

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.03.02
(шифр дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительный эксперимент 2

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)

Компьютерные технологии и математическое моделирование

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	8	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	12	12
Лабораторные		
Практические	12	12
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	24,35	24,35
Самостоятельная работа	48	48
Контроль	35,65	35,65
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):

старший преподаватель института цифровых технологий, Лисовская М.Г.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2030 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании института цифровых технологий

(протокол заседания № 1 от «5» сентября 2025 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель – формирование профессиональных компетенций бакалавра, связанных с проведением вычислительного эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – «Дискретная математика», «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Вычислительный эксперимент 1».

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – «Производственная практика (преддипломная практика)».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-9 Способен осуществлять подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	ПК-9.1 Знает технологию подготовки элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	Знать: технологию подготовки элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ Уметь: составлять элементы документации, проект планов и программ проведения отдельных этапов работ Владеть: навыками составления элементов документации, проект планов и программ проведения отдельных этапов работ
	ПК-9.2 Умеет осуществлять подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	Знать: принципы составления документации Уметь: осуществлять подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ Владеть: навыками подготовки элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ
	ПК-9.3 Владеет навыками подготовки элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	Знать: принципы составления документации Уметь: осуществлять подготовку элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ Владеть: навыками подготовки элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Введение. Основные понятия вычислительного эксперимента	Лек 1	Критический анализ информации. Синтез информации, системный подход решения задач.	8	2		-	
	Пр 1	Критический анализ информации. Синтез информации, системный подход решения задач.	8	2		-	РГР
	СР	Работа с лекционным материалом и учебной литературой, выполнение домашних заданий	8	7			
	Лек 2	Соотношение теории и практики в научных исследованиях. Роль математического моделирования при исследовании природных явлений и создании технических объектов. Основные этапы вычислительного эксперимента. Особенности вычислительного компьютерного эксперимента по сравнению с натурным экспериментом.	8	2		-	РГР
	Пр 2	Основные этапы вычислительного эксперимента.	8	2		-	РГР
Модуль 2. Методы построения математических моделей для вычислительного эксперимента	Лек 3	Формализация описания процессов в естественных, социально-экономических и технических системах. Математическая модель типа «чёрный ящик». Пространство состояний, воздействия, отклик. Полуэмпирические и эмпирические модели, области их применения. Формальные модели. Структурные модели. Основы теории размерностей. Полуэмпирические и эмпирические модели, области их применения. Формальные модели. Структурные модели. Основы теории размерностей.	8	2		-	
	Пр 3	Математическая модель типа «чёрный ящик». Пространство состояний, воздействия, отклик. Применение анализа размерностей и подобия для построения полуэмпирических моделей.	8	2		-	РГР

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3. Планирование вычислительного эксперимента	Лек 4	Основные требования, критерии планирования. Планы для моделей, описываемых полиномами первого порядка. Полный и дробный факторные эксперименты. Планы для моделей, содержащих эффекты взаимодействий. Оценка адекватности моделей и значимости коэффициентов. Планы для квадратичных моделей.	8	2		-	РГР
	СР	Работа с лекционным материалом и учебной литературой, выполнение домашних заданий	8	7			
	Пр 4	Планы для моделей, описываемых полиномами первого порядка. Планы для моделей, содержащих эффекты взаимодействий.	8	2		-	РГР
Модуль 4. Интерпретация результатов вычислительного эксперимента	Лек 5	Анализ адекватности модели по результатам вычислительного эксперимента.	8	2			
	Пр 5	Параметрические исследования дискретных математических моделей.	8	2			
	Лек 6	Параметрические исследования дискретных математических моделей. Оценка коэффициентов чувствительности и отклика на конечную вариацию фактора.	8	2			
	Пр 6	Построение аппроксимирующих зависимостей с использованием многоуровневых моделей.	8	2			
	СР	Работа с лекционным материалом и учебной литературой, выполнение домашних заданий	8	13			
	ПА	Промежуточная аттестация	8	0,35			
	Контроль	Экзамен	8	35,65			Вопросы к экзамену
Итого:				108			

5. Образовательные технологии

В рамках изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

- технология традиционного обучения: лекции и практические работы, самостоятельная работа;
- технология проектного обучения: реализация и защита отчетов по практическим работам;
- интерактивные технологии: работа в малых группах.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет.

