

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

 Н.И. Никифорова

« 3 » 05 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.16 Цифровые методы анализа

Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических  
процессов и производств»

Профиль/программа Автоматизации технологических процессов и  
производств (по отраслям)

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения очно-заочная, заочная

Факультет Информационных технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы Информационных систем и  
технологий

Курс 4, семестр 7

	Часы		Зачетные единицы
	очно- заочная	заочная	
Лекции	9	6	0.25 (очно-заочная), 0.17 (заочная)
Лабораторные занятия	18	6	0.5 (очно-заочная), 0.17 (заочная)
Контроль самостоятельной работы	27	8	0.75 (очно-заочная), 0.22 (заочная)
Самостоятельная работа	54	84	1.5 (очно-заочная), 2.33 (заочная)
Форма аттестации	Зачет	Зачет /4	0.11 (заочная)
Всего	108		3

Нижекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 730 от 09.08.2021 г. по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» по профилю «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)» на основании учебного плана набора обучающихся 2023 г.

Разработчик программы:

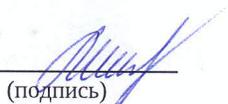
доцент

\_\_\_\_\_ 

Н.В. Лежнева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИСТ, протокол от 29.03.2023 г. № 7

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_   
(подпись)

Н.В. Лежнева

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины Б1.В.16 «Цифровые методы анализа» являются:

- а) владение основными составляющими цифрового анализа сигналов;
- б) владение основными принципами и алгоритмами цифровой обработки сигналов, основывающимися на теории дискретных сигналов и систем;
- в) умение применять полученные знания к решению прикладных задач цифрового анализа в различных областях профессиональной деятельности.

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

Дисциплина Б1.В.16 «Цифровые методы анализа» относится к вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской и проектно-конструкторской видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.16 «Цифровые методы анализа» бакалавр по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.12 Математика,
- б) Б1.О.31 Вычислительная математика,
- в) Б1.О.23 Теория информации.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.16 «Цифровые методы анализа» могут быть использованы при прохождении практик (производственной, преддипломной) и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки бакалавра 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Дисциплина Цифровые методы анализа является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.07 Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации технологических процессов;

б) Б1.В.06 Интегрированные системы проектирования и управления.

Знания, полученные при изучении дисциплины Цифровые методы анализа, могут быть использованы при прохождении *учебной, производственной* практик и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

## **2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа;

УК-1.2 Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-1.3 Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач

ПК- 4 Способен аккумулировать отечественный и зарубежный опыт, осуществлять сбор и анализ научно-технической информации при предпроектном обследовании технологического процесса (объекта управления), для которого разрабатывается проект автоматизированной системы управления технологическими процессами, состав-

лять отчет о выполненном обследовании объекта автоматизации<sup>2</sup>. (ПК-14) способностью участвовать в разработке мероприятий по проектированию процессов разработки и изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством, их внедрения

ПК-4.1 Знает основы классификации и поиска научно-технической и патентной информации, системного анализа, математического и компьютерного моделирования объектов автоматизации и управления ;

ПК-4.2 Умеет выполнять работы по моделированию технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством;

ПК-4.3 Владеет навыками проведения исследований автоматизируемого объекта и подготовки технико-экономического обоснования создания автоматизированной системы управления технологическими процессами, подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций, и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности.

### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

1) Знать:

- а) классификацию сигналов;
- б) преобразования сигналов при цифровой обработке и связанные с ними искажения и погрешности;
- в) основные составляющие анализа;
- г) методы спектрального и корреляционного анализов сигналов;
- д) алгоритмы быстрого преобразования Фурье;
- е) методы синтеза цифровых фильтров и оценки точности цифровой обработки сигналов.

2) Уметь:

- а) определять принадлежность сигнала к определенному классу;
- б) измерять числовые параметры сигналов;
- в) осуществлять спектрально-корреляционный анализы сигналов;
- г) обоснованно оценить необходимые параметры дискретизации и квантования;
- д) выбрать наиболее эффективный алгоритм обработки;
- е) промоделировать алгоритм обработки на ЭВМ.

