**Правительство Российской Федерации**

**Нижегородский филиал**

**Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования   
"Национальный исследовательский университет   
"Высшая школа экономики"**

Факультет бизнес-информатики и прикладной математики

**Программа дисциплины**

**«Архитектура ЭВМ**

для направления 01.03.02 – Прикладная математика и информатика

подготовки академического бакалавра

Автор программы: профессор Н.И.Кащеев

e-mail: nkasheev@hse.ru

Одобрена на заседании кафедры «Базовая кафедра МЕРА» «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014г.

Зав. кафедрой Н.И.Кащеев

Рекомендована секцией УМС «Прикладная математика и информатика»

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014г.

Председатель В.А. Калягин

Утверждена УМС НИУ ВШЭ – Нижний Новгород «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.

Председатель В.М. Бухаров

Нижний Новгород, 2014 г.

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.*

# Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направлений подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» подготовки бакалавра, изучающих дисциплину «Архитектура ЭВМ».

Программа разработана в соответствии с образовательным стандартом федерального государственного образовательного автономного учреждения высшего профессионального образования Высшей школы экономики, образовательной программой по направлению 01.03.04 «Прикладная математика и информатика», рабочим учебным планом, утвержденным в 2014 году.

# Цели освоения дисциплины

Целями освоения данной дисциплины являются как получение теоретических знаний в области архитектуры компьютерных систем, принципов организации ввода/вывода и программирования на машинном уровне, так и приобретение практических навыков программирования на языке Ассемблер.

# Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

* знать архитектуру ЭВМ, понимать программную модель системы
* развить «программистское» мышление
* овладеть навыками программирования на языке ассемблер и понимать связь с ОС и языками высокого уровня.
* уметь разрабатывать, тестировать и использовать низкоуровневые программы;
* владеть языком Ассемблер

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

| Компетенция | Код по НИУ | Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата) | Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции |
| --- | --- | --- | --- |
| Способность к анализу и синтезу на основе системного подхода | ОНК–1 | Студент демонстрирует свои способности при выполнении заданий учебной дисциплины, во время освоения большого количества новой информации, которую применяет для разработки, отладки и тестирования программного кода | Подготовка к семинарам, участие в публичных дискуссиях коллектива учебной группы, разработка алгоритмов и программного кода |
| Способность приобретать новые знания с использованием научной методологии и современных образовательных и информационных технологий | ОНК-6 | Студент развивает самооценку в ходе публичных дискуссий, повышает свою квалификацию, участвуя в разработке индивидуальных и коллективных проектов | Подготовка к проектным семинарам, участие в публичных дискуссиях коллектива учебной группы, разработка алгоритмов и программного кода |
| Способность демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой | ПК-1 | Студент демонстрирует понимание основ архитектуры микропроцессорных систем и умение создавать программы на языке Ассемблер | Подготовка к проектным семинарам, участие в публичных дискуссиях коллектива учебной группы, разработка алгоритмов и программного кода |
| Способность решать задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне, включая разработку математических моделей, алгоритмических и программных решений | ПК-8 | Студент демонстрирует умение писать программы и создавать библиотеки, используя макросредства языка ассемблер | Разработка алгоритмов и программного кода для практических и лабораторных заданий. |
| Способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии и т.п. | ПК-9 | Студент демонстрирует умение писать программы, используя системные средства операционной системы и BIOS | Разработка алгоритмов и программного кода для практических и лабораторных заданий. |

# Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к вариативной части цикл профессиональных дисциплин, обеспечивающих подготовку бакалавра. Курс опирается на следующие курсы базовой части - «Дискретная математика», «Алгоритмы и структуры данных». Курс играет важную роль в развитии понимания будущими специалистами низкоуровневого программирования и функционирования компьютерной системы.

**Тематический план учебной дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Наименование тем | Всего | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа |
| часов |
|  | Раздел 1. Основы архитектуры современных ЭВМ | | | | |
| 1.1 | Программная модель микропроцессорных систем и Организация памяти | 14 | 4 | 2 | 8 |
| 1.2 | Команды и адресация. Простейшие программы | 24 | 6 | 6 | 12 |
|  | Раздел 2. Основы программирования на языке ассемблер. Разработка программ на языке ассемблер для MS DOS | | | | |
| 2.1 | Использование функций прерывания DOS и BIOS | 28 | 4 | 6 | 18 |
| 2.2 | Работа с файлами | 20 | 4 | 4 | 12 |
| 2.3 | Система прерываний. Архитектура контроллера прерываний. | 22 | 4 | 4 | 14 |
| 2.4 | Разработка программ на языке ассемблер | 20 | 4 | 4 | 12 |
| 2.5 | Разработка резидентных программ | 48 | 6 | 4 | 38 |
|  | Раздел 3. Разработка программ на языке ассемблер для Windows | | | | |
| 3.1 | Основы организации Windows.WinAPI | 22 | 4 | 4 | 14 |
| 3.2 | Разработка программ на языке ассемблер под Windows | 28 | 4 | 4 | 20 |
| **Итого** | | 228 | 40 | 40 | 148 |