В ходе лекционных занятий задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и выпускных квалификационных работ.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
8	ПК-9	Вопросы к экзамену РГР

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект заданий для расчетно-графической работы

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Практическое задание №1

Найти шесть первых членов разложения сигнал $x(t)$, заданный в таблице 1 в ряд Фурье на всей оси времени. Оценить погрешность приближения. Для полученных членов разложения найти спектр частот сигнала.

Таблица 1

№	Сигнал $x(t)$	№	Сигнал $x(t)$	№	Сигнал $x(t)$
1	$\sin^2(4t+1)$	8	$1/(\cos^2(3t-0.7)-2)$	5	$\ln(\cos(2t)+5)$
2	$\sin^3(2t+0.5)$	9	$1/(\cos^3(5t-0.5)-2)$	6	$\ln(\cos^2(4t)+1.5)$
3	$\sin^4(t/2 - 0.5)$	0	$1/(\cos(2t-0.1)-1.5)$	7	$\ln(\cos(5t)+1.5)$
4	$ \sin(2t-4) $ (абсолютная величина)	1	$e^{\sin(2t-1)+4}$	8	$\arcsin(\sin(t+1))$
5	$ \cos(3t+2) $	2	$e^{\sin(2t-4)+1}$	9	$\arcsin(\sin^2(t+1))$
6	$ \sin^3(2t+2) $	3	$e^{-\sin(1.5t-0.5)}$	0	$\arccos(\sin^2(t+1))$
7	$e^{3\sin(3t-1)}$	4	$e^{\cos(2t-3)+2}$	1	$\arccos(2\sin(t))$
8	$e^{2\sin(2t+3)}$	5	$e^{-\cos(5t-3)-1}$	2	$\arccos(-3\sin(t))$
9	$e^{-\sin(2t-3)}$	6	$e^{-\cos(3t-1)+0.1}$	3	$\arctg(\sin^2(t+1)/2)$
0	$e^{-\cos(2t-2)}$	7	$e^{-\sin(5t-3)+0.3}$	4	$\operatorname{sgn}(\sin(t+1))$
1	$e^{\cos(2t-3)}$	8	$t-[t]$ (целая часть)	5	$\operatorname{sgn}(\sin(2t+1))$
1	$e^{\cos(t/2-3)}$	2	$\ln(\sin(2t)+1.5)$	4	$\operatorname{sgn}(\sin^2(2t+2))$

2		9		6	
1	$1/(\sin(2t)+2)$	3	$\ln(\sin(3t)+2.5)$	4	$\text{sgn}(\sin^3(t-1))$
3		0		7	
1	$2/(\sin(4t-0.5)+5)$	3	$\ln(\sin^2(2t)+1.5)$	4	$\text{sgn}(\sin(t/2+1))$
4		1		8	
1	$1/(\sin^2(-2t-1)+1)$	3	$\ln(\sin^3(4t)+1.5)$	4	$\text{sgn}(\sin(t/3+1))$
5		2		9	
№	Сигнал $x(t)$	№	Сигнал $x(t)$	№	Сигнал $x(t)$
1	$1/(\cos(4t-0.5)+3)$	3	$\ln(\cos(2t)+1.5)$	5	$\text{sgn}(\sin(t/4+1))$
6		3		0	
1	$1/(\cos(2t-0.5)+3)$	3	$\ln(\cos^2(2t)+2.5)$	5	$\sin(2t)/(\cos 4t+2)$
7		4		1	

Практическое задание №2

С помощью функции *residuez()* разложите заданную функцию рационального Z – преобразования (индивидуальное задание, Приложение 1) на простейшие (элементарные) дроби. Для более подробных сведений см. файл «Разложение на простейшие дроби» в папке «Учебно-справочные материалы» по курсу.

Используя это разложение, найдите аналитически обратное Z - преобразование. С помощью функции *iztrans()* проверьте результат.

1. Решите с помощью Z – преобразования линейное разностное уравнение с постоянными коэффициентами (вариант – по индивидуальному заданию, Приложение 3).