3) Владеть:

- а) методами спектрального анализа, в том числе методами быстрого преобразования Фурье;
- б) методами измерения числовых параметров сигналов;
- в) методами корреляционного анализа;
- д) методами оценки погрешностей, возникающих при цифровой обработке

### ***4. Структура и содержание дисциплины*** Цифровые методы анализа

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

а) очно-заочная форма

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Введение. Сигналы и их	7	1			3	6	<i>Тестирование</i>

	преобразования при цифровой обработке							
2	Методы спектрального и корреляционного анализа дискретных сигналов на основе ДПФ	7	3		6	6	12	Лабораторная работа №1,2. Тестирование
3	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	7	2		4	6	12	Лабораторная работа №3. Тестирование
4	Модуляция цифровых сигналов и демодуляция	7	2		4	6	12	Лабораторная работа №4. Тестирование
5	Цифровые фильтры	7	1		4	6	12	Лабораторная работа №5. Тестирование
<b>ИТОГО</b>		9			18	27	54	108
Форма аттестации					Зачет			

б) заочная форма

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Введение. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке	7	1			1	20	Тестирование. Контрольная работа.
2	Методы спектрального и корреляционного анализа дискретных сигналов на основе ДПФ	7	2		3	2	24	Тестирование. Лабораторная работа №1. Контрольная работа.
3	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	7	1		3	2	20	Лабораторная работа №2. Тестирование
4	Модуляция цифровых сигналов и демодуляция	7	1			2	10	Тестирование
5	Цифровые фильтры	7	1			1	10	Тестирование
<b>ИТОГО</b>			6		6	8	84	104
Форма аттестации					Зачет (4 ч.)			

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке	1	Тема 1. Введение. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке	Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов. Дискретизация по времени. Математические модели дискретных сигналов. Z – пре-	УК-1.1, ПК-4.1

				образование и преобразование Фурье. Связь между спектрами дискретного и аналогового сигналов. Условия выбора частоты дискретизации сигнала. Изменение частоты дискретизации (интерполяция, децимация и передискретизация). Квантование сигнала по уровню и кодирование. Условия математической адекватности цифрового и дискретного сигналов.	
2	Методы спектрального и корреляционного анализа дискретных сигналов на основе ДПФ	3,2 (заоч. ф.)	Тема 2. Спектральный анализ дискретных сигналов  Тема 3. Корреляционный анализ дискретных сигналов	Задачи и методы спектрального анализа дискретных сигналов. Особенности гармонического анализа сигналов. Роль и параметры весовых функций, используемых при спектральном анализе.  Спектрально-корреляционные характеристики дискретных случайных сигналов. Статические оценки корреляции дискретных случайных сигналов. Коррелограммные и периодограммные оценки спектральной плотности мощности и взаимной спектральной плотности мощности дискретных случайных сигналов. Спектральный анализ дискретных случайных сигналов методами коррелограмм и периодограмм. Вычисление автокорреляционной и взаимокорреляционной функций дискретных сигналов с помощью ДПФ (БПФ).	УК-1.1, ПК-4.1
3	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	2,1 (заоч. ф.)	Тема 4. Алгоритм БПФ с прореживанием по времени.  Тема 5. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте	Классификация алгоритмов БПФ. Алгоритм БПФ с прореживанием по времени.  Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте.	УК-1.1, ПК-4.1
4	Модуляция цифровых сигналов и демодуляция	2,1 (заоч. ф.)	Тема 6. Модуляция и демодуляция цифровых	Способы модуляции, используемые при передаче цифровой информации:	УК-1.1, ПК-4.1