# Формы контроля знаний студентов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип контроля | Форма контроля | 1 год | | | Параметры |
|  | 3 | 4 |
| Текущий контроль | Домашнее задание |  | \* | \* | 80 минут |
| Контрольная работа |  | \* | \* | 80 минут на одну контрольную работу. |
| Промежуточный | Экзамен |  | \* |  | устная форма, 2 вопроса и 1 задача |
| Итоговый | Экзамен |  |  | \* | устная форма 2 вопроса и 1 задача |

## Критерии оценки знаний, навыков

Текущий контроль осуществляется в виде еженедельных мини-контрольных работ, соответствующих домашнему заданию, контрольных работа на 8 и 10 неделе. Каждая форма текущего контроля оценивается по 10-балльной шкале, оценка выставляется в рабочую ведомость преподавателя. Промежуточный контроль - экзамен по окончании третьего модуля, итоговый экзамен - на последней неделе четвертого. Учитываются результаты домашней работы (ДР) и выполнение контрольных заданий (КЗ). Домашняя и контрольная работы содержат несколько задач. Для каждой из задач студент должен представить решение в электронном виде, включая исходный код и исполняемый файл программы. Каждая форма итогового контроля оценивается так же по 10-балльной шкале.

# Порядок формирования оценок по дисциплине

**Домашнее задание:**

оценка в 10 баллов проставляется в исключительных случаях самостоятельно проведенной работы, результаты которой могут в дальнейшем использоваться в учебном процессе или в исследовательской работе студента;

оценка в 8-9 баллов проставляется при самостоятельно разработанном или удачно адаптированном и отлично представленном исследовании по выбранной тематике;

оценка в 6-7 баллов проставляется при своевременно выполненном и самостоятельно представленном исследовании по выбранной тематике;

оценка в 4-5 баллов проставляется при частичном, несамостоятельном участии в выполнении работ над заданием;

оценка в 2-3 балла проставляется, когда студент не может самостоятельно представить работу или когда работа носит явные признаки заимствований (работу предлагается переделать);

оценка в 1 балл проставляется при наличии каких-либо демонстративных проявлений безграмотности и неэтичного отношения к работе.

**Контрольная работа:**

высшая оценка в 9 баллов (10 баллов только в исключительных случаях) проставляется при полностью правильных ответах на вопросы и отличном выполнении заданий (правильном решении задачи, четком и исчерпывающем ее представлении);

почти отличная оценка в 8 баллов проставляется при полностью правильных ответах на вопросы и отличном выполнении заданий, но при отсутствии четкого и исчерпывающего представления решаемой задачи;

оценка в 7 баллов проставляется при правильных ответах на вопросы и правильном решении задачи, но при наличии отдельных неточностей в ответах на вопросы;

оценка в 6 баллов проставляется при наличии отдельных неточностей в ответах на вопросы (включая грамматические ошибки) или неточностях в решении задачи непринципиального характера (описки и случайные ошибки);

оценка в 5 баллов проставляется в случаях, когда в ответах на вопросы и в решении задачи имеются неточности и ошибки, свидетельствующие о недостаточном понимании изучаемой дисциплины и требующие дополнительного обращения к учебным материалам;

оценка в 4 балла проставляется при наличии серьезных ошибок в ответах на вопросы и в решении задачи, что свидетельствует о наличии пробелов в знании изучаемой дисциплины;

оценка в 3 балла проставляется при наличии лишь отдельных положительных моментов в ответах на вопросы и в решении задач, говорящих лишь о потенциальной возможности в последующем более успешного выполнения заданий; оценка в 3 балла, как правило, ведет к повторному решению дополнительной задачи;

оценка в 2 балла проставляется при полном отсутствии положительных моментов в ответах на вопросы и в решении задачи и, как правило, ведет к повторному написанию контрольной работы в целом;

оценка в 1 балл проставляется в тех случаях, когда наряду с неправильными ответами на вопросы и решением задачи имеют место какие-либо демонстративные проявления безграмотности или неэтичное отношение к изучаемой дисциплине.