Решение заключается в применении Z – преобразования к разностному уравнению с использованием свойств линейности и временного сдвига. В результате получается линейное алгебраическое уравнение относительно Z - изображения искомой функции. Обратное Z – преобразование дает искомое решение во временной области. Постройте график найденного решения. Проверьте его правильность подстановкой в исходное уравнение.

Практическое задание №3

1. Реализуйте генерацию сигнала (добавьте небольшой случайный шум для реалистичности, например, с дисперсией 0.05).
2. Используя БПФ (например, `numpy.fft.fft`), постройте график амплитудного спектра сигнала.
3. Вопрос: Удастся ли вам четко идентифицировать обе частоты (f_1 и f_2) на спектре? Объясните, почему амплитуда пика на частоте 120 Гц отличается от заданной (0.5), и как длительность сигнала влияет на форму этого пика.
4. Усложнение (опционально): Примените оконную функцию (например, Ханна или Хэмминга) к сигналу перед вычислением БПФ. Сравните два спектра (с окном и без окна). Что изменилось в разрешении и уровне боковых лепестков?

Практическое задание №4

Сформировать случайным образом входную последовательность $x[n] \in \mathbb{Z}$, $n = \underline{0}, \underline{N-1}$, $N \in \mathbb{N}$, $N \in [4; 8]$, и импульсную характеристику $h[l] \in \mathbb{Z}$, $l = \underline{0}, \underline{L-1}$, $L \in \mathbb{N}$, $L \in [4; 8]$.

- 1 Написать функцию на Python для вычисления линейной свертки.
- 2 Определить длину результирующего сигнала, количество выполненных операций. Объяснить, почему длина результата линейной свертки двух сигналов длиной N и M равна $N+M-1$.
- 3 Использовать встроенную функцию, для проверки корректности работы.
- 4 Проверить все свойства линейной свертки на практике. Реализовать на частных примерах.
- 5 Объяснить разницу между линейной сверткой и корреляцией.
- 6 Вычислите кросс-корреляцию двух сигналов $x[n]=[1,2,3]$ и $h[n]=[1,1]$. Сравнить результат с линейной сверткой.

Практическое задание №5

- 1 Написать функцию на Python, которая вычисляет круговую свертку двух сигналов без использования встроенных функций (например, `numpy.convolve` или `scipy.signal.fftconvolve`).
- 2 Протестировать функцию на сигналах: $x[n]=[1,2,3,4]$, $h[n]=[1,0,1]$.
- 3 Сравните результат с функцией `numpy.convolve` в режиме `same`. Объяснить, как круговая свертка связана с линейной сверткой.
- 4 Показать, что если длина сигналов $x[n]$ и $h[n]$ равна N и M соответственно, то для вычисления линейной свертки через круговую необходимо дополнить сигналы нулями до длины $N+M-1$. Проверить это на примере: $x[n]=[1,2,3]$, $h[n]=[1,1]$.
- 5 Создать анимацию с помощью `matplotlib`, которая показывает процесс круговой свертки двух сигналов в реальном времени.
- 6 Круговая свертка в аудиообработке. Загрузить аудиофайл (например, в формате WAV) с помощью библиотеки `scipy.io.wavfile`. Применить круговую свертку для фильтрации аудиосигнала. Объяснить, почему круговая свертка может вызывать артефакты на границах сигнала.

Практическое задание №6

Сгенерируйте сигнал, состоящий из суммы двух синусоид разной частоты, и выполните его анализ с помощью БПФ.

1. Создайте сигнал:

Частота дискретизации: $f_s = 1000$ Гц.

Длительность сигнала: $T = 1$ сек.

Сигнал:

$$x(t) = \sin(2\pi \cdot 50t) + 0.5 \sin(2\pi \cdot 120t)$$

Добавьте белый шум: $x_{\text{noisy}} = x + 0.3 * \text{np.random.randn}(\text{len}(t))$.

2. Примените

БПФ:

Используйте `np.fft.fft()` для получения спектра.

3. Визуализируйте:

Постройте графики:

Исходный сигнал (временная область).

Амплитудный спектр (частотная область).

Ожидаемый результат:

На спектре будут видны два четких пика на частотах **50 Гц** и **120 Гц**, несмотря на наличие шума. Объясните почему.

