LKM?
4. Чем отличается драйвер от прикладной программы?
5. Как происходит регистрация драйвера в ядре Linux?
6. Что такое символьное устройство?
7. Какие основные функции реализует драйвер?
8. Как работает система прерываний в драйверах?
9. Что такое DMA и как он используется в драйверах?
10. Как происходит взаимодействие между драйвером и пользовательским пространством?
11. Какие шины используются для подключения устройств?
12. Что такое PnP и как он реализован в драйверах?

13. Как работают ioctl-команды в драйверах?
14. Что такое major/minor номер устройства?
15. Какие инструменты используются для отладки драйверов?
16. Какие проблемы могут возникнуть при работе с указателями в драйверах?
17. Что такое race condition в контексте драйверов?
18. Как защитить данные от одновременного доступа?
19. Как происходит выгрузка драйвера из ядра?
20. Что такое GPL-совместимость драйвера?
21. Какие особенности имеет разработка драйверов под Windows?
22. Что такое IRP в архитектуре Windows?
23. Как проверяется корректность работы драйвера?
24. Что такое device tree и где он применяется?
25. Какие стандарты используются при написании драйверов?
26. Что такое devtmpfs и sysfs в Linux?
27. Какие меры предосторожности следует соблюдать при работе с памятью в драйверах?
28. Как влияет версия ядра на совместимость драйверов?
29. Что такое FOPS в Linux?
30. Какие возможности предоставляет DebugFS?

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

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.

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

Основная литература:

1. Лакамера Д. Архитектура встраиваемых систем : монография / Лакамера Д. - Москва : ДМК-пресс, 2023. - 332 с. - ISBN 978-5-93700-206-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=1012121&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Новожилов Олег Петрович. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / О. П. Новожилов. - Москва : Юрайт, 2026. - 421 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/584367> (дата обращения: 24.01.2026). - ISBN 978-5-534-03515-5 : 1639.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=995605&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.  
3 Среда разработки семейства MicrosoftVisualStudio, лицензия по подписке MicrosoftImagine.  
4 Марков Е. Архитектура распределённых приложений // PC Week/RE («Компьютерная неделя»). – <https://www.itweek.ru/infrastructure/article/detail.php?ID=66147>

### **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 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Мееров Иосиф Борисович, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Мееров Иосиф Борисович, кандидат технических наук.

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