**Экзамен:**

На экзамене, представляющем собой письменные ответы на вопросы и решение задачи с последующим собеседованием, оценка проставляется следующим образом:

высшая оценка в 9 баллов (10 баллов только в исключительных случаях) проставляется при отличном выполнении заданий (полных, с примерами и возможными обобщениями ответах на вопросы, при правильном решении задачи и детальном ее представлении);

почти отличная оценка в 8 баллов проставляется при полностью правильных ответах на вопросы и решении задачи, но при отсутствии примеров и обобщений, а также детального представления решаемой задачи;

оценка в 7 баллов проставляется при правильных ответах на вопросы и правильном решении задачи, но при отсутствии пояснений и обобщений, а также детального представления решаемой задачи;

оценка в 6 баллов проставляется при наличии отдельных неточностей в ответах на вопросы или неточностях в решении задачи непринципиального характера (описки и случайные ошибки);

оценка в 4-5 баллов проставляется в случаях, когда в ответах на вопросы и в решении задачи имеются существенные неточности и ошибки, свидетельствующие о недостаточном понимании изучаемой дисциплины;

оценка в 2-3 балла проставляется при наличии лишь отдельных положительных моментов в ответах на вопросы и в решении задачи;

оценка в 1 балл проставляется в тех случаях, когда наряду с неправильными ответами на вопросы и решением задачи имеют место какие-либо демонстративные проявления безграмотности или неэтичное отношение к изучаемой дисциплине.

По результатам устного собеседования с преподавателем возможны корректировки оценки в ту или иную сторону.

На первом этапе изучения дисциплины формируется промежуточная оценка**.**

О*промежуточная* = 0,5\* *Оэкзамен1* + 0,5\* *Онакопленная1*

Накопленная оценка за текущий контроль первого периода учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

О*накопленная1* = 0,5\* *Од/з* +0,5*\*Ок/р1*

Способ округления накопленной оценки промежуточного контроля в форме экзамена - арифметический.

На втором этапе формируется накопленная оценка второго периода *Онакопленная2*

О*накопленная2* = 0,5*\*Од/з2 +* 0,5*\*Ок/р2*

Результирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом:

О*накопленная Итоговая =* (О*промежуточная +* О*накопленная2):2*

*Орезульт = 0,6\*Онакопленная Итоговая* + *0,4\*Оитоговый экзамен*

В диплом выставляет результирующая оценка по учебной дисциплине.

Способ округления результирующей оценки по учебной дисциплине – арифметический.

# Содержание дисциплины

**Глава 1. ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРЫ СОВРЕМЕННЫХ ЭВМ.**

**Тема 1.1. Программная модель микропроцессорных систем и Организация памяти.**

Развитие компьютерных систем – технология, поколения, перспективы. Обзор основных архитектур ЭВМ. Программная модель микропроцессорной системы. Программно доступные регистры процессора, память, регисты ввода/вывода. Сегментная организация памяти.

*Основная литература*

*Калашников О. Ассемблер? Это просто!, Санкт-Петербург,* [*БХВ-Петербург*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/1098685/)*, 2007 г.*

*Пирогов* [*В.*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/3536180/#persons)*Ассемблер для Windows, Санкт-Петербург,* [*БХВ-Петербург*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/1098685/)*, 2007 г.*

*Пирогов* [*В.*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/3536180/#persons)*Ассемблер на примерах, Санкт-Петербург,* [*БХВ-Петербург*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/1098685/)*, 2005 г*

**Тема 1.2. Команды и адресация. Простейшие программы.**

Методы адресации. Основные группы команд процессора Intel 8086. Язык ассемблер, мнемоника команд. Получение загрузочного модуля. Разбор примеров простейших программ.

*Основная литература*

*Рудаков П.И.Финогенов К.Г. Программируем на языке ассемблера IBM PC, 2-e изд-е., Обнинск., «Принтер», 1997.*

*Питер Абель Язык ассемблера для IBM PC и программирования,М.,В.шк.,1992*

*Дополнительная литература*

*Л. Скэнлон Персональные ЭВМ IBM PC и XT. Программирование на языке ассемблера*

*Ю-Чжен Лю, Г.Гибсон Микропроцессоры семейства 8086/8088. Архитектура, программирование и проектирование микропроцессорных систем,М., Р и С.,1987*

**Глава 2. ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ АССЕМБЛЕР. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ НА ЯЗЫКЕ АССЕМБЛЕР ДЛЯ MS DOS.**

**Тема 2.1. Использование функций прерывания DOS и BIOS.**

Обзор функций операционной системы. Программы ввода/вывода. Использование функций прерывания int 21h операционной системы для различных задач. Функции BIOS – обзор и использование.