Краткое описание и регламент выполнения

Студентам следует:

- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и другие источники;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по рассмотренному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться студентом на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Критерии оценки:

«зачтено»- задание правильно реализовано, сдана в срок, студент в процессе сдачи задания отвечает на все поставленные вопросы преподавателя:

«не зачтено» задание не реализовано и некорректно, студент в процессе сдачи задания не отвечает на поставленные вопросы преподавателя.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 8

№ п/п	Вопросы
1	Линейные системы. Свойства линейных систем.
2	Дискретные и непрерывные сигналы. Теорема Котельникова.
3	Наложение спектров (Алиасинг).
4	Импульсная характеристика. Дельта функция.
5	Свертка. Ядро свертки. Свойства свертки.
6	Линейная свертка. Циклическая свертка.

7	Корреляция. Кросс-корреляция. Автокорреляция.
8	Прямое и обратное Z-преобразование. Свойства Z-преобразования.
9	Дискретное преобразование Фурье. Преобразования Фурье. Дискретное преобразование Фурье непрерывного сигнала.
10	Быстрое преобразование Фурье. Прямое и обратное преобразование Фурье.
11	Комплексное преобразование Фурье. Двумерное преобразование Фурье.
12	Спектральный анализ. Взвешивающие окна Хэмминга и Блэкмана.
13	Быстрая свертка. Фильтрация. Свойства фильтров.
14	Фазовая и частотная характеристика. НЧ и ВЧ-фильтры. Полосовые фильтры. Деконволюция.
15	Применение цифровой обработки сигналов. Шумоподавление для звука.
16	Передискретизация(Ресамплинг).
17	Антиалиасинг изображений. Псевдотонирование изображений.
18	Компрессия изображений. Восстановление изображений.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семес тр	Форма проведе- ния промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
8	Экзамен (Уст- но)	«отлично»	Оценка «отлично» ставится студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагающему. При этом студент тесно увязывает теорию с практикой, не затрудняется в ответе при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и вопросами.
		«хорошо»	Оценка «хорошо» ставится студенту, который твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, но допускает несущественные ошибки при ответе на вопросы или при решении задач.
		«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, который показывает знание только необходимых основ учебного материала, но не усвоил его деталей, допускает ошибки в формулировках правил и теорем, нарушения в последовательности изложения материала, испытывает затруднения при решении задач, но способен справиться с наиболее простыми из них под руководством преподавателя.
		«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при ответе на теоретические вопросы, не справляется с предлагаемыми ему задачами

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Кондаков Н.С.	Основы численных методов	Учебное пособие	2014	ЭБС "IPRbooks"
2	Краюткина Е.В.	Численные методы в научных расчетах	учебное пособие	2015	ЭБС "IPRbooks"
3	Шевченко Г.И.	Численные методы	лабораторный практикум	2016	ЭБС "IPRbooks"
4	Зенков А.В.	Численные методы	Учебное пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Пименов В.Г.	Численные методы. Часть 2	Учебное пособие	2014	ЭБС "IPRbooks"
2	Тарасов В.Н.	Численные методы. Теория, алгоритмы, программы	Учебное пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"
3	Плохотников К.Э.	Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета MATLAB	Курс лекций	2017	ЭБС "IPRbooks"

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- «Российское образование» - федеральный портал: <http://www.edu.ru/index.php>.
- Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
- Электронная библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>.
- Федеральная университетская компьютерная сеть России: <http://www.runnet.ru/>.
- Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам": <http://window.edu.ru/>.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	MATLAB & Simulink	Договор 652/2014 от 07.07.2014 (бессрочный)
2	MathCAD	ГК № 83 от 31.01.2008 (доп. согл. №84 от 31.01.2008) (бессрочный)

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	УЛК.- 314. Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	25 посадочных мест. Переносной проектор, экран, стол ученический-26 шт., стол преподавательский-1 шт., стул-30 шт., доска аудиторная (маркерная)-1шт., компьютер с выходом в сеть Интернет – 21 шт.
2	УЛК-310. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	70 посадочных мест, (Стол ученический двухместный (моноблок) – 35 шт.), стол преподавательский-1 шт., стул - 2шт., доска аудиторная(меловая)-1 шт.
3	Г-401. Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Стол ученический-26 шт., стул-26 шт., компьютер с выходом в сеть интернет- 16 шт.