			сигналов.	частотная, амплитудная, фазовая и квадратурная манипуляции. Способы демодуляции.	
5	Цифровые фильтры	1	Тема 7. Цифровые фильтры на основе разностных уравнений и дискретной временной свертки  Тема 8. Синтез цифровых фильтров по заданной частотной характеристике	Определения дискретного и цифрового фильтров, условия их математической адекватности. Разностное уравнение дискретной системы, рекурсивный и нерекурсивный цифровые фильтры. Дискретная временная свертка, фильтры с бесконечной и конечной импульсными характеристиками. Передаточные функции и частотные характеристики цифровых фильтров. Формы реализации рекурсивных цифровых фильтров.  Задачи и методы синтеза цифровых фильтров с требуемой частотной характеристикой. Синтез передаточной функции рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу (метод билинейного преобразования). Синтез передаточной функции нерекурсивных фильтров методом весовых функций.	УК-1.1, ПК-4.1

### ***6. Содержание практических занятий***

Практические занятия по дисциплине «Цифровые методы анализа» учебным планом не предусмотрены.

### ***7. Содержание лабораторных занятий***

Целью проведения лабораторных работ является изучение теоретических сведений и получение практических навыков по основным методам, способам и средствам цифрового анализа.

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
2	Методы спектрального и корреляционного анализа дискретных сигналов на основе ДПФ	6,3 (заоч. ф.)	1) Спектральный анализ сигналов (очно-заоч. ф.) 2) Корреляционный анализ сигналов (очно-заоч. ф.) 1) Спектральный и корреляционный анализы сигналов (заоч. ф.)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	4,3 (заоч. ф.)	3) Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

4	Модуляция цифровых сигналов и демодуляция	4	4) Модуляция цифровых сигналов и демодуляция (очно-заоч. ф.)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Цифровые фильтры	4	5) Анализ и проектирование цифровых фильтров (очно-заоч. ф.)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории моделирования систем кафедры без использования специального оборудования.

### **8. Самостоятельная работа**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке	6,20 (заоч. ф.)	Подготовка к защите лабораторной работы и оформление отчетов. Подготовка к тестированию. Подготовка контрольной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Методы спектрального и корреляционного анализа дискретных сигналов на основе ДПФ	12,24 (заоч. ф.)		
3	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	12,20 (заоч. ф.)		
4	Модуляция цифровых сигналов и демодуляция	12,10 (заоч. ф.)		
5	Цифровые фильтры	12,10 (заоч. ф.)		

#### **8.1 Контроль самостоятельной работы**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке	3,1 (заоч. ф.)	Прием лабораторных работ и проверка отчетов, результатов тестирования	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Методы спектрального и корреляционного анализа дискретных сигналов на основе ДПФ	6,2 (заоч. ф.)		
3	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	6,2 (заоч. ф.)		
4	Модуляция цифровых сигналов и демодуляция	6,2 (заоч. ф.)		
5	Цифровые фильтры	6,1 (заоч. ф.)		

### **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.**

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.16 «Цифровые методы анализа» используется рейтинговая система на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса». Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

Рейтинг студента по дисциплине Б1.В.16 «Цифровые методы анализа» определяется по формуле:  $R^{дис} = R^{тек}$ , где  $R^{тек}$  – балл за текущую работу студента в течение семестра.

В качестве критериев выбраны следующие виды работ:

- практическое выполнение лабораторных занятий;
- оформление отчетов к лабораторным работам;
- своевременная защита выполненных лабораторных работ и подготовка ответов на контрольные вопросы;
- качество тестирования;
- качество выполнения контрольной работы.

Распределение рейтинга по видам деятельности представлено в табл.

<b>Текущий рейтинг</b>			
Очно-заочная		Заочная	
Лаб. работа	Балл	Лаб. работа	Балл
№1	12-18	№1	15-20
№2	12-18	№2	15-20
№3	12-18	Контрольная работа	30-50
№4	12-18	Тестирование	0-10
№5	12-18		
Тестирование	0-10		
ИТОГО	60-100	ИТОГО	60-100

### ***10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины***

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

### ***11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины***

#### ***11.1. Основная литература***

При изучении дисциплины «Цифровые методы анализа» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	
1. Борисова И.В. Цифровые методы обработки информации [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ И. В Борисова. – Новосибирск.: НГТУ, 2014. -139 с. –Режим доступа: <a href="http://znanium.com/booksread2.php?book=546207">http://znanium.com/booksread2.php?book=546207</a>	ЭБС «Znanium» <a href="http://znanium.com/booksread2.php?book=546207">http://znanium.com/booksread2.php?book=546207</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
2. Магазинникова, А.Л. Основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А. Л. Магазинникова. –СПб.: Лань, 2016. -132 с. –Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=76274">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=76274</a>	ЭБС «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=76274">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=76274</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