*Основная литература*

*Рудаков П.И.Финогенов К.Г. Программируем на языке ассемблера IBM PC, 2-e изд-е., Калашников О. Ассемблер? Это просто!, Санкт-Петербург,* [*БХВ-Петербург*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/1098685/)*, 2007 г.*

*Рудаков П.И.Финогенов К.Г. Программируем на языке ассемблера IBM PC, 2-e изд-е., Обнинск., «Принтер», 1997.*

*Питер Абель Язык ассемблера для IBM PC и программирования,М.,В.шк.,1992*

*Дополнительная литература*

*Л. Скэнлон Персональные ЭВМ IBM PC и XT. Программирование на языке ассемблера*

*Ю-Чжен Лю, Г.Гибсон Микропроцессоры семейства 8086/8088. Архитектура, программирование и проектирование микропроцессорных систем,М., Р и С.,1987.*

**Тема 2.2. Работа с файлами.**

Работа с файлами в DOS. Дескрипторы, описание функций операционной системы для работы с файлами. Примеры программ.

*Основная литература*

*Обнинск., «Принтер», 1997.*

*Питер Абель Язык ассемблера для IBM PC и программирования,М.,В.шк.,1992*

*Дополнительная литература*

*Пирогов* [*В.*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/3536180/#persons)*Ассемблер на примерах, Санкт-Петербург,* [*БХВ-Петербург*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/1098685/)*, 2005 г.*

**Тема 2.3. Система прерываний. Архитектура контроллера прерываний.**

Эволюция системы прерываний. Векторная система прерываний. Чтение и установка вектора прерываний. Контроллер прерываний и его функционирование. Обработчики прерываний.

*Основная литература*

*Калашников О. Ассемблер? Это просто!, Санкт-Петербург,* [*БХВ-Петербург*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/1098685/)*, 2007 г.*

*Рудаков П.И.Финогенов К.Г. Программируем на языке ассемблера IBM PC, 2-e изд-е., Обнинск., «Принтер», 1997.*

*Питер Абель Язык ассемблера для IBM PC и программирования,М.,В.шк.,1992*

*Дополнительная литература*

*Ю-Чжен Лю, Г.Гибсон Микропроцессоры семейства 8086/8088. Архитектура, программирование и проектирование микропроцессорных систем,М., Р и С.,1987.*

**Тема 2.4. Разработка программ на языке ассемблер**

Непосредственный вывод в видеобуфер.Логическая организация текстового видеобуфера. Знакоместо, аттрибуты символа.Строковые команды. Примеры программ вывода непосредственно в видеобуфер. Структуры и записи. Программирование портов, звук. Передфчф параметров из программф на языке С в подпрограмму-функцию на языке ассемблер*.*

*Основная литература*

*Рудаков П.И.Финогенов К.Г. Программируем на языке ассемблера IBM PC, 2-e изд-е., Калашников О. Ассемблер? Это просто!, Санкт-Петербург,* [*БХВ-Петербург*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/1098685/)*, 2007 г.*

*Рудаков П.И.Финогенов К.Г. Программируем на языке ассемблера IBM PC, 2-e изд-е., Обнинск., «Принтер», 1997.*

*Питер Абель Язык ассемблера для IBM PC и программирования,М.,В.шк.,1992*

*Дополнительная литература*

*TURBO ASSEMBLER 3.0 USER’S GUIDE. Borland International, Inc/ 1800 Green Hills Road*

*Пирогов* [*В.*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/3536180/#persons)*Ассемблер на примерах, Санкт-Петербург,* [*БХВ-Петербург*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/1098685/)*, 2005 г.*

**Тема 2.5. Разработка резидентных программ.**

Резидентная программа. Способы передачи управления в системный обработчик. Защита от повторной загрузки. Выгрузка резидентной программы.Переключение стека в резидентной программе. Подключение собственного обработчика прерываний до системного, после системного и как до так и после системного. Обработчик прерываний от клавиатуры, кольцевой буфер. Разбор примеров резидентных программ.

*Основная литература*

*Рудаков П.И.Финогенов К.Г. Программируем на языке ассемблера IBM PC, 2-e изд-е., Обнинск., «Принтер», 1997.*

*Питер Абель Язык ассемблера для IBM PC и программирования,М.,В.шк.,1992*

*Дополнительная литература*

*Л. Скэнлон Персональные ЭВМ IBM PC и XT. Программирование на языке ассемблера*

**Глава 3. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ НА ЯЗЫКЕ АССЕМБЛЕР ДЛЯ WINDOWS**

**Тема 3.1 Основы организации Windows. WinAPI**

События, очереди сообщений, ресурсы. Библиотеки динамической загрузки. Интерфейс WinAPI.

*Основная литература*

*Юров В.И. ASSEMBLER, 2-е изд-е, Санкт-Петербург, изд-во Питер, 2004*

*Пирогов В. Ассемблер для Windows, 3-е изд-е, Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2005*

*Дополнительная литература*

*Л. Скэнлон Персональные ЭВМ IBM PC и XT. Программирование на языке ассемблера*

*Ю-Чжен Лю, Г.Гибсон Микропроцессоры семейства 8086/8088. Архитектура, программирование и проектирование микропроцессорных систем,М., Р и С.,1987*

**Тема 3.2 Разработка программ на языке ассемблер под Windows**

Разработка программ под Windows. Программирование простейшейго консольного приложения.

*Основная литература*

*Юров В.И. ASSEMBLER, 2-е изд-е, Санкт-Петербург, изд-во Питер, 2004*

*Пирогов В. Ассемблер для Windows, Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2007*

*Питер Абель Язык ассемблера для IBM PC и программирования,М.,В.шк.,1992*

*Дополнительная литература*

*Пирогов* [*В.*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/3536180/#persons)*Ассемблер на примерах, Санкт-Петербург,* [*БХВ-Петербург*](http://www.ozon.ru/context/detail/id/1098685/)*, 2005 г.*

# Образовательные технологии

Используется ПО в компьютерном классе НИИТ. В НИУ ВШЭ – Нижний Новгород студентам предоставляется возможность самостоятельной работы с электронными ресурсами информации, периодической литературой.

## Методические рекомендации преподавателю

Темы индивидуальных заданий для проведения практических занятий должны отличаться для каждого нового учебного года

## Методические указания студентам

Рекомендуется подготовка к каждому занятию по заданиям, озвученным преподавателем на предыдущем занятии.

Для более глубокого усвоения курса предполагается использование студентами дополнительной литературы, работа в библиотеке, поиск информации в сети Интернет

# Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

## Тематика заданий текущего контроля

Примеры домашних заданий

1. Разработать программу на языке ассемблер, реализующую ввод вывод беззнаковых чисел из регистров общего назначения
2. Разработать программу вывода на экран содержимого PSP программы.
3. Разработать библиотеку на языке Ассемблер, реализующую построение на экране простейших графических объектов. Библиотека должна вызываться из программ, написанных на языке С.
4. Написать резидентную программу, осуществляющую программную «русификацию» принтера.
5. Написать резидентную программу, ведущую журнал открытых, измененных и удаленных файлов. По горячей клавише предусмотреть вывод журнала на экран с возможностью скроллинга.
6. Разработать программу парсер. Дан текстовый файл найти в нем все e-mail, определить их количество и вывести в отдельный файл.

## Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Примерный перечень вопросов к зачету (экзамену) по всему курсу или к каждому промежуточному и итоговому контролю для самопроверки студентов

1. Программная модель микропроцессорной системы.
2. Взаимодействие программ на ассемблере с программами на языке С.
3. Резидентный обработчик прерываний от клавиатуры с подключением
4. как до, так и после системного.
5. Работа с видеобуфером.
6. Взаимодействие прикладных и системных обработчиков прерываний.
7. Прерывания.
8. Макрокоманды.
9. Резидентные программы.
10. Защита TSR программы от повторной загрузки.
11. Выгрузка резидентной программы.
12. Переключение стека в TSR программе.
13. Контроллер прерываний и его программирование

## Примеры заданий промежуточного /итогового контроля

***Практические задания к экзамену:***

Задача 1. Разработать парсер.

Задача 2. Разработать TSR программу.

# Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

*Основная литература:*

1. Юров В.И. Assembler: Учебник для вузов. 2-е изд. Издательство: Питер, 2004
2. Питер Абель, Ассемблер. Язык и программирование для IBM PC Издательства: Век +, Энтроп, Корона-Век, 2009 г.

*Дополнительная литература:*

1. Randall Hide, **Art Of Assembly** <http://www.freebookcentre.net/programming-books-download/The-Art-of-Assembly-Language-Programming-(Randall-Hyde)PDF.html>
2. Пирогов В. Ассемблер для Windows, 3-е изд-е, Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2005
3. Финогенов К.Г. Использование языка Ассемблера. Учебное пособие. Издательство: Горячая Линия - Телеком, 2004г.

# Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийное оборудование – ноутбук, экран, проектор.

Используется ПО в компьютерном классе НИИТ. В компьютерном классе (НИИТ) доступ on-line

Автор программы, профессор Н.И. Кащеев