#### ***11.2 Дополнительная литература***

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Миркин, Б.Г. Введение в анализ данных [Электронный ресурс] Практикум / Б.Г. Миркин – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 174 с. – Режим доступа: <a href="http://www.biblio-online.ru">http://www.biblio-online.ru</a> , по паролю.- ЭБС «Юрайт»	ЭБС «Юрайт» <a href="http://www.biblio-online.ru">http://www.biblio-online.ru</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
2. Колдаев, В. Д. Структуры и алгоритмы обработки	ЭБС «Znanium»

данных [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Д. Колдаев. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 296 с.- Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=418290">http://znanium.com/bookread2.php?book=418290</a>	<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=418290">http://znanium.com/bookread2.php?book=418290</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
3 Федосов, В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW LabVIEW [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Федосов, А. К. Нестеренко.- М.: ДМК Пресс, 2009. -471с. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1090">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1090</a>	ЭБС «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1090">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1090</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
4.Захарова, Т.В. Вейвлет-анализ и его приложения [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Т.В. Захарова, О.В. Шестаков. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 158 с. - Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=234103">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=234103</a>	ЭБС «Znaniium» <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=234103">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=234103</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

### **11.3 Электронные источники информации**

При изучении дисциплины: «Методы цифровой обработки сигналов» рекомендуется использование следующих электронных источников информации:

1. ЭБС«Znaniium». ЭБС «Znaniium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com>
2. ЭБС «Юрайт» ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <https://urait.ru/>
- 3 .ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>

### **11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.**

1.Журнал «Моделирование и анализ данных». Сайт журнала «Моделирование и анализ данных». – Доступ свободный: <https://psyjournals.ru/mad/>.

2. Научно- технический журнал «Приборы и методы измерений». Сайт журнала «Приборы и методы измерений». – Доступ свободный: <https://pimi.bntu.by/jour/index>.

3. Научно-технический журнал "Цифровая обработка сигналов". Сайт журнала «Цифровая обработка сигналов». – Доступ свободный: <http://www.dspsa.ru/>.

### **Согласовано:**

Зав. отделом по библиотечному обслуживанию



Тарасова В.Я.

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

«Лаборатория моделирования систем 209аВ».

Учебная аудитория для проведения учебных занятий оснащена оборудованием:

1. Доступ к электронной информационно-образовательной среде вуза
2. Схемы и стенды для проведения лабораторных практикумов.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой в количестве 12 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Оптимальные и адаптивные системы управления»:

1. MatLab,

2. MathCad,
3. Microsoft Office.

### 13. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах).

*Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением* проводятся с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, слайдов, компьютеров с последующим обсуждением материалов.

Цель: развитие коммуникативных навыков; актуализация и визуализация изучаемого содержания на лекции.

Методика проведения.

- 1) Обозначение ключевых вопросов.
- 2) Презентация с помощью интерактивной трибуны с элементами дискуссии.
- 3) Подведение итогов и выводов.

*Работа в малых группах.*

Цель: развитие навыков общения и взаимодействия в группе, Формирование ценностно-ориентационного единства группы, Поощрение к гибкой смене социальных ролей в зависимости от ситуации.

Методика проведения

- 1) Организационный этап. Подбор практического задания.
- 2) Подготовительный этап. Каждая малая группа обсуждает задание в течение отведенного времени.
- 3) Основной этап – выполнение задания.
- 4) Подведения итогов.

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах):

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы
Методы спектрального и корреляционного анализа дискретных сигналов на основе ДПФ	Лекция	Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	1.5
	Лабораторное занятие	Дискуссия. Работа в малых группах	2,1 (заоч. ф.)
Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	Лекция	Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	0.5
	Лабораторное занятие	Дискуссия. Работа в малых группах	2,1(заоч. ф